

# ВЕСТНИК

Института биологии Коми НЦ УрО РАН

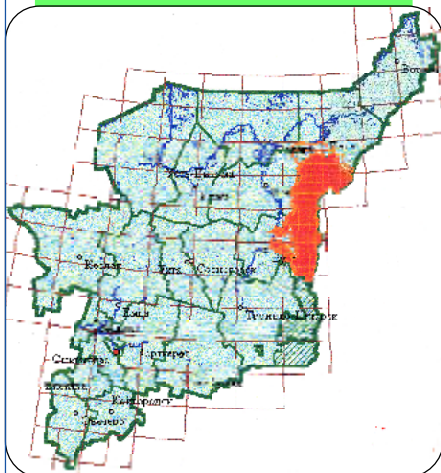
**ЗАПОВЕДАНО СОХРАНИТЬ**

**Национальный парк  
«Югыд ва»**

**2005  
№ 1(87)**

## ЗАПОВЕДАНО СОХРАНИТЬ

### Национальный парк «Югыд ва»



Национальный парк «Югыд ва» расположен в бассейнах рек Косью, Большая Сыня, Щугор и Подчерем, в предгорьях и на западных склонах Северного и Приполярного Урала в Вуктыльском административном районе и на территориях, подчиненных городам Печора и Инта. Дирекция парка располагается в г. Вуктыль. Национальный парк создан на основе предложений специалистов Коми НЦ УрО РАН в 1993 г., с 1994 г. ему придан федеральный статус. В 1995 г. территория вошла в состав объекта Всемирного наследия природы ЮНЕСКО «Девственные леса Коми».

На сегодняшний день национальный парк — это самая большая особо охраняемая природная территория республики, ее площадь составляет 1 891 701 га. В целях защиты ландшафтов национального парка от неблагоприятных воздействий антропогенного характера дополнительно создана охранный зона площадью 297 063 га. В парке выделены зоны: заповедная; особо охраняемая; рекреационная; обслуживания посетителей; хозяйственного назначения; познавательного туризма. Охрана природных комплексов осуществляется силами штатной инспекции.

Природа парка уникальна. Это один из немногих уголков Европы, где ландшафты обширной территории сохранились практически в ненарушенном состоянии. Геологическая история оставила здесь многочисленные (более 60) памятники природы — стратотипические и опорные разрезы, рифогенные образования, памятники проявления тектонических сил, останцы выветривания, пещеры; здесь же расположены самые «низкие» в Евразии ледники.



Более половины территории национального парка (56 %) покрыто лесами. Древостой горных лесов состоит из ели сибирской (*Picea obovata*), лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), пихты сибирской (*Abies sibirica*) и кедра сибирского (*Pinus sibirica*). Из листопадных видов наиболее обычным компонентом древесного яруса является береза. На равнинных участках распространена береза пушистая (*Betula pubescens*), в горах — береза извилистая (*Betula tortuosa*). Эдификатором в большинстве лесных ландшафтов является ель сибирская. В горных лесах южной части парка (бассейн р. Щугор), относящихся к переходной полосе между средней и северной подзонами тайги, значительную роль в формировании древостоев играют пихта и кедр. По мере продвижения к северу доля этих видов в насаждениях начинает постепенно снижаться, вплоть до полного исчезновения. На смену им приходит лиственница сибирская. В естественных лесах выявлены ценные для генетики и селекции популяции основных лесобразующих видов деревьев.



В горах Урала отчетливо выражена высотная поясность. Над массивами горных лесов распространены заросли березы карликовой (*Betula nana*), можжевельника (*Juniperus sibirica*) или ивы (*Salix lapponum, S. glauca, S. lanata*), постепенно сменяющиеся открытыми пространствами горных кустарничково-моховых и кустарничково-лишайниковых тундр. Несмотря на относительно невысокое видовое разнообразие флоры горных тундр, здесь встречаются редкие растения, характерные только для высокогорий. Яркими пятнами выделяются на ковре из мхов и лишайников крупные нежно фиолетовые колокольчики филлодоце (*Phyllodoce coenulea*), подушечки дипенсии лапландской (*Diapensia lapponica*), несущие одиночные бледно-желтые цветки, и луазелерии лежачей (*Louiseleria procumbens*), украшенные темно-розовыми звездочками многочисленных мелких цветков.

Яркими пятнами выделяются на ковре из мхов и лишайников крупные нежно фиолетовые колокольчики филлодоце (*Phyllodoce coenulea*), подушечки дипенсии лапландской (*Diapensia lapponica*), несущие одиночные бледно-желтые цветки, и луазелерии лежачей (*Louiseleria procumbens*), украшенные темно-розовыми звездочками многочисленных мелких цветков.



# ВЕСТНИК

Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН

Издается  
ежемесячно  
с 1996 г.

№ 1 (87)

## В н о м е р е

### ОБЗОР

- 2 Закономерности индукции цитогенетических эффектов у растений при действии тяжелых металлов.  
Т. Евсеева, Е. Белых, Т. Майстренко

### СТАТЬИ

- 11 География и классификационное положение автоморфных почв на покровных суглинках северной тайги Республики Коми. А. Пастухов, В. Тонконогов, И. Забоева  
16 Флора печеночников равнинной части Печоро-Ильчского биосферного заповедника. М. Дулин

### МЕТОДИКА

- 19 Сравнительное исследование методик определения содержания углерода водорастворимых органических соединений в почвах. Е. Ванчикова, Е. Шамрикова, В. Казаков, Н. Бубекова

### ИСТОРИЯ

- 23 Репрессированный исследователь Гавриил Иванович Карев и его вклад в освоение природных ресурсов европейского Северо-Востока. Н. Котелина, Л. Рощевская

### КОНФЕРЕНЦИИ

- 28 Международная конференция «Eurosoil-2004». Е. Шамрикова  
31 IV Международная конференция молодых ученых «Леса Евразии – Восточные Карпаты». Н. Торлопова

### 33 ТВОРЧЕСТВО

### ПАМЯТИ УЧЕНОГО

- 34 Павел Николаевич Шубин. В. Матюков, Э. Ефимцева

### ЭКОЛОГО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «СНЕГИРЬ»

- 35 Незабываемое приключение для юных экологов. Е. Мойсеюк

**Главный редактор:** к.б.н. А.И. Таскаев

**Зам. главного редактора:** д.б.н. С.В. Дегтева

**Ответственный секретарь:** И.В. Рапота

**Редакционная коллегия:** к.б.н. Т.И. Евсеева, к.б.н. В.В. Елсаков, д.б.н. С.В. Загирова, к.х.н. Б.М. Кондратенко, к.б.н. С.К. Кочанов, к.б.н. Е.Г. Кузнецова, к.б.н. В.И. Пономарев, к.б.н. Б.Ю. Тетерюк, к.б.н. Е.В. Шамрикова, к.б.н. Т.П. Шубина

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИНДУКЦИИ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ У РАСТЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ



к.б.н. Т. Евсева  
с.н.с. отдела радиозэкологии  
E-mail: [tevseeva@ib.komisc.ru](mailto:tevseeva@ib.komisc.ru)  
тел.: (8212) 43 06 50

Научные интересы: *радиозэкология, цитогенетика, биоиндикация*



Е. Бельх  
аспирантка этого же отдела



к.х.н. Т. Майстренко  
н.с. этого же отдела

**И**зучению закономерностей индукции цитогенетических эффектов у растений при действии тяжелых металлов (плотность которых больше 50 атомных единиц) в связи с оценкой устойчивости биоценозов к повышенным уровням содержания этих элементов в окружающей среде уделяется большое внимание как в отечественной, так и зарубежной литературе. Актуальность указанной проблемы обусловлена постоянно увеличивающимся техногенным влиянием на биосферу, одним из основных следствий которого является поступление в экосистемы избыточных концентраций тяжелых металлов (ТМ).

Многочисленными исследованиями показано, что повышенные концентрации ТМ в окружающей среде могут приводить к малоспецифическим физиологическим и биохимическим изменениям. В качестве наиболее общих проявлений стресса, обусловленного избытком ТМ, выделяют [13, 36] изменение активности ферментов, повреждение мембран, гормональный дисбаланс, дефицит необходимых элементов, ингибирование фотосинтеза и т.д. В совокупности эти нарушения гомеостаза приводят к подавлению роста растений [13]. Именно поэтому изменение ростовых процессов служит надежным интегральным показателем фитотоксичности и используется во многих экспериментальных исследованиях в качестве маркера силы воздействия ионов металлов.

В настоящее время известно, что ТМ помимо токсического оказывают канцерогенный и мутагенный эффекты. Следует отметить, что до сих пор ряд вопросов, связанных с оценкой мутагенной активности тяжелых металлов, остается до конца не решенным. Бактериальные тесты, например, часто дают отрицательные результаты, а данные цитогенетического анализа клеток млекопитающих оказываются спорными [8, 85, 72, 80]. Наиболее адекватными при изучении мутагенеза, индуцированного ТМ, признаны [55, 69] цитогенетические тесты на растениях. Они дают мало заведомо ложных результатов и позволяют обнаружить ранние и в то же время наиболее серьезные последствия антропогенного воздействия, усиливающегося му-

тагенное давление на биосферу, проявляющееся в увеличении генетического груза в популяциях и изменении видовой структуры биоценозов. Установление закономерностей индукции цитогенетических эффектов у растений при действии ТМ является важным этапом исследований, результаты которых необходимы для обоснования решений в природоохранной деятельности, сельском хозяйстве, медицине, а также социальной сфере.

В то же время обобщающих работ, посвященных указанной проблеме, в доступной литературе мы не обнаружили, несмотря на значительное число публикаций, в которых рассматриваются частные вопросы. Сложность таких обобщений очевидна настолько, насколько ясна их необходимость. Ведь разрозненные исследования, какими бы углубленными они не были, позволяют лишь в определенной конкретной ситуации и весьма приближенно предсказать вероятные последствия влияния ТМ на растения, как основной и наиболее уязвимый в силу прикрепленности к субстрату, а, следовательно, лишенный возможности уйти от воздействия компонент экосистем. Обсуждаемая проблема приобретает особую значимость при изучении совместного действия разных по химическим и физическим свойствам ТМ. Выявление закономерностей индукции ТМ токсических и мутагенных эффектов у растений должно базироваться на знаниях о механизмах действия ТМ и зависимости уровня наблюдаемых изменений от физико-химических характеристик этих элементов, концентрации и времени воздействия.

### Влияние физических и химических свойств металлов на уровень индуцируемого биологического эффекта

Попытки поиска корреляционных связей токсичности с физическими и химическими свойствами металлов, предпринимаемые уже с конца XVIII в., позволили прийти к некоторым обобщениям [20, 22, 25, 34]. Установлено, что важным свойством, определяющим биологическую эффективность ионов ТМ, является их способность к комплексообразованию. Константы образования хелатных комплексов зависят от заряда, радиуса, степени гидратации иона металла и формы его электронных орбиталей, участвующих в образовании ковалентной связи с хелатной группой, а также нуклеофильностью лиганда. Токсичность раство-

ров солей металлов положительно коррелирует с электроотрицательностью, которая определяет способность металла вступать в химические реакции с образованием ионных или ковалентных связей. Важной характеристикой биологического действия ионов металлов является произведение растворимости их сульфидов. При этом более ядовитыми оказываются металлы, образующие наименее растворимые сульфиды. Эта закономерность представляет собой отражение двух взаимосвязанных явлений: особого сродства многих металлов к тиоловым (сульфгидрильным) группам, с одной стороны, и биологической роли SH-групп – с другой. Значение сульфгидрильных групп для нормального состояния белков, осуществления физиологических и биохимических процессов общеизвестно. При реакции ионов металлов с сульфгидрильными группами образуются нерастворимые, слабо диссоциирующие меркаптиты, что является причиной осаждения белков. Следует учитывать, что степень связывания металлов с тиоловыми группами весьма различна. Очень высокое сродство к SH-группам проявляют Hg, Cd, Ag, Au, Sb, Cu, Pb и As<sup>3+</sup>. Однако Al, Cr, Mn, W, Ba, Ca, Zr, Mg, Th не образуют прочных соединений с тиолами [22]. Интересно отметить, что обуславливающее высокую токсичность свойство металлов образовывать нерастворимые соединения с сульфгидрильными группами лежит в то же время в основе механизма детоксикации этих элементов. Например, среди металлов, преимущественно индуцирующих повышенный синтез фитохелатинов и металлотионеинов, называют Hg, Cd, Ag и Au, тогда как влияния Ca, Al и Mg на образование этих металлсвязывающих белков не обнаружено [32, 33].

Важную роль физико-химических свойств в определении уровня биологической эффективности ионов металлов демонстрируют данные сравнительной оценки их токсичности, полученные разными авторами. При изучении влияния растворов солей металлов на корни проростков семян *Allium cepa* L. [14] сделан вывод, что по эффективному концентрациям (EC<sub>50</sub>) токсического действия соединения различаются следующим образом: CuSO<sub>4</sub> > CdCl<sub>2</sub> > NiSO<sub>4</sub> > Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> > Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> > ZnSO<sub>4</sub>; по сублетальным (EC<sub>90</sub>) и летальным (частота клеток с пикнотическими ядрами) эффектам – CuSO<sub>4</sub> > CdCl<sub>2</sub> > Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> > ZnSO<sub>4</sub> > NiSO<sub>4</sub> > Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>. Оценка действия MnSO<sub>4</sub>, Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, ZnSO<sub>4</sub>, CrO<sub>3</sub> на меристемы корней чины душистой [3] позволило расположить ионы металлов в ряды по способности снижать интенсивность деления клеток (число клеток, образующихся из 1000 за 1 ч) – Cr<sup>3+</sup> > Zn<sup>2+</sup> > Fe<sup>3+</sup> > Mn<sup>2+</sup> и увеличивать длительности митоза и метафазы – Cr<sup>3+</sup> > Mn<sup>2+</sup> > Zn<sup>2+</sup> > Fe<sup>3+</sup>. Предложен [1] и такой ряд токсичности элементов – Cu > Ni > Cd > Zn > Pb > Hg > Fe > Mo > Mn. В последнее время были получены данные о сравнительной токсичности ионов металлов для разных видов растений: *Lepidium sativum* – Cr > Cu > Cd > Ni = Pb > Zn > Mn [68]; *Spirodella polyrrhiza* – Cd > Cu = Cr > Ni > Pb > Mn > Zn [68]; *Lemna minor* – Cu > Cr(VI) > Cd > Co [35]; *Lolium perrene* – Cu > Ni > Mn > Pb > Cd > Zn > Al > Hg > Cr > Fe [68]; *Panicum miliaceum* – Cu > Ni > Cd > Cr(VI) > Zn > Mn [68]; *Sinapis alba* – Cu<sup>2+</sup> > MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup> > Ni<sup>2+</sup> > Mn<sup>2+</sup> > VO<sub>4</sub><sup>3-</sup> [50]. Установлено [70], что способность ТМ снижать всхо-

жесть семян уменьшается для *Triticum aestivum* в ряду Hg > Cd > Cu > Pb > Co > Zn, а в случае *Cucumis sativus* – Hg > Cu > Cd > Pb > Zn > Co. При этом по замедлению роста корней, coleoptила и гипокотила обоих указанных растений металлы расположены в ряд – Hg > Cu > Cd > Co > Pb > Zn.

Из приведенных данных видно, что независимо от вида растений и выбранного тест-критерия, Cu<sup>2+</sup> (за редким исключением) при одинаковом с Cd<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> заряде иона оказывается токсичнее, поскольку имеет наивысшую из перечисленных элементов плотность заряда, и, следовательно, в большей степени проявляет акцепторные свойства. Электроотрицательность свободных ионов меди, равная 65.88 эв/Å [9], превосходит эту величину для Cd<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, что обуславливает высокую способность Cu<sup>2+</sup> оттягивать электроны, обобществляемые при образовании химической связи, и образовывать устойчивые комплексы с различными биологически важными соединениями, например, аминокислотами. Крайне низкая растворимость меркаптитов меди [9] также выдвигает ее на первое место по токсичности среди указанных ионов металлов.

Ионы Cd<sup>2+</sup>, как показывают приведенные выше результаты, угнетают ростовые процессы в большей степени, чем Zn<sup>2+</sup> и Pb<sup>2+</sup>. Хотя кадмий по своим химическим свойствам подобен цинку, что обусловлено одинаковым заполнением внешних электронных подслоев атомов этих металлов (5s<sup>2</sup>4d<sup>10</sup> и 4s<sup>2</sup>3d<sup>10</sup> соответственно), он не относится к жизненно важным для растений элементам. Наоборот, поступая в клетки растений, Cd<sup>2+</sup> может замещать Zn<sup>2+</sup> в металлбелковых комплексах ферментов, ингибируя их функции. К тому же существенно более низкая растворимость меркаптитов кадмия [9] является причиной сильного денатурирующего действия на белки его высоких концентраций. Основываясь на этом свойстве металлов, можно объяснить меньшую токсичность Pb<sup>2+</sup> по сравнению с Cd<sup>2+</sup>. К тому же первый из указанных ионов имеет наибольший орбитальный радиус (0.986 против 0.507 Å), обладает незначительной плотностью заряда (15.24, для кадмия – 33.34 эв/Å) и, следовательно, его акцепторные свойства при образовании химических связей слабее.

Сравнительная оценка мутагенного потенциала тяжелых металлов проводилась в немногих работах. Обобщения относительно влияния физических и химических свойств ТМ и радионуклидов на уровень их мутагенной активности также нельзя назвать исчерпывающими. Полученные в этих исследованиях данные показали, что в порядке снижения способности индуцировать генотоксический эффект ТМ располагаются в ряд: As<sup>3+</sup> > Pb<sup>2+</sup> > Cd<sup>2+</sup> > Zn<sup>2+</sup> > Cu<sup>2+</sup> [55]; по кластогенной активности: ZnSO<sub>4</sub> > Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> > Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> = NiSO<sub>4</sub> > CdCl<sub>2</sub> > CuSO<sub>4</sub> [15]; Al, Pb, Cd, Ni > Zn, Cu [43].

Обратим внимание, что во всех случаях Cu, оцениваемый [1, 14, 15, 22] как высокотоксичный металл, проявляет низкую мутагенную активность. Способность кадмия индуцировать повреждения хромосом ниже по сравнению с менее ядовитым для клеток Pb [14, 15, 55]. Расхождения выводов по поводу эффектов Zn связаны с различием применяемых оценочных



критериев: 1) максимально возможное значение индекса хромосомных aberrаций, индуцируемых металлом в диапазоне 1-1000 мкМ за 24 ч [15], или 2) частота микроядер/мМ при 6-часовом воздействии [55]. Действительно, если максимальные частоты aberrаций, индуцированных металлами [15], отнести к концентрациям, которые вызывают этот эффект, то мутагенная активность Zn (13.6 % /500 мкМ = 0.027) оказывается ниже, чем Cd (4.8 % /50 мкМ = 0.096) и Pb (5.7 % /50 мкМ = 0.114). Очевидно второй указанный способ оценки мутагенного потенциала более корректный, учитывая тот факт, что чем токсичнее ион металла, тем более низкая его концентрация требуется для уменьшения доли делящихся клеток или индукции летальных повреждений, что занижает число регистрируемых обычными цитологическими методами хромосомных aberrаций и генных мутаций [54].

Вообще, тяжелые металлы-микроэлементы (V, Cr, Mo, Mn, Fe, Co, Cu, Zn), имеющие важное значение для метаболизма и входящие в состав ферментов [25], в определенных концентрациях необходимы для растений, но начинают оказывать негативное воздействие при существенном превышении физиологического содержания. Напротив, даже небольшое число молекул ТМ, не относящихся к указанной группе (например, As, Sb, Cd, Pb, Hg, Tl, Th), попадая в цитозоль, может послужить сигналом для изменения нормального хода процессов жизнедеятельности, а при повышении концентраций – вызывать серьезные нарушения клеточных структур и их функций вплоть до летальных эффектов.

Предпринятый нами анализ, не претендуя на исчерпывающую сводку данных о сравнительной токсичности и мутагенности металлов, показывает, что на основе знаний о химических, физических свойствах и биологической значимости ТМ можно составить представление о степени токсичности и мутагенности определенного элемента для растений. Эти сведения тем более важны при анализе совместного действия металлов и позволяют во многих случаях объяснить и даже предсказать антагонистическое и синергическое взаимодействие ионов при поступлении в клетки и влияние их на биологические структуры. Очевидно металлы, имеющие неодинаковые химико-физические характеристики, не конкурирующие либо не усиливающие поступление друг друга в растения и влияющие на разные звенья метаболических процессов, должны были бы приводить к аддитивным эффектам. Однако, если рассматривать синергизм и антагонизм как ответную реакцию биологической системы на совместное воздействие металлов, то предсказуемость этих событий во много раз усложняется, учитывая то обстоятельство, что клетка и ее структуры представляют собой не пассивный субстрат, с которым вступает в реакцию ион металла, а сложно организованные иерархически соподчиненные системы, имеющие ряд механизмов, способных многократно ослаблять (за счет функционирования систем репарации повреждений ДНК, антиоксидантной защиты, контроля клеточного цикла и т.п.) или усиливать (например, посредством амплификации исходного сигнала) внешнее воздействие. Поэтому одного только аппарата аналитической химии, какие бы успехи не были достигнуты в

этой области знаний, недостаточно для понимания закономерностей совместного влияния ионов металлов на растения. Требуется проведение специальных экспериментов *in vivo*, которые позволят получить прямые результаты об ответной реакции биологических систем на сочетанные воздействия. К тому же, реакция растений зависит не только от свойств, но и интенсивности действия поступающих металлов.

#### Зависимость индукции цитогенетических повреждений у растений от интенсивности воздействия ТМ

Существенно различающиеся условия экспериментов, используемые объекты и применяемые оценочные критерии усложняют систематизацию результатов исследований цитогенетического действия ионов металлов на растения. Тем не менее, неспецифичность ответной реакции клеток на внешние воздействия позволяет обнаружить некоторые закономерности в проявлении мутагенных и цитотоксических эффектов, индуцируемых металлами. Чтобы упростить эту задачу, мы проанализировали данные работ разных авторов, изучавших действие широко распространенных техногенных ТМ на клетки растений. В 21 из 32 экспериментальных исследований мутагенный эффект металлов, регистрируемый по частоте хромосомных aberrаций, начинает проявляться при более низких концентрациях, чем токсический, обнаруживаемый по изменению митотического индекса (МИ) или ростовых процессов. К тому же сама же возможность выявления мутагенного эффекта зависит не только от применяемой в эксперименте концентрации ТМ, но и времени воздействия.

Например, не было обнаружено повышения частоты хромосомных перестроек в клетках корневых меристем семян *Crepis capillaris* при 42-часовой экспозиции с нитратом свинца в концентрациях 0.05-0.4 мМ [29]. В то же время установлены статистически достоверные различия уровня повреждений хромосом в клетках этого же растения между контрольными и опытными образцами в случае 1-часового воздействия 0.1 М раствора Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> [30]. Этот же токсикант за 6 ч (при последующем восстановительном периоде 24 ч) индуцировал увеличение частоты микроядер в меристемах корешков *Allium cepa* при концентрации 4·10<sup>-3</sup> М [55], а за 24 ч вызывал достоверное увеличение частоты хромосомных aberrаций при 3.019·10<sup>-8</sup> [64]. Показано [30], что обработка семян скерды в течение 1 ч нитратом (0.01, 0.05, 0.10 М) и хлоридом кадмия (0.001, 0.010 М) приводит к возрастанию числа структурных перестроек хромосом в 2-3 раза по сравнению с контролем. В экспериментах [5] на фоне высокого токсического эффекта, индуцируемого 27-часовым воздействием растворов CdCl<sub>2</sub> (0.001, 0.002, 0.005, 0.01 М), достоверного увеличения частоты aberrантных клеток в корневой меристеме скерды обнаружено не было. Заметим, что замачивание семян *Crepis capillaris* L. в 0.01 М CdCl<sub>2</sub> в течение часа достоверно повышало частоту перестроек хромосом в клетках корневой меристемы на 1.69 % по сравнению с контролем [30], а 27-часовая экспозиция при той же концентрации [5] только на 0.21 % (p > 0.05).

Данные, полученные [8] при изучении влияния хлорида кадмия на частоту возникновения хромосомных aberrаций в митотических клетках *Vicia faba* показывают, что он обладает мутагенной активностью в концентрациях гораздо меньших ( $5.4 \cdot 10^{-2}$ ,  $8.2 \cdot 10^{-2}$  и  $1.6 \cdot 10^{-1}$  мМ), чем применяемые в исследованиях [30], если время экспозиции токсиканта увеличено до 48 ч. Способность этого металла повышать частоту микроядер в делящихся клетках корешков *Vicia faba* и *Allium cerea* проявлялась [55] при концентрациях 50 мМ и времени воздействия 6 ч (с восстановительным периодом 24 ч). Достоверное повышение частоты aberrаций и микроядер в клетках корешков семян *Allium cerea* наблюдали [15] соответственно при 5 и 50 мкМ  $\text{CdCl}_2$  и времени экспозиции 24 ч.

Высокий уровень соматических мутаций в клетках волосков тычинок традесканции (клон 02) зарегистрирован [17] при хроническом (30 дней) действии  $^{232}\text{Th}$  в концентрации  $7.76 \cdot 10^{-7}$  М. Увеличение содержания радионуклида в растворе до  $1.55 \cdot 10^{-6}$  М привело к снижению частоты мутаций на фоне угнетения деления клеток волосков.

Приведенные данные показывают, что достоверный мутагенный эффект может быть зарегистрирован при определенном соотношении концентрации ТМ и времени его воздействия. Причем концентрации ТМ  $< 1 \cdot 10^{-3}$  М индуцируют значимое увеличение частоты структурных перестроек хромосом или микроядер при 24-48-часовой экспозиции, а повышение содержания ТМ в растворе до десятков миллимолей требует снижения времени воздействия (до 1-6 ч). Увеличение интенсивности воздействия приводит к проявлению летальных эффектов, что не позволяет зарегистрировать структурные перестройки хромосом. Сходный вывод сделан [54] на основе анализа данных работ разных авторов, изучавших действие химических веществ, включая соли ТМ, на *Pisum sativum*. Отмечено, что мутагенный эффект наиболее токсичных соединений выявляется при дозах, не превышающих  $\text{EC}_{50}$ , большие концентрации существенно уменьшают пролиферативную активность клеток, занижая частоту цитогенетических нарушений.

Таким образом, мутагенный эффект металлов обнаруживают только при определенной интенсивности воздействия, которая, с одной стороны, еще не столь высока, чтобы вызвать острый токсический эффект, с другой – превосходит тот уровень нагрузки, с которым эффективно справляются защитные механизмы, включая ограничение поступления металлов в растение и цитозоль, внутриклеточную детоксикацию ТМ и репарацию индуцируемых ими повреждений. Второй важный вывод, следующий из результатов изучения цитогенетического действия металлов на растения, состоит в том, что нарушения деления клеток и ингибирование ростовых процессов проявляются в случае превышения определенной пороговой концентрации ТМ, которая намного выше уровня воздействия, приводящего к достоверному увеличению частоты aberrаций хромосом.

Например, изучение зависимости нарушений клеточного деления в корневых меристемах проростков семян *Crepis capillaris* L. при 27-часовом воздействии  $\text{CdCl}_2$  показало [5], что частота возникновения анома-

лий митоза, приводящих к летальным последствиям, достоверно возрастала, начиная с концентрации токсиканта  $5 \cdot 10^{-3}$  М, при этом увеличивалась и степень тяжести поражения клеток. Выявлена пороговость цитотоксического эффекта ТМ, регистрируемого по снижению митотического индекса клеток разных видов растений [8, 14, 15, 18, 28, 29, 46, 55, 64]. Достоверное по отношению к интактному контролю уменьшение прироста отрезков coleoptилей пшеницы происходило [31] начиная с  $2.5 \cdot 10^{-4}$  или  $5 \cdot 10^{-4}$  М соответственно  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  или  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

После превышения пороговой концентрации иона металла токсический эффект нарастает пропорционально интенсивности воздействия, вплоть до летальных нагрузок. Следует заметить, что, анализируя данные некоторых исследований [15, 46], можно обнаружить, что после критического снижения митотического индекса в определенном диапазоне, при достижении сублетальных концентраций металлов значение этого показателя снова повышается. На наш взгляд, данные указанных работ позволяют констатировать, что этот феномен является не следствием какого бы то ни было возобновления пролиферативной активности, а полной остановки метафазы в результате слипания хромосом (летальный эффект) и задержки про-, ана- и телофаз, к которой приводят [2] такие патологии, как К-митозы, отставание хромосом и анафазные мосты. Кроме того, наличие делящихся клеток на цитологических препаратах после обработки растений сверхлетальными концентрациями соединений металлов может быть [14] следствием возможности последних проявлять свойства фиксатора, т.е. быстро убивать клетки, не повреждая ядерный материал.

Увеличение доли делящихся на момент фиксации клеток может наблюдаться и при низких концентрациях металлов. Например, 6-часовое воздействие  $0.75 \cdot 10^{-3}$  М  $\text{CrCl}_3$  на корневые меристемы семян *Vicia faba* привело к повышению значений митотического индекса по отношению к контрольному варианту [46]. Это же явление наблюдали [15] после обработки корешков проростков семян *Allium cerea* растворами солей кадмия, никеля и алюминия в концентрациях 5-10 мкМ. Однако в данном случае сложно сказать, связано увеличение значений МИ с повышением митотической активности или оно представляет собой своеобразный маркер слабого цитотоксического эффекта, к которому приводят формирование профазного блока, задержка мета- и анафаз, как это было показано при изучении более высоких (несколько миллимолей) концентраций ТМ [4, 11, 13, 18, 52, 62, 78]. Поэтому для правильных выводов о степени цитотоксичности определенного соединения следует наряду с митотическим учитывать про-, мета- и ана-телофазные индексы, которые позволяют, хотя и приближенно, судить об относительной продолжительности отдельных стадий митоза, а также патологии расхождения хромосом и цитокинеза.

Проведенный нами анализ позволяет представить данные работ разных авторов в виде графической схемы (см. схему), отражающей основные закономерности индукции мутагенных и цитотоксических эффектов в зависимости от интенсивности воздействия ТМ. В общем случае при определенной концентрационной

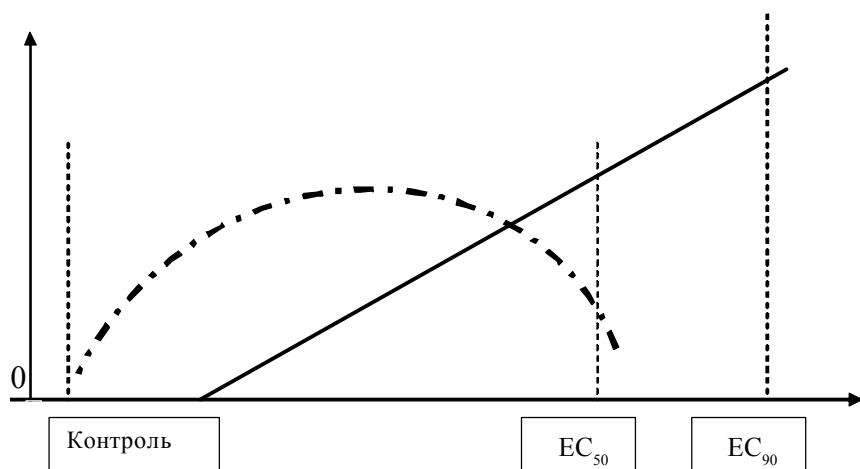


Схема зависимости уровней мутагенного ( — →) и цитотоксического ( — · —) эффектов (по оси ординат) от интенсивности воздействия (по оси абсцисс) ТМ на клетки растений, где  $EC_{50}$  и  $EC_{90}$  — эффективные концентрации, соответственно на 50 и 90 % ингибирующие деление меристематических клеток, и в контроле.

и временной нагрузке в цитологических экспериментах регистрируют сначала достоверное увеличение частоты структурных перестроек хромосом или микродер в клетках растений. Повышение нагрузки приводит к проявлению цитотоксических эффектов. В определенном диапазоне и мутагенный, и токсический эффекты нарастают до тех пор, пока не будет наблюдаться 50 %-ное ингибирование ростовых процессов. При достижении  $EC_{50}$  ( $EC_{50}$  — эффективная концентрация токсиканта, которая вызывает снижение прироста корней растений на 50 % по отношению к контролю [52]) мутагенный эффект не выявляется по причине критического снижения митотической активности клеток меристем растений в результате острого токсического действия ТМ, которое продолжает усиливать ся пропорционально интенсивности воздействия.

#### Молекулярные и клеточные механизмы реакции растений на воздействие тяжелых металлов

Проведенные за последнее время исследования показали, что существует много молекулярных и клеточных механизмов токсического и мутагенного действия металлов, в основе которых лежит их способность связываться непосредственно с аминокислотами, белками, замещать близкие по физико-химическим свойствам ионы металлов в ферментах, генерировать реакционноактивные свободные формы кислорода.

Интересно, что низкие концентрации металлов, еще не оказывающие токсического действия на клетки, снижают эффективность эксцизионной репарации. Это хорошо объясняет тот факт, что регистрируемые с помощью цитогенетических тест-систем нарушения структуры ДНК (генные мутации, хромосомные аберрации) начинают проявляться при концентрациях металлов более низких, чем те, которые индуцируют выраженные токсические эффекты. Причем в зависимости от концентрации и физико-химических свойств ионы металлов влияют на разные ферменты и белки, вовлеченные в репарацию ДНК, и индуцируют разные повреждения ДНК. Например, при действии на культуру клеток HELa Ni в концентрациях 50 и

100 мкМ снижал соответственно эффективность индуцируемой видимым светом репарации оксидативных повреждений оснований или разрывов ДНК. При повышении концентрации до 250 мкМ Ni влиял на обе системы репарации [45]. В то же время, увеличение числа разрывов ДНК наблюдали при 250 мкМ и выше, а частота  $F_{pg}$ -чувствительных сайтов (повреждения, связанные с модификацией оснований, распознаваемые с помощью бактериальной формамидопиримидин-ДНК гликозилазы, в репарации которых участвует цинк-содержащий фермент [47]) возрастала только при цитотоксической концентрации, равной 750 мкМ. В этом же исследовании установлено, что 0.5 мкМ кадмия снижает эффективность ин-

дуцируемой видимым светом репарации оснований, но не влияет на репарацию разрывов ДНК. Однако увеличение числа разрывов ДНК обнаруживается уже при 10 мкМ Cd, тогда как частота  $F_{pg}$ -чувствительных сайтов при этой концентрации металла не возрастает.

Анализ влияния низких, не считающихся цитотоксичными концентраций Ni, Pb, As (III), Co, Cd, Cu и Hg на репарацию повреждений ДНК при участии  $F_{pg}$ -протеина и белка ХРА млекопитающих [47] показал, что Ni, Pb, As (III) и Co в концентрациях, не превышающих 1 мМ, не изменяли активность  $F_{pg}$ -протеина, а Cd, Cu и Hg в концентрациях соответственно 50, 5 и  $50 \cdot 10^{-3}$  мкМ ингибировали репарацию повреждений олигонуклеотидов тем сильнее, чем выше была концентрация металла. Активность белка ХРА при действии Hg, Pb и As не менялась, но снижалась в случае с Cd, Co, Cu и Ni. Обратим внимание, на то, что, по крайней мере, в диапазоне исследуемых концентраций, Pb и As не изменяли активность  $F_{pg}$ -протеина и белка ХРА, участвующих в репарации оксидативных и вызванных УФ-светом повреждений ДНК. Однако в других работах получены результаты об ингибирующем действии свинца на ферменты репарации ДНК, хотя молекулярные механизмы этого процесса установлены не были [56, 77]. Показано [65], что  $As^{3+}$  ингибирует репарацию ДНК в результате связывания с ДНК-лигазой II — ферментом, содержащим большое число сульфгидрильных групп. Высказано предположение [73], что причиной мутагенного эффекта у бактерий при действии  $As^{3+}$  является ингибирование другого важного фермента —  $O^6$ -алкилгуанин-ДНК-алкилтрансферазы.

Установлено [86], что и цинк влияет на репарацию ДНК. В частности, в клетках млекопитающих он взаимодействует с  $O^6$ -алкилгуанин трансферазой [81] и влияет на активность ДНК-лигазы I, хотя и в меньшей степени, чем ионы кадмия [93]. Соединения Sb (III) ингибируют репарацию двойных разрывов ДНК [58]. Точный механизм действия сурьмы не известен, но предполагается, что блокировка осуществляется на этапе инициации поврежденных оснований. Накапливаются данные о влиянии урана, тяжелого естественно-го радионуклида, на геном. В одних исследованиях



предполагается, что его генотоксичность обусловлена нарушениями процессов репарации и/или репликации ДНК [48]. Другие авторы [89] считают, что возможна прямая индукция ураном повреждений ДНК. В присутствии аскорбата  $UO_2^{2+}$  взаимодействует с отрицательно заряженными остатками  $H_3PO_4$  скелета ДНК, приводя к гидролизу молекулы, тогда как маннитол (антиоксидант) и бычья каталаза снижают число индуцированных  $UO_2^{2+}$  разрывов ДНК плазмиды рBluescript SK<sup>+</sup>. Сходный механизм прямого воздействия на ДНК предложен для лантанидов [53].

Ионы металлов генерируют образование свободных форм кислорода, вызывающих повреждения оснований, одиночные разрывы ДНК и являющихся [67] сигналом к изменению генной экспрессии и апоптозу. Причем концентрации металлов, индуцирующие развитие свободнорадикальных процессов, приводящих к образованию дополнительных повреждений ДНК, превышают те, которые снижают эффективность репарации оксидативных повреждений, вызываемых свободными формами кислорода, образующимися в течение аэробного метаболизма клеток [45]. Параллельно усиливается вызванная влиянием ионов металлов инактивация ферментов репарации [45, 47]. Эти процессы, по-видимому, и обуславливают одновременное увеличение в определенном диапазоне концентраций, не превышающих [54]  $EC_{50}$  уровня регистрируемых в цитологических экспериментах мутагенных и токсических эффектов.

Некоторые металлы образуют с ДНК аддукты [60, 66, 74], а также сшивки ДНК–ДНК и ДНК–белок, являющиеся физическим барьером для осуществления репарационных процессов. Эти серьезные нарушения функционирования генома, приводящие к сильным токсическим эффектам и канцерогенезу [74], наблюдаются, по-видимому, при высоких концентрациях металлов. Например [40], уровень гомологичной рекомбинации, необходимой для осуществления репарации межнитевых сшивок и двунитевых разрывов ДНК, не повышался при обработке *in vivo* клеток корней *Nicotiana tabacum* кадмием в нетоксичных концентрациях 0.02–0.08 мМ. Наряду с этим регистрируемая Comet-тестом поврежденность ДНК ядер корней растений *Nicotiana tabacum* со сниженной каталазной активностью увеличивалась с ростом концентрации металла быстрее, чем у дикого типа. Причем уровень повреждений ДНК изолированных ядер корней растений и мутантных, и дикого типа, не повышался. Отсюда можно заключить, что кадмий в указанном выше диапазоне концентраций вызывает повреждения ДНК опосредовано, через развитие свободнорадикальных процессов, и эти повреждения не включают двунитевых разрывов и межнитевых сшивок. Показано [7], что частота сшивок ДНК–белок при действии кадмия на мышей увеличивается при концентрации 0.01 мг/л, что в 10 раз превышает ПДК этого элемента для питьевой воды.

Значительный интерес представляет изучение механизмов влияния металлов на рост растений. Установлено, что ТМ ингибируют растяжение клеток [13, 90]. Одним из механизмов этого явления считают уменьшение эластичности клеточных стенок за счет образования ионами металлов поперечных связей с

карбоксильными группами пектинов. Ингибирование растяжения клеток приводит к уменьшению линейных размеров растений, однако резистентность к действию повреждающих агентов определяется, прежде всего, устойчивостью меристем и заключается в способности сохранять постоянным клеточный состав и поддерживать нормальные темпы клеточного размножения [24, 38].

Одним из важнейших механизмов, обеспечивающих возможность функционирования образовательных тканей в неблагоприятных условиях окружающей среды, в том числе при избытке ионов металлов, является контроль клеточного цикла. В настоящее время достигнут значительный прогресс в понимании того, посредством каких механизмов осуществляется связь изменений в окружающей среде с процессами, происходящими во время прохождения клетками митотического цикла [44, 57, 88]. Известно, что у всех эукариот движение по клеточному циклу контролируется циклинзависимыми киназами (CDK), которые связаны с определенными регуляторами – циклинами. На активность CDK оказывают влияние внутриклеточные сигналы, в том числе индуцируемые внешней средой, в роли которых могут выступать повреждения ДНК, изменение уровней содержания ауксина и цитокинина, окислительно-восстановительного гомеостаза [38] и мембранного потенциала, величина которого непосредственно связана с ионными градиентами, в частности  $K^+$ ,  $H^+$ ,  $Ca^{2+}$  [21]. В результате этих процессов изменяется длительность клеточного цикла растений за счет задержки в контрольных точках, в основном  $G_1/S$ ,  $G_2/M$ , и/или продолжительности определенных фаз. Например, повышение концентрации Zn до 10 мг/л в питательной среде, на которой проращивали семена кукурузы, приводило к увеличению длительности  $G_1$  в три, а S и  $G_2$  фаз соответственно в 1.2 и 1.3 раза [11]. Действие цинка на чувствительные и толерантные растения овсяницы красной (*Festuca rubra*) увеличивало продолжительность клеточного цикла (на 132 и 16 % соответственно) за счет задержки  $G_1$  [78].

Выявлено [42] угнетение митотической активности дрожжей, выращиваемых в среде с избытком Fe: продвижение по клеточному циклу останавливалось на стадии  $G_1$  вследствие нарушения трансляции мРНК циклинов Cln1 и Cln2. При изучении действия хрома на чувствительные и толерантные к нему линии кукурузы обнаружено [87], что в первом случае происходит задержка клеточного цикла в  $G_1$ , а во втором – небольшое увеличение продолжительности  $G_2$ . Влияние хрома и кадмия на водоросли *Euglena gracilis* и *Cladophora* sp. существенно увеличивало продолжительность  $G_1$  либо  $G_2$ , что вызывало резкое снижение митотической активности [39, 51, 63]. При воздействии высоких концентраций  $CO_2$  на клетки корневой меристемы *Dactylis* скорость пролиферации увеличивалась за счет сокращения продолжительности клеточного цикла, в основном  $G_1$  фазы [38]. Ведущая роль  $G_1$  в регуляции клеточного цикла показана в исследованиях с дрожжами [42], насекомыми, млекопитающими [71] и растениями [44, 57, 88]. По-видимому, при проращивании семян значение задержки предсинтетической стадии играет особую роль, поскольку клетки эмбриона синхронизированы в  $G_1$  либо на стадии  $G_1$  и

лишь частично  $G_2$  в зависимости от вида [37]. При неблагоприятных условиях среды увеличение продолжительности предсинтетической стадии, одновременно менее чувствительной [24] к повреждающим ДНК воздействиям (ионизирующему излучению, химическим мутагенам), должно обеспечивать возможность выживания меристематических клеток. Действительно, восстановление функций меристем растений при воздействии высоких концентраций кадмия [23] осуществлялось за счет клеток, находившихся во время обработки токсикантом в  $G_1$ .

Важно также отметить, что в зависимости от концентрации ионы металлов могут вызывать задержку клеточного цикла, необходимую для восстановления повреждений ДНК, в разных фазах. Например, умеренно токсичные концентрации  $Cr(VI)$  инициируют остановку  $G_1$  и увеличивают продолжительность S-фазы клеток дрожжей, тогда как при меньшем содержании этот металл блокирует  $G_2$  [74]. Влияние ионов свинца на клеточный цикл асинхронно делящихся меристем корней лукавицы *Allium cepa* L. выражается в его увеличении в среднем на 50 %, главным образом за счет удвоения продолжительности S фазы [91]. При этом наиболее чувствительными оказываются клетки, находившиеся в момент воздействия Pb в фазах S и  $G_2$ ; их продвижение по циклу задерживалось на 55 и 216 % соответственно. Интересно, что в последнем случае увеличение длительности митотического цикла являлось не следствием генетически детерминированного процесса регуляции клеточного цикла, а повреждения синтезирующегося в  $G_2$  тубулина [41, 75, 79], что в свою очередь приводило к появлению K-метафаз. Средняя продолжительность цикла у клеток, прошедших K-митоз, составляла 49 ч, что на 35.5 ч (216 %) больше, чем в контроле.

Повреждение нитей веретена деления при воздействии металлов наблюдали многие исследователи. Например, показано [84], что анеуплоидия, возникающая при действии солей Cd, Ni и Cr, вызвана нарушениями расхождения хромосом. При этом металлы не повреждали кинетохоры, а воздействовали непосредственно на нити веретена деления. В специальном эксперименте [5] установлено, что влияние высоких концентраций Cd на процесс расхождения хромосом к полюсам и цитокинез является следствием нарушения внутриклеточного баланса серы в результате связывания металла с SH-группами сократительных белков веретена и ферментов, ответственных за нормальный ход клеточного деления. Установлено [59], что полимеризация тубулина *in vitro* нарушается при действии Pb и Hg в концентрациях, превышающих  $2 \cdot 10^{-5}$  и  $1 \cdot 10^{-6}$  M соответственно. Следует отметить, что при увеличении концентрации свинца скорость полимеризации тубулина падает и в диапазоне от  $3 \cdot 10^{-5}$  до  $5 \cdot 10^{-5}$  M не изменяется. В то же время при увеличении концентрации ртути скорость полимеризации белка снижается, и при  $1 \cdot 10^{-5}$  M тубулин не полимеризуется. В эксперименте показано также, что Pb и Hg замедляют скольжение микротрубочек, стабилизированных таксолом.

Однако этот механизм вряд ли характерен для Th, Al, Cr, Mn, W, Ba, Ca, Zr, Mg, которые не образуют прочных соединений с тиолами [22]. В то же время показано, что, например, Th и Al вызывают нарушение

расхождения хромосом [15, 18, 49]. Следовательно, некоторые металлы, очевидно, могут приводить к аномалиям митоза и удлинению по этой причине клеточного цикла, опосредованно воздействуя на нити веретена деления или изменяя другие процессы, обеспечивающие нормальное движение хромосом к полюсам. Например, в экспериментах [92] с клетками волосков тычинок традесканции было установлено, что литий вызывал задержку или полную остановку анафазного движения хромосом, ингибируя полифосфоинозитидный цикл.

Таким образом, снижение скорости пролиферации клеток образовательных тканей растений может являться следствием разных по своей сути процессов: с одной стороны – находящейся под генетическим контролем регуляции клеточного цикла, позволяющей сохранять нормальное функционирование меристем при воздействии ТМ за счет увеличения либо времени на репарацию ДНК, либо длительности стадии, во время которой ДНК менее чувствительна к внешним воздействиям, с другой – приводящего к изменению плоидности клеток меристем нарушения тяжелыми металлами расхождения хромосом к полюсам и цитокинеза.

Представленные данные литературы о механизмах и цитогенетических эффектах отдельного действия металлов на растения позволяют нам акцентировать внимание на важных с точки зрения прогнозирования эффектов совместного действия ТМ выводах.

Синергизм в отношении индукции мутагенных эффектов должен выявляться при определенной низкой суммарной интенсивности воздействия ионов металлов, когда ресурсы надежности биологической системы еще не исчерпаны. Очевидно важным механизмом, который в этом диапазоне концентраций обусловит синергические мутагенные эффекты при совместном действии физических и химических факторов с металлами, является индуцируемое ТМ снижение эффективности работы систем репарации. Это ведет к увеличению выхода мутаций за счет части репарированных в норме спонтанных и индуцированных повреждений молекулы ДНК. О реальном существовании такого механизма [17] свидетельствуют результаты экспериментов [16, 26, 76], в которых показана зависимость пострадиационного восстановления клеток от эффективности работы систем репарации. Другим механизмом, который приведет к нелинейному отклику биологических систем на совместное воздействие ионов металлов, может быть изменение продолжительности клеточного цикла и обусловленное этим сокращение/увеличение времени для репарации повреждений ДНК. Доказательством тому служит установленный в экспериментальных исследованиях [6, 19] факт синергического увеличения выхода мутаций при усилении пролиферативной активности клеток.

Известно также, что определенные концентрации ионов металлов индуцируют образование или увеличение содержания в клетке эндогенных защитных веществ, способных снижать эффект воздействия другого агента [27]. При одновременном действии ТМ их токсический эффект должен быстро нарастать. Исключение составят те случаи [10, 12, 94], когда ионы проявляют антагонизм на пути поступления в клетки ра-

стений, при взаимодействии с клеточными структурами, разнонаправлено воздействуя на жизненноважные процессы или индуцируя образование эндогенных веществ, участвующих в детоксикации самих ТМ либо устранении вызванных ими повреждений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева-Попова Н.В. Клеточно-молекулярные механизмы металлоустойчивости растений // Устойчивость к тяжелым металлам дикорастущих видов. Л., 1991. С. 5-15.
2. Алов И.А. Цитофизиология и патология митоза. М.: Медицина, 1972. 264 с.
3. Бессонова В.П. Клеточный анализ роста корней *Lathyrus odoratus* L. при действии тяжелых металлов // Цитология и генетика, 1991. Т. 25, № 6. С. 18-22.
4. Бессонова В.П., Грицай З.В., Юсыпова Т.И. Использование цитогенетических критериев для оценки мутагенности промышленных поллютантов // Цитология и генетика, 1996. Т. 30, № 5. С. 70-76.
5. Ваулина Э. Н., Аникеева И.Д., Коган И.Г. Влияние ионов кадмия на деление клеток корневой меристемы *Crepis capillaris* (L.) Wallr. // Цитология и генетика, 1978. Т. 12, № 6. С. 497-503.
6. Виленчик М.М. Радиобиологические эффекты и окружающая среда. М.: Энергоатомиздат, 1991. 160 с.
7. Влияние хронического воздействия кадмия и  $\gamma$ -излучения в малых дозах на генетические структуры мышей / А.Н. Осипов, М.В. Григорьев, В.Д. Сыпин и др. // Радиационная биология. Радиоэкология, 2000. Т. 40, № 4. С. 373-377.
8. Генотоксический эффект хлористого кадмия в различных тест-системах / М.Г. Пешева, С.Г. Чанкова, И.В. Аврамова и др. // Генетика, 1997. Т. 33, № 2. С. 183-188.
9. Годовиков А.А. Орбитальные радиусы и свойства элементов. Новосибирск: Наука, 1977. 156 с.
10. Гудков И.Н., Гигинейшвили К.А., Гродзинский Д.М. Защита растений от лучевого поражения в условиях хронического и острого гамма-облучения. Эффективность солей цинка, железа и марганца // Радиационная биология. Радиоэкология, 1990. Т. 30, вып. 2. С. 166-169.
11. Гудков И.Н., Гуральчук Ж.З., Петрова С.А. Цитотоксическое и цитогенотоксическое действие цинка на растения и его снятие с помощью магния // ДАН УССР, 1986. № 12. С. 61-63.
12. Гудков И.Н., Кицно В.Е., Грисюк С.Н. Противолучевая защита растений с помощью солей металлов в условиях радиоактивного загрязнения территорий // Радиационная биология. Радиоэкология, 1999. Т. 39, вып. 2-3. С. 349-353.
13. Гуральчук Ж.З. Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам // Физиология и биохимия культурных растений, 1994. Т. 26. С. 107-117.
14. Довгалюк А.И., Калиняк Т.Б., Блюм Я.Б. Оценка фито- и цитотоксической активности соединений тяжелых металлов и алюминия с помощью корневой апикальной меристемы лука // Цитология и генетика, 2001. Т. 1. С. 3-9.
15. Довгалюк А.И., Калиняк Т.Б., Блюм Я.Б. Цитогенетические эффекты солей токсичных металлов на клетки апикальной меристемы проростков *Allium sera* L. // Цитология и генетика, 2001. Т. 2. С. 3-10.
16. Дубинин Н.П. Потенциальные изменения ДНК и мутации. Молекулярная цитогенетика. М.: Наука, 1978. 242 с.
17. Евсеева Т.И., Гераськин С.А. Сочетанное действие факторов радиационной и нерадиационной природы на традесканцию. Екатеринбург, 2001. 156 с.
18. Евсеева Т.И., Гераськин С.А., Храмова Е.С. Сравнительная оценка ранних и отдаленных реакций клеток растений на кратковременное и хроническое сочетанное воздействие  $^{232}\text{Th}$  и Cd // Цитология и генетика, 2003. № 3. С. 61-66.
19. Евсеева Т.И., Зайнуллин В.Г. Сочетанное действие хронического гамма-облучения и нитрата тория-232 на традесканцию (клон 02) в условиях водной культуры // Радиационная биология. Радиоэкология, 1998. Т. 38, вып. 6. С. 856-864.
20. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 498 с.
21. Кафиани К.А., Маленков А.Г. Роль ионного гомеостаза клетки в явлениях роста и развития // Успехи современной биологии, 1976. Т. 81, № 3. С. 445-463.
22. Левина Э.Н. Общая токсикология металлов. Л.: Медицина, 1972. 184 с.
23. Мельничук Ю.П. Влияние ионов кадмия на клеточное деление и рост растений. Киев: Наукова думка, 1990. 148 с.
24. Механизмы радиоустойчивости растений / Под ред. Д.М. Гродзинского. Киев: Наукова думка, 1976. 167 с.
25. Мецлер Д. Биохимия. Химические реакции в живой клетке. М.: Мир, 1980. Т. 1. 407 с.
26. Петин В.Г., Рябченко Н.И., Суринов Б.П. Концепция синергизма в радиобиологии // Радиационная биология. Радиоэкология, 1997. Т. 37, вып. 4. С. 482-487.
27. Привезенцев К.В., Сирота Н.П., Газиев А.И. Исследование генотоксических эффектов кадмия *in vivo* // Цитология и генетика, 1996. Т. 30, № 3. С. 45-51.
28. Реутова Н.В. Мутагенное влияние иодидов и нитратов серебра и свинца // Генетика, 1993. Т. 29, № 6. С. 928-933.
29. Реутова Н.В., Шевченко В.А. О мутагенном влиянии двух различных соединений свинца // Генетика, 1991. Т. 27, № 7. С. 1275-1279.
30. Рупошев А.Р. Цитогенетические эффекты ионов тяжелых металлов на семена *Crepis capillaris* L. // Генетика, 1976, Т. 12, № 3. С. 35-43.
31. Сынзыныс Б.И., Буланова Н.В., Козьмин Г.В. О фито- и генотоксическом действии алюминия на проростки пшеницы // Сельскохозяйственная биология, 2002. № 1. С. 104-109.
32. Устойчивость цианобактерий и микроводорослей к действию тяжелых металлов: роль металлсвязывающих белков / А.Ф. Лебедева, Я.В. Саванина, Е.Л. Барский и др. // Вестн. МГУ, 1998. № 2. Сер. 16. Биология. С. 42-49.
33. Феник С.И., Трофимьяк Т.Б., Блюм Я.Б. Механизмы формирования устойчивости растений к тяжелым металлам // Успехи современной биологии, 1995. Т. 115, № 3. С. 261-273.
34. Чекунова М.П., Фролова А.Д. Современные представления о биологическом действии металлов // Гигиена и санитария, 1986. Т. 12. С. 18-21.
35. Assessment of toxic interactions of heavy metals in binary mixtures: a statistical approach / N.H. Ince, N. Dirilgen, I.G. Apikyan et al. // Arch. Environ. Contaminat. Toxicol., 1999. Vol. 36. P. 365-372.
36. Barcelo J., Poschenrieder Ch. Plant water relations as affected by heavy metal stress: a review // J. Plant Nutrition, 1990. Vol. 13, № 3. P. 1-37.
37. Bewley J.D., Black M. Seeds. Physiology of development and germination. N.-Y.: Plenum Press, 1994.
38. Boer B.G.W., Murray J.A.H. Triggering the cell cycle in plants // Trends in cell biology, 2000. Vol. 10. P. 245-250.
39. Cadmium cytotoxicity and variations in nuclear content of DNA in *Euglena gracilis* J. Bonaly, A. Bariaud, S. Duret et al. // Physiologia plantarum, 1980. Vol. 49. P. 286-290.

40. Cadmium induces DNA damage in tobacco roots, but no DNA damage, somatic mutations or homologous recombination in tobacco leaves / *T. Gichner, Z. Patkova, J. Szakova et al.* // *Mutat. Res.*, 2004. Vol. 559, № 1-2. P. 49-57.
41. Cell cycle control in synchronously dividing antheridial filaments of *Chara vulgaris* L. as revealed by cyclohexemid pulse treatment / *M.L. Olszewska, A. Bielecka, H. Kuran et al.* // *Folia Histochem. Cytobiol.*, 1982. Vol. 20. P. 3-24.
42. Cell-cycle arrest and inhibition of G<sub>1</sub> cyclin translation by iron in AFT1-1<sup>up</sup> yeast / *C.C. Philpott, J. Rashford, Y. Yamaguchi-Iwai et al.* // *The EMBO Journal*, 1998. Vol. 17. P. 5026-5036.
43. *Chakravarty B., Strivastava S.* Toxicity of some heavy metals in vivo and in vitro in *Helianthus annuus* // *Mutat. Res.*, 1992. Vol. 283. P. 287-294.
44. Cyclin-dependent kinases and cell division in plants – the nexus / *V.V. Mironov, L. De Veylder, M. van Montagu et al.* // *Plant Cell*, 1999. Vol. 11(4). P. 509-522.
45. *Dally H., Hartwig A.* Induction and repair inhibition of oxidative DNA damage by nickel(II) and cadmium(II) in mammalian cells // *Carcinogenesis*, 1997. Vol. 18. P. 1021-1026.
46. Detection of genotoxic effects of heavy metal contaminated soils with plant bioassays / *S. Knasmüller, E. Gottman, H. Steinkellner et al.* // *Mutat. Res.*, 1998. Vol. 420. P. 37-48.
47. Differential effects of toxic metal compounds on the activities of Fpg and XPA, two zinc finger proteins involved in DNA repair / *M. Asmuss, L.H. Mullenders, A. Eker et al.* // *Carcinogenesis*, 2000. Vol. 21. P. 2097-2104.
48. Evaluation of phytotoxicity of uranyl nitrate in *Allium* assay system / *B.B. Panda, K.K. Panda, J. Patra et al.* // *Indian J. Exp. Biol.*, 2001. Vol. 39, № 1. P. 57-62.
49. *Evseeva T.I., Khramova E.S.* Action of low concentration of <sup>232</sup>Th on *Tradescantia* (clone 02) and meristematic root tip cells of *Allium cepa* // High levels of natural radiation and radon areas: radiation dose and health effects (Munich, Germany, September 4-7, 2000). Vol. 2: Poster presentations. Bremenhaven (Germany), 2000. P. 489-492.
50. *Fargasova A.* Root growth inhibition, photosynthetic pigments production and metal accumulation in *Sinapsis alba* as the parameters for trace metals effect determination // *Bull. Environ. Contaminat. Toxicol.*, 1998. Vol. 61. P. 762-769.
51. *Fasulo M.P., Bassi M., Donini A.* Cytotoxic effects of hexavalent chromium in *Euglena gracilis* II: physiological and ultrastructural studies // *Protoplasma*, 1983. Vol. 144. P. 35-43.
52. *Fiskesjo G.* The allium test – an alternative in environmental studies: the relative toxicity of metal ions // *Mutat. Res.*, 1988. Vol. 197. P. 243-260.
53. *Franklin S.J.* Lanthanide-mediated DNA hydrolysis // *Current opinion in chemical biology*, 2001. Vol. 5, № 2. P. 201-208.
54. *Galloway S.M.* Cytotoxicity and chromosome aberrations *in vitro*: experience in industry and the case for an upper limit on toxicity in the aberration assay // *Environ. Mol. Mutagenesis*, 2000. Vol. 35. P. 191-201.
55. Genotoxic effects of heavy metals: comparative investigation with plant bioassays / *H. Steinkellner, K. Mun-Sik, C. Helma et al.* // *Environ. Mol. Mutagenesis*, 1998. Vol. 31. P. 183-191.
56. *Hartwig A., Schleppegrell R., Beyersmann D.* Indirect mechanism of lead-induced genotoxicity in cultured mammalian cells // *Mutat. Res.*, 1990. Vol. 241. P. 75-82.
57. *Huntley R.P., Murray J.A.H.* The plant cell cycle // *Current opinion in plant biology*, 1999. Vol. 2. P. 440-446.
58. Inhibition of DNA-double strand break repair by antimony compounds / *S. Takahashi, H. Sato, Y. Kubota et al.* // *Toxicol.*, 2002. Vol. 180, № 3. P. 249-256.
59. Interaction of metal salts with cytoskeletal motor protein systems / *R. Thier, D. Bonacker, T. Stoiber et al.* // *Toxicol. Lett.*, 2003. Vol. 140-141. P. 75-84.
60. *Jacobson K.B., Turner J.I.* The interaction of cadmium and certain other metal ions with proteins and nucleic acids // *Toxicol.*, 1980. Vol. 16. P. 1-37.
61. *Kak S.N., Kaul B.L.* Role of manganese ions on the modification of the mutagenic activity of some alkylating agents // *Citologia*, 1973. № 38. P. 577-585.
62. *Kocik H., Wajciechowska B., Ligusinska A.* Investigation on the cytotoxic influence of zinc on *Allium cepa* roots // *Acta Soc. Bot. Pol.*, 1982. Vol. 51, № 3. P. 3-9.
63. *Krajewska M.* Number of nuclei, mitotic activity and cell length in *Cladophora sp.* thallus treated with cadmium and chromium // *Acta Soc. Bot. Pol.*, 1996. Vol. 65. P. 249-265.
64. *Lerda D.* The effect of lead on *Allium cepa* L. // *Mutat. Res.*, 1992. Vol. 284. P. 89-92.
65. *Li J.H., Rossman T.G.* Inhibition of DNA ligase activity by arsenite: a possible mechanism of its comutagenesis // *Mol. Toxicol.*, 1989. Vol. 2. P. 1-9.
66. Mechanisms of chromium-induced suppression of RNA synthesis in cellular and cell-free systems: relationship to RNA polymerase arrest / *J. Xu, F.C. Manning, T.J. O'Brien et al.* // *Mol. Cell. Biochem.*, 2004. Vol. 255, № 1-2. P. 151-160.
67. Molecular and cellular mechanisms of cadmium carcinogenesis / *M. Waisberg, P. Joseph, B. Hale et al.* // *Toxicol.*, 2003. Vol. 192, № 2-3. P. 95-117.
68. *Montvydiene D., Marciulioniene D.* Assessment of toxic interactions of heavy metals in a multicomponent mixture using *Lepidium sativum* and *Spirodela polyrrhisa* // *Environ. Toxicol.*, 2004. Vol. 19. P. 351-358.
69. *Mukhopadhyay M.J., Sharma A.* Comparison of different plants in screening for MN clastogenicity // *Mutat. Res.*, 1990. № 242. P. 157-161.
70. *Munzuroglu O., Geckil H.* Effects of metals on seed germination, root elongation and coleoptile and hypocotyl growth in *Triticum aestivum* and *Cucumis sativus* // *Arch. Environ. Contaminat. Toxicol.*, 2002. Vol. 43. P. 203-213.
71. *Neufeld T.P., Edgar B.A.* Connections between growth and the cell cycle // *Current opinion in cell biology*, 1998. Vol. 10. P. 784-790.
72. *Nishioka H.* Mutagenic activities of metal compounds in bacteria // *Mutat. Res.*, 1975. Vol. 31. P. 185-189.
73. *Nunoshiba T., Nishioka H.* Sodium arsenite inhibits spontaneous and induced mutations in *E. coli* // *Mutat. Res.*, 1987. Vol. 184. P. 99-105.
74. *O'Brien T.J., Ceryak S., Patierno S.R.* Complexities of chromium carcinogenesis: role of cellular response, repair and recovery mechanisms // *Mutat. Res.*, 2003. Vol. 533, № 1-2. P. 3-36.
75. *Olszewska M.L., Marciniak K., Kuran H.* The timing of synthesis of proteins required for mitotic spindle and phragmoplast in partially synchronized root meristem of *Vicia faba* L. // *Eur. Cell Biol.*, 1990. Vol. 53. P. 89-92.
76. *Petin V.G., Berdnikova I.P.* Effect of elevated temperatures on the radiation sensitivity of yeast cells of different species // *Radiat. Environ. Biophys.*, 1979. Vol. 16, № 1. P. 49-61.

77. Popenoe E.A., Schmaeler M.A. Interaction of human DNA polymerase with ions of copper, lead and cadmium // Arch. Biochem. Biophys., 1979. Vol. 106. P. 109-201.
78. Powell N.J., Davies M.S., Fransis D. The influence of zinc on the cell cycle in the root meristem of a zinc tolerant and non-tolerant cultivar of *Festuca rubra* L. // New Phytol., 1986. Vol. 102, № 3. P. 419-428.
79. Rieder C.L., Palazzo R.E. Colcemid and the mitotic cycle // J. Cell Sci., 1992. Vol. 102. P. 387-392.
80. Rossman T.G. Metal mutagenesis // Toxicology of metals / Eds. R.A. Goyer, G.C. Cheria. New York: Springer-Verlag, 1995. P. 373-403.
81. Scicchitano D.A., Pegg A.E. Inhibition of O<sup>6</sup>-alkylguanine-DNA-alkyltransferase by metals // Mutat. Res., 1987. Vol. 192. P. 207-210.
82. Sengupta R.K., Ghosh P. Comparative assessment of the effects of lead nitrate through in vivo and in vitro studies on pea plant // Indian J. Agric. Res., 1996. № 30. P. 227-234.
83. Sengupta R.K., Ghosh P. Effect of Thuja-200 on induced chromosomal aberration // Environ. Ecol., 1993. № 11. P. 174-179.
84. Seoane A.I., Dulout F.N. Genotoxic ability of cadmium, chromium and nickel salts studied by kinetochore in the cytokinesis-blocked micronucleus assay // Mutat. Res., 2001. Vol. 490. P. 99-106.
85. Snow E.T. Metal carcinogenesis: Mechanistic considerations // Pharm. Ther., 1992. Vol. 53. P. 31-65.
86. Synder R.D., Davies G.F., Lachman P. Inhibition by metals of X-ray and ultraviolet-induced DNA repair in human cell // Biol. Trace Element Res., 1989. Vol. 21. P. 389-398.
87. The effect of Cr (IV) on different inbred lines of *Zea mays* I: nuclei and cell cycle in the root tip tissue / M.G. Corradi, M. Levi, R. Musetti et al. // Protoplasma, 1991. Vol. 162. P. 12-19.
88. The plant cell cycle in context / M.R. Fowler, S. Eyre, N.W. Scott et al. // Mol. Biotechnol., 1998. Vol. 10, № 2. P. 123-53.
89. Uranyl acetate causes DNA single strand breaks in vitro in the presence of ascorbate (vitamin C) / M. Yazzie, S.L. Gamble, E.R. Civitello et al. // Chem. Res. Toxicol., 2003. Vol. 16. P. 524-530.
90. Wainwright S.J., Woolhouse H.W. Some physiological aspects of copper and zinc tolerance in *Agrostis tenuis* Sibth.: cell elongation and membrane damage // J. Exp. Bot., 1977. Vol. 28, № 105. P. 1029-1036.
91. Wierzbicka M. The effect of lead on the cell cycle in root meristem of *Allium cepa* L. // Protoplasma, 1999. Vol. 207, № 3-4. P. 186-194.
92. Wolniak S.M. Litium alters mitotic progression in stamen hair cells of *Tradescantia* in a time-dependent and reversible fashion // J. Cell Biol., 1987. Vol. 44, № 2. P. 286-293.
93. Yang S.M., Becker F.F., Chan J.Y.H. Inhibition of human DNA ligase I activity by zinc and cadmium and the fidelity of ligation // Environmental molecular mutagenesis, 1996. Vol. 28. P. 19-25.
94. Zhang Y., Xiao H. Antagonistic effect of calcium zinc and selenium against cadmium induced chromosomal aberrations and micronuclei in root cells of *Hordeum vulgare* // Mutat. Res., 1998. Vol. 420, № 1-3. P. 1-6.

❖



## СТАТЬИ



## ГЕОГРАФИЯ И КЛАССИФИКАЦИОННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ АВТОМОРФНЫХ ПОЧВ НА ПОКРОВНЫХ СУГЛИНКАХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ



А. Пастухов

аспирант отдел почвоведения  
Института биологии Коми НЦ УрО РАН  
E-mail: [alpast@mail.ru](mailto:alpast@mail.ru)  
тел. (8212) 24 52 40



д.с.-х.н. В. Тонконогов

Почвенный институт им. В.В. Докучаева  
E-mail: [genesis@agro.geonet.ru](mailto:genesis@agro.geonet.ru)  
тел. (095) 230 80 63



д. с.-х. н., проф. И. Забоева

гл.н.с. отдела почвоведения  
Института биологии Коми НЦ УрО РАН

Научные интересы: география, генезис, классификация почв

На территории северной тайги Русской равнины традиционно в качестве автоморфных почв выделяются глее-подзолистые почвы [1, 7]. Специфика этих почв была предметом дискуссии [8], которая касалась наличия и устойчивости поверхностного оглеения в осветленном элювиальном горизонте. Подзолистая природа этих почв не подвергалась сомнению, и они всеми исследователями, включая авторов настоя-

щей статьи, рассматривались на правах подтипа в составе типа подзолистых почв. Основанием для этого служила приуроченность почв к подзоне северной тайги, а также наличие в их профиле осветленного и наиболее обедненного илом и полуторными оксидами подзолистого горизонта и залегающего ниже бурого остроконтурного горизонта. Такая идентификация изучаемых нами почв соответствует принципам эколого-гене-

тической концепции «Классификации и диагностики почв СССР» [3], в которой типовая и подтиповая принадлежность почв зависит не только от строения профиля, но и гидротермического режима, определяемого положением почвы в системе природных зон и подзон.

Наиболее широко распространенной почвообразующей породой, на которой формируются глее-подзолистые почвы, являются покровные пылеватые суглин-

ки, которые на севере Русской равнины приурочены главным образом к ее предуральской части и представляют собой отдельные массивы, окруженные двухчленными и песчаными отложениями. Верхняя и средняя часть профиля глееподзолистых почв обычно представлена легкими суглинками, которые на глубине порядка 80 см сменяются отложениями более тяжелого гранулометрического состава. Реже мощность легкосуглинистой части профиля изучаемых почв не превышает 50 см, что в целом характерно для более южных регионов европейской России, где формируются подзолистые и дерново-подзолистые почвы.

В настоящей работе предпринята попытка рассмотреть генезис и классификационное положение почв, которые, исходя из принципов «Классификации и диагностики почв России» [4] традиционно относятся к глее-подзолистым. В основе этой классификации лежат особенности морфологического строения почв, отражающие процессы их формирования, реализуемые в системе диагностических горизонтов и генетических признаков. Факторы почвообразования в диагностике почв учитываются лишь опосредованно через морфологические и определяемые аналитически устойчивые свойства почв.

Согласно новой классификации, подзолистые почвы относятся к отделу текстурно-дифференцированных почв, важнейшими общими свойствами которых является наличие осветленного и обедненного илом и полуторными оксидами элювиального горизонта EL и текстурного горизонта BT. При этом профиль почв должен быть резко дифференцирован по илу, кремнезему и полуторным оксидам. В связи с изложенным, целью настоящей работы является выяснение вопроса о соответствии свойств изучаемых нами глее-подзолистых почв диагностическим параметрам типа подзолистых почв.

Для решения поставленной задачи нами были предприняты целенаправленные полевые работы в северной тайге и лесотундре европейского Северо-Востока, а также проведен анализ имеющейся литературы по характеристике глееподзолистых почв. Непосредственные объекты полевых исследований расположены вдоль Печорской железной дороги к югу от г. Воркута вплоть до ж.д. станции Инта, а также в окрестностях пос. Троицко-Печорск. Всего в районе исследования было изучено 13 почвенных профилей. Все они расположены на

дренированных водораздельных пространствах, сложенных с поверхности пылеватыми легкими суглинками, которые на глубине порядка 80 см сменяются средними пылеватыми суглинками или валунной суглинистой мореной. Рассмотрим морфологическое строение трех характерных профилей автоморфных суглинистых почв, формирующихся в лесотундре, крайне северной и северной тайге Республики Коми.

Разрез 5-ПА-02 (фото 1). Лесотундра. 67°02'50" с.ш., 63°03' в.д. Заложен в окрестностях ж.д. станции Сейда, в 65 м к востоку от абсолютной отметки 124.8 м, пологий склон плоского холма восточной экспозиции, вблизи перегиба склона. Разреженный березово-еловый лес. Разрезы кустистой формы, высотой до 4-5 м, высота елей до 6 м. Кустарниковый ярус представлен ивами и ерником. Кустарнички: багульник, голубика, водяника, брусника, черника. В наземном покрове – зеленые и политриховые мхи, ягель.

O<sup>1</sup> 0-4(5) см – темно-коричневый рыхлый подстильно-торфяной горизонт, густо переплетен корнями кустарничков.

Ег 4(5)-8(11) см – сизовато-белесый пылеватый легкий суглинок, влажный, слабо выраженная горизонтальная делимость, уплотненный, переход постепенный, заметный по цвету и структуре, граница волнистая. Горизонт местами выклинивается.

BF 8(11)-14(19) см – ржаво-охристый легкий суглинок, икряная структура, уплотненный, переход постепенный, заметный по цвету.

CRMg 14(19)-33 см – сизовато-серовато-бурый легкий пылеватый суглинок, влажный. Структура угловато-крупитчатая, местами гранулированная. Размер структурных отдельных редко превышает 2-3 мм. Проявляется слабая горизонтальная делимость. Уплотнен, переход постепенный, малозаметный по цвету и плотности.

CRM 33-58 см – отличается более теплыми тонами окраски, структура мелкокомковато-ореховатая, размер педов до 7-10 мм. Переход постепенный, малозаметный по цвету и плотности, граница волнистая.

CRMС 58-85 см – бурый более холодных тонов легкий суглинок, влажный, уплотненный, комковато-мелкоореховатая структура.

В верхней части профиля горизонты часто не выдержаны, искривлены и прерывисты за счет криотурбаций.

Почва: Светлозем иллювиально-железистый глееватый.

Разрез 32-ПА-03 (фото 2, 3). Крайне северная тайга. 65°56'40" с.ш., 60°18' в.д. Заложен в 6 км на юг от ж.д. станции Инта. Дренированная приречная часть водораздела. Абсолютная высота 115 м. На общем плоском фоне мелкохолмистый мезорельеф. Березово-еловый лес. В подросте береза и ель. Подлесок не выражен. Наземный покров кустарничково-зеленомошный. Кустарничковый ярус представлен черникой, брусничкой, багульником, водяничкой. Встречаются куртинки политрихового мха и ягеля, плаун и хвощ. Разрез заложен на мезоповышении.

O 0-6(8) см – темно-коричневый рыхлый подстильно-торфяной горизонт, густо переплетен корнями кустарничков. Переход резкий.

Ег 6(8)-10(15) см – серовато-белесый с сизоватым оттенком, легкий пылеватый суглинок, влажный, мелкопористый, непрочная листоватая структура, слабо уплотнен, корни кустарничков и деревьев, встречаются вкрапления древесного угля. Переход резкий, граница волнистая.

BHF 10(15)-20 см – неоднородной окраски, от ржаво-коричневого до коричневатого-кофейного цвета, легкий пылеватый суглинок, влажный, псевдопесчаная (мелкая икряная) структура, слабоуплотнен, переход ясный по цвету и структуре, граница слабоволнистая.

CRMf 20-35 см – желтовато-бурый легкий пылеватый суглинок, влажный, непрочная мелкоореховатая крупитчатая структура с размером педов до 5 мм, слабо выраженная горизонтальная делимость, кроющиеся глинистые пленки отсутствуют, мелкопористый, уплотнен слабо, переход постепенный по цвету и структуре.

CRM 35-55 см – тускло-бурый легкий пылеватый суглинок, структура мелкоореховатая, по сравнению с вышележащим горизонтом размер педов увеличивается до 8-10 мм, глинистые кутаны отсутствуют. Структурные отдельные образуют непрочные плитки. Слабо уплотнен, влажный, переход ясный по структуре, плотности и гранулометрическому составу, граница ровная. Ниже следует литологически неоднородная толща.

2CRMt 55-75 см – тускло-бурый, средний суглинок, сырой, уплотнен. Структура плитчато-ореховатая. Размер структурных отдельных до 1-3 см. По граням педов – отдельные тонкие глинистые кутаны, при подсыхании видны сла-

<sup>1</sup> Индексы и названия горизонтов, а также названия почв даны согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004 г.).



бые скелетаны. Редкие включения гальки, переход ясный по цвету, структуре и включениям, граница ровная.

3Dg 75-120 см – неоднородной окраски, на сизовато-буром фоне ярко-охристые пятна и полосы, в нижней части горизонта выделяется охристая кайма до 15 см толщиной. Тяжелый суглинок, сырой, бесструктурный, плотный, много гальки и валунов, переход резкий по гранулометрическому составу и цвету, граница ровная.

4Dg 120-160 см – грязно-сизовато-серый, песок, слабоуплотнен, редкая галька и валуны в верхней части горизонта. Мокрый, сочится вода. С 160 см – грунтовые воды или верховодка.

Почва: Светлозем иллювиально-железистый глинисто-иллювирированный глееватый.

Разрез 30-ПА-03 (фото 4). Северная тайга. 62°42'30" с.ш., 56°08' в.д.; в 2 км к западу от пос. Троицко-Печорск. Левобережье ручья Динь-Ёль. Плоская вершина холма с покатыми склонами, абсолютная высота около 150 м. Еловый лес с примесью березы, пихты, осины и единично кедровой сосны. В подросте ель и пихта. Подлесок: можжевельник, жимолость, шиповник. Наземный покров мохово-кустарничковый: черника, брусника, зеленые мхи с куртинами политриховых мхов, хвощ, разреженный травяной покров: майник двулистный, костяника, кислица.

О 0-5(7) см – темно-коричневый рыхлый подстильно-торфяной горизонт.

Еg 5(7)-16-20 см – серовато-белесый с сизоватыми пятнами легкий пылеватый суглинок, местами выклинивается из-за ветровала, свежий, структура тонкоплитчатая, листоватая. Слабо уплотнен, много древесных корней, переход постепенный по цвету.

Еf 16(20)-30 см – отличается от предыдущего горизонта буровато-палевым цветом с охристыми пятнами. Переход постепенный по цвету и структуре.

CRM<sub>1</sub> 30-45 см – бурый легкий пылеватый суглинок, свежий, структура рассыпчатая мелкокомковато-ореховатая, размер педов до 5-7 мм. Слабо уплотнен, переход постепенный.

CRM<sub>2</sub> 45-80 см – тускло-бурый легкий пылеватый суглинок, свежий, структура мелко-ореховатая, размер «орехов» укрупняется по сравнению с предыдущим горизонтом, достигая 7-10 мм. Структурные отдельности, в основном по верхним граням, покрыты светлыми скелетанами и образуют непрочные плитки. Несколько более плотный, переход ясный по структуре и гранулометрическому составу, граница ровная.

2CRM 80-105 см – тускло-бурый средний суглинок, влажный, структура плитчато-мелко-ореховатая, структурные отдельности размером до 15 мм, покрыты светлыми скелетанами, уплотнен, поры по ходам корней, переход ясный по структуре и сложению, граница ровная.

CRMt 105-150 см – тускло-бурый, темнее и влажнее предыдущего горизонта, средний суглинок, плотный, шпировая структура, толстые плитки разбиты на орехи, покрыты тонкими глинистыми кутанами и светлыми скелетанами.

Глинистые кутаны встречаются также по вертикальным трещинам. Редкие поры по ходам корней, переход ясный по ослаблению признаков почвообразования, граница ровная.

CRMС 150-170 см – тускло-бурый средний суглинок, отличается плохо выраженной плитчатой структурой, отсутствием кутан и скелетан, большим увлажнением при отсутствии выраженных признаков оглеения.

Почва: Светлозем иллювиально-железистый глинисто-иллювирированный поверхностно-глееватый.

Все эти почвы, согласно традиционному подходу к диагностике почв [3], относятся к глее-подзолистым. Напомним, что согласно принципам новой почвенной классификации [4], непременным атрибутом подзолистых, в том числе глее-подзолистых почв, является текстурный горизонт. Последний характеризуется бурым или коричневатобурым цветом, ореховато-призматической многопорядковой структурой и четкими признаками вмывания глинистого вещества в виде обильных аккумулятивных многослойных глинистых, пылевато-глинистых, гумусово-глинистых, железисто-глинистых пленок на гранях структурных отдельностей. Эти пленки придают более темную окраску поверхности педов по сравнению с внутрипедной массой. Верхняя граница текстурного горизонта обычно залегает на глубине 30-40 см.

Как видно из приведенных описаний, горизонт, расположенный в средней части профиля, не соответствует диагностике текстурного горизонта. В почвах, являющихся предметом нашего изучения, элементы структурной организации, характерной для горизонта ВТ, могут наблюдаться (в ослабленной форме) только в нижней среднесуглинистой части профиля. Их незначительное проявление вызвано относительно глубоким залеганием среднесуглинистых отложений и, возможно, ослаблением дифференцирующих почвенных процессов в условиях крайнего севера таежной зоны.

Необходимо также отметить, что аналитические данные, характеризующие описанные выше разрезы, свидетельствуют о слабой дифференциации профиля изученных почв по илу и валовому содержанию  $Al_2O_3$ . Существенная дифференциация наблюдается только по оксиду железа в верхней части профиля (табл. 1, 2).

Для проверки полученных результатов по единичным разрезам мы проанализировали и обобщили материалы литературы, касающиеся внутрипрофильного распределения ила – одного из важ-



Таблица 1

Гранулометрический состав почв, %

Горизонт	Глубина, см	Потеря от 0.05 н НСl	Размер фракции, мм						
			1.00-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001	<0.01
Разрез 5-ПА. Светлозем иллювиально-железистый глееватый									
Eg	5-10	1.09	0	30	40	8	6	16	30
BF	10-20	0.97	0	18	51	6	8	17	31
CRMg	20-40	0.57	0	13	54	6	7	20	33
CRM	40-50	0.31	0	13	55	6	7	19	32
CRMC	60-70	0.54	0	24	36	7	7	26	40
Разрез 32-ПА. Светлозем иллювиально-железистый глинисто-иллювирированный глееватый									
Eg	7-12	0.68	2	9	62	9	7	11	27
BHF	12-20	2.48	2	17	53	7	7	14	28
CRMf	20-30	1.01	1	7	58	7	7	20	34
CRM	40-50	0.70	1	7	59	6	4	23	33
2CRMt	60-70	0.55	6	10	48	8	8	20	37
3Dg	80-90	0.60	19	17	25	9	9	21	38
3Dg	105-115	0.80	27	20	19	5	11	18	34
4Dg	120-160	0.11	78	17	4	0	1	0	1
Разрез 30-ПА. Светлозем иллювиально-железистый глинисто-иллювирированный поверхностно-глееватый									
Eg	10-15	0.77	0	13	57	5	9	16	30
Ef	20-30	0.60	0	10	59	6	8	17	31
CRM <sub>1</sub>	30-40	0.51	0	31	40	6	8	15	29
CRM <sub>2</sub>	60-70	0.43	0	10	63	4	5	18	27
2CRM	90-100	0.51	0	12	60	4	5	19	28
CRMt	110-120	0.69	0	7	58	4	5	26	35
CRMt	140-150	0.78	0	10	58	4	1	27	32
CRMC	160-170	0.49	0	23	42	5	5	25	35

Таблица 2

Валовой химический состав почв, % на прокаленную почву

Генетический горизонт	Глубина образца, см	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Разрез 5-ПА. Светлозем иллювиально-железистый глееватый									
Eg	5-10	77.21	1.89	11.95	0.97	0.20	6.91	2.20	0.89
BF	10-20	76.8	3.68	12.46	0.67	0.23	5.39	1.81	0.62
CRMg	20-40	74.62	3.60	12.63	0.74	0.22	6.14	1.91	0.46
CRM	40-50	73.43	3.38	12.13	0.73	0.28	7.43	1.95	0.74
CRMC	60-70	70.34	4.18	13.42	0.78	0.39	7.78	2.00	0.71
Разрез 32-ПА. Светлозем иллювиально-железистый глинисто-иллювирированный глееватый									
Eg	7-12	81.22	1.12	11.09	1.13	0.42	0.86	1.50	1.54
BHF	12-20	72.50	4.79	13.51	0.96	0.58	1.73	1.69	0.99
CRMf	20-30	73.29	4.49	13.14	0.94	0.62	1.79	1.95	0.75
CRM	40-50	72.81	4.40	12.90	0.91	0.64	2.10	1.93	0.98
2CRMt	60-70	73.26	4.65	13.68	0.97	0.70	2.26	1.94	1.00
3Dg	80-90	72.69	4.95	13.27	0.91	0.66	1.98	1.75	0.79
3Dg	105-115	67.96	7.08	13.72	0.94	0.70	1.92	1.60	1.02
4Dg	120-160	81.45	0.84	9.21	0.23	0.31	1.12	0.70	0.45
Разрез 30-ПА. Светлозем иллювиально-железистый глинисто-иллювирированный поверхностно-глееватый									
Eg	10-15	80.30	1.67	10.46	0.60	0.58	0.36	1.49	1.34
Ef	20-30	78.80	2.69	10.88	0.70	0.57	0.58	1.44	1.43
CRM <sub>1</sub>	30-40	80.30	2.25	10.50	0.58	0.56	0.57	1.46	1.55
CRM <sub>2</sub>	60-70	79.70	2.58	10.41	0.58	0.69	0.72	1.59	1.84
2CRM	90-100	77.90	2.93	11.94	0.68	0.69	1.14	1.60	1.47
CRMt	110-120	76.70	3.99	11.80	0.74	0.84	1.60	1.83	1.54
CRMt	140-150	75.00	3.30	13.87	0.57	0.75	1.32	1.65	1.21
CRMC	160-170	76.90	3.10	13.83	0.63	0.75	1.23	1.70	1.17

ных показателей, позволяющих судить о характере внутривертикальной дифференциации вещественного состава почв. Всего были рассмотрены аналитические данные по 21 профилю почв, отнесенных авторами материалов к глее-подзолистым. Из этой совокупности три профиля формируются на валунной морене, 18 – на покровных пылеватых суглинках, при этом в 15 профилях верхняя легкосуглинистая толща имеет мощность около 80 см (табл. 3).

Из приведенных данных следует, что верхняя и средняя часть профиля (до 80 см) весьма слабо дифференцирована по илу. Рассчитанный по этим данным коэффициент дифференциации (КД) ила при сравнении верхней 20 см элювиальной толщи со средней частью профиля не составляет 1.3, достигая 1.7 при сравнении с наиболее тяжелой (80-120 см) частью профиля. (Для сравнения напомним, что в подзолистых почвах средней тайги средний показатель КД ила в расчете на текстурный горизонт составляет 2.6 [8]). Судя по морфологическим описаниям, в рассмотренной группе профилей текстурный горизонт отсутствует. Вместе с тем, как и в исследованных нами почвах, в нижней части профиля могут наблюдаться слабые, но вполне диагностируемые морфологические признаки текстурного горизонта в виде ореховатой структуры и тонких глинистых кутан на поверхности педов. Об этом же свидетельствуют очень тщательные макро-, мезо- и микроморфологические описания глее-подзолистой почвы под Троицко-Печорском [6]. Еще раз подчеркнем, что признаки специфического оструктурирования и иллювирирования глины наблюдаются только в нижней средне-суглинистой части профиля.

Такого рода гранулометрическая дифференциация глее-подзолистых почв обычно объясняется элювиальными процессами, протекавшими в прошедшие эпохи голоценового почвообразования [5]. Однако экстраполяция известной концепции [7], разработанной для дерново-подзолистых и подзолистых почв, на описанные выше почвы представляется нам мало убедительной. Мы полагаем, что феномен утяжеления гранулометрического состава в нижней (глубже 80 см) части профиля наиболее логично объясняется литологическими особенностями покровных суглинков северо-востока Русской равнины. Последние представлены преимущественно легкими суглинками, которые на глубине около метра подстилаются покровными или моренными (часто валунными) суглинками более тяжелого гранулометрического состава. Смена гранулометри-

ческого состава на глубине 100-120 см характерна также для большинства текстурно-дифференцированных почв центра Русской равнины, формирующихся на покровных суглинках [1, 6, 8]. Однако, в этих почвах верхний нанос, судя по всему, изначально был представлен средне- или тяжелосуглинистой толщей, в пределах которой благодаря дифференцирующим почвенным процессам сформировались элювиальный и текстурный горизонты. При этом последний залегает на глубине 30-80 см.

Вместе с тем, среди почв, относимых к глее-подзолистым, имеются профили [1], в которых наблюдается значительная дифференциация по илу в пределах 80 см (табл. 3). Так, КД ила между элювиальным горизонтом и средней частью профиля достигает 1.6, что превышает нижнюю границу, принятую для текстурно-дифференцированных почв (1.4). В этих профилях на глубине около 50 см прослеживаются слабые морфологические признаки, характерные в полной мере для текстурного горизонта: элементы ореховатой структуры, отдельные тонкие глинистые кутаны. Все эти почвы формируются на средних и тяжелых пылеватых суглинках. Аналогичная картина характерна и для глее-подзолистых почв, формирующихся на валунной морене с явно двучленным строением профиля (табл. 3).

Итак, среди почв традиционно относимых к глее-подзолистым, выделяются две группы, различающиеся по характеру и степени проявления гранулометрической дифференциации, а также по наличию (отсутствию) текстурного горизонта.

1. Почвы с верхней легко-среднесуглинистой толщей, сменяемой с глубины 30-50 см средними или соответственно тяжелыми суглинками. Эти почвы имеют более или менее отчетливо диагностируемый текстурный горизонт, залегающий в средней части профиля. Важно подчеркнуть, что для формирования этого горизонта в данном случае не важен генезис текстурно-дифференцированного профиля, который может быть как преимущественно педогенным, так и результатом литологической прерывистости. Иными словами, почвы с текстурным горизонтом, по-видимому, способны формироваться только на субстратах не легче средних суглинков.

Рассматриваемая группа почв вполне соответствует диагностике глее-подзолистых почв (точнее глее-подзолистых с микропрофилем подзола), которые в «Классификации и диагностике почв России» [4] выделяются в качестве подтипа в типе подзолистых почв. Послед-

ние входят в состав отдела текстурно-дифференцированных почв.

2. Почвы, в которых верхняя легкосуглинистая толща сменяется более тяжелыми отложениями на глубине порядка 80 см. Это слишком глубоко для формирования текстурного горизонта. Здесь фиксируются только слабые признаки характерного для текстурного горизонта оструктурирования и иллювиования глины. В связи с отсутствием в рассматриваемой группе почв важнейшего диагностического показателя подзолистых почв – текстурного горизонта и весьма слабой гранулометрической дифференциацией, они (в рамках новой классификации) не могут быть отнесены к глее-подзолистым.

О классификационном положении и номенклатуре изучаемых почв. По своему морфологическому строению (наличию подзолистого, иллювиально-железистого и криометаморфического горизонтов), внутрипрофильному распределению гранулометрического состава, валовых оксидов железа и алюминия, а также оксалаторастворимых форм железа изучаемые нами автоморфные почвы европейской северной тайги и лесотундры в наибольшей степени близки к почвам, которые под различными названиями (элювиально-глеевые, подзолистые элювиально-глеевые, глееземы дифференцированные, светлоземы) описаны в северной и средней тайге Западно-Сибирской равнины, где они являются широко распространенным элементом почвенного покрова наиболее дренированных поверхностей, сложенных пылеватыми, главным образом легкосуглинистым отложениями, мощность которых превышает 1 м. В новой почвенной классификации рассматриваемые почвы соответствуют диагностике типа светлоземов иллювиально-железистых отдела криометаморфических почв [4]. Именно эти почвы характеризуют все приведенные выше морфологические описания профилей и их аналитические свойства (табл. 1, 2).

Региональные особенности изучаемых нами почв в северной тайге северо-востока Русской равнины, заключаются в сочетании криогенного метаморфизма со слабыми проявлениями текстурной дифференциации и вмывания глинистого вещества в нижней части профиля. Последнее дает основание выделить рассматриваемые почвы на правах глинисто-иллювиированного подтипа светлоземов иллювиально-железистых. Этот подтип является переходным от отдела криометаморфических почв к отделу текстурно-дифференцированных почв [4].

Таким образом, автоморфные суглинистые почвы северной тайги и лесотун-

Таблица 3  
Средние значения величин содержания (%) ила в профиле почв на легких и средних пылеватых и валунных моренных суглинках

Глубина, см	M	I	n
Легкие (до глубины 80 см) (по [1, 2, 6, 8])			
5-20	13.7	6-20	29
20-50	17.3	12-22	23
50-80	18.7	14-26	14
80-140	23.2	18-28	21
Средние пылеватые (по [1])			
5-20	17.2	11-23	6
20-50	18.2	14-25	5
50-80	28.2	27-31	6
80-140	31.2	27-33	5
Валунные моренные (по [1])			
5-20	14.2	12-17	6
20-50	16.6	12-24	5
50-80	26.7	17-32	4
80-140	26.4	22-30	5

Примечание: M – среднее арифметическое; I – интервал; n – число повторностей.

дры европейского северо-востока, традиционно относимые к глее-подзолистым, согласно принципам новой субстантивно-генетической классификации разделяются на два выдела высокого таксономического уровня. Это глее-подзолистые почвы, относящиеся к отделу текстурно-дифференцированных почв и светлоземы иллювиально-железистые глинисто-иллювиированные в составе отдела криометаморфических почв.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Забоева И.В.* Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар, 1975. 344 с.
2. *Ильина Л.П.* Почвы южной части правобережной зоны Печорского водохранилища (сойвинский профиль) // Влияние водохранилищ лесной зоны на прилегающие территории. М.: Наука, 1970. С. 86-104.
3. Классификация и диагностика почв СССР. М., 1977. 223 с.
4. Классификация и диагностика почв России. Смоленск, 2004. 343 с.
5. Организация, состав и генезис дерново-палево-подзолистой почвы на покровных суглинках: морфологическое исследование / В.О. Таргульян, А.Г. Бурина, А.В. Куликов и др. М, 1974. 55 с.
6. *Русанова Г.В.* Микроморфология глее-подзолистых почв северо-таежных лесов европейского Северо-Востока // Почвоведение, 1981. № 5. С.28-38.
7. *Таргульян В.О., Александровский А.Л.* Эволюция почв в голоцене (проблемы, факты, гипотезы) // История биогеоценозов СССР в голоцене. М.: Наука, 1976. С. 57-78.
8. *Тонконогов В.Д.* Глинисто-дифференцированные почвы европейской России. М., 1999. 143 с. ❖





**ФЛОРА ПЕЧЕНОЧНИКОВ РАВНИННОЙ ЧАСТИ ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА**

к.б.н. **М. Дулин**  
 м.н.с. отдела геоботаники и проблем природовосстановления  
 E-mail: dulin@ib.komisc.ru, тел.: (8212) 24 50 12

Научные интересы: *бриология, флора печеночников*

**П**еченочники (Hepaticae) – широко распространенная по всему миру своеобразная группа высших растений. Побеги печеночников в большинстве своем имеют очень мелкие размеры (рис. 1). Их можно обнаружить почти во всех таежных биотопах, но везде роль печеночников незначительна. Являясь одним из множества компонентов экосистемы, печеночники заслуживают тщательного изучения. Первым важным шагом в этом направлении является инвентаризация видового состава флоры. В настоящее время в связи с обострившейся проблемой сохранения биологического разнообразия работы по инвентаризации бриофлор актуальны. Особенно важны исследования, направленные на изучение флор особо охраняемых природных территорий. Бриофлора Печоро-Илычского биосферного заповедника, несмотря на значительный объем проделанной работы [2-6], изучена еще недостаточно полно, в настоящее время известно лишь о 319 видах и трех разновидностях мхов и 91 виде и двух разновидностях печеночников. В этой связи проведенное нами исследование вносит определенный вклад в изучение флоры печеночников всей заповедной территории.

Работа выполнена в 1999 г. на территории якшинского участка Печоро-Илычского биосферного заповедника (158 км<sup>2</sup>), расположенного в окрестностях с. Якша (Троицко-Печорский район, Республика Коми) (рис. 2). Этот участок находится в долине р. Печора (рис. 3) и характеризуется исключительно равнинным рельефом (выходов коренных кристаллических пород не наблюдается). Согласно геоботаническому районированию заповедника [11], территория исследования относится к району сосновых лесов и сфагновых болот Печорской низменности. В растительном покрове отмечаются черты среднетаежной подзоны, на восточных рубежах которой и находится исследованный участок. Особенностью территории является то, что ведущую роль здесь играют различные типы сосновых лесов (преобладают лишайниковые и зеленомошные сосняки) и болота олиготрофного ряда заболачивания [1].



Рис. 1. *Plagiochila porelloides*.

Материалом для настоящей публикации послужила коллекция печеночников, насчитывающая около 790 образцов, в настоящее время хранящихся в гербарии Института биологии Коми научного центра УрО РАН (SYKO). Сбор образцов производился общепринятым во флористике маршрутным методом. Обследовались типичные для территории растительные сообщества – верховые сфагновые сосновые леса, болота, луга, долинные ельники, березняки, осинники и смешанные леса. Кроме того, печеночники были собраны в прибрежных растительных сообществах (ольшаники, ивняки, чермушники, осочники), на незадернованных участках почвы по берегам водоемов (реки, ручьи) и на антропогенно нарушенных участках (тропы, хозяйственные зоны возле кордонов).

Номенклатура упоминаемых видов печеночников соответствует принятой [15] с некоторыми поправками в соответствии с позже опубликованными работами [13, 14]. При классификации географических элементов флоры мы придерживались системы, предложенной Н.А. Константиновой [8]. Экологическая характеристика видов печеночников дается по Р.Н. Шлякову [12]. Определение собранной коллекции и анализ полученного в результате списка видов позволили нам установить следующее.

На исследуемой территории произрастает 69 видов и две разновидности печеночников, относящихся к 33 родам и 16 семействам. Из них три вида (*Calypogeia suecica*, *Geocalyx graveolens* и *Odontoschisma denudatum*) ранее не отмечались для территории Республики Коми, а семь печеночников (*Cephalozia macounii*, *Caly-*

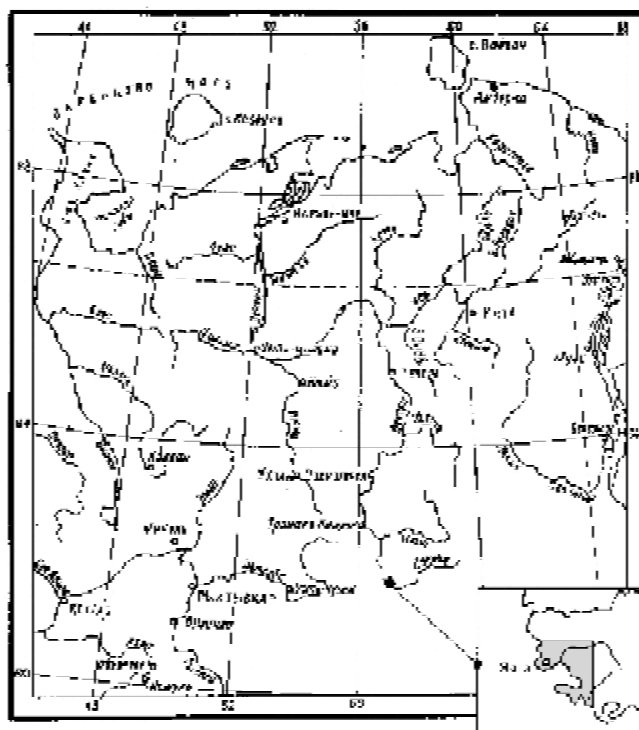


Рис. 2. Карта-схема района исследования.

*pogea neesiana*, *Cephalozia loitlesbergeri*, *Chiloscyphus polyanthos*, *Orthocaulis quadrilobus*, *Riccardia latifrons*, *Tritomania exsecta* найдены на территории заповедника впервые. Кроме того, в результате инвентаризации флоры обнаружен достаточно редко встречающийся в республике печеночник *Plectocolea obovata*, ранее отмечавшийся лишь на Северном Урале [2, 7], а в пределах Уральской горной страны этот вид ранее был найден еще и на Приполярном Урале [9]. Находка печеночника *Anastrophyllum michauxii* (рис. 4) в окрестностях с. Якша интересна тем, что этот вид ранее не был известен для равнинной части европейской части России.

Уровень видового богатства рассматриваемой флоры невысок, что соответствует общей тенденции отмечающейся для флор печеночников бореальной зоны европейской части России. Несомненно, важным фактором, определяющим невысокий уровень видового разнообразия печеночников, является равнинный характер рельефа территории, а следовательно, и связанное с ним однообразие растительного покрова, представленного в основном сосновыми лесами и верховыми болотами.

Проведенный нами таксономический анализ показал, что структура исследованной флоры соответствует таковой других бореальных флор европейского севера России. Основу флоры образуют три семейства: *Lophoziaceae* (19 видов, 27.5 % общего числа видов всей флоры), *Scapaniaceae* (10 видов, 14.5 %) и *Cephaloziaceae* (восемь видов, 11.6 %). Преобладание видов семейства *Lophoziaceae* характерно в целом для флор печеночников Голарктики. Высокое положение в спектре семейства *Cephaloziaceae* является особенностью равнинных флор. В родовом спектре лидируют роды *Scapania* (девять видов, 13.0 % общего числа видов всей флоры), *Calypogeia* и *Cephalozia* (по шесть видов, 8.7 %), *Lophozia* (четыре вида, 5.8 %). Преобладание видов рода *Scapania* и высокое положение в спектре рода *Lophozia* является общей чертой флор печеночников севера Голарктики, в то время как значительное видовое разнообразие рода *Cephalozia* характерно для бореальных флор.

В результате географического анализа было установлено, что среди печеночников исследуемой территории преобладают виды с циркумполярным и почти циркумполярным типами ареала (в целом 64 вида, 92.9 %). Это хорошо согласуется с общей тенденцией, отмечающейся для флор печеночников севера Голарктики. В качестве примера печеночников с широким распространением можно назвать *Barbilophozia barbata*, *Blepharostoma trichophyllum*, *Calypogeia integristipula*, *Cephalozia lunulifolia*, *Lophocolea heterophylla*, *Lophozia silvicola* и др. (рис. 5, 6). Во флоре отмечено несколько видов с амфиокеаническим (*Calypogeia azurea*, *Odontoschisma denudatum* и *Harpanthus flotovianus*), атлантическим (*Cephalozia loitlesbergeri*) и европейско-американским (*Calypogeia suecica*) типами ареала. Небольшое число амфиокеанических, атлантических, европейско-американских видов связано с удаленностью исследованного региона от морских побережий.

Основу исследованной флоры составляют арктобореально-монтажные и бореальные виды (в сумме 56 видов, 81.2 %). Из арктобореально-монтажных видов печеночников наиболее часто отмечались: *Calypogeia integristipula*, *Cephalozia lunulifolia*, *Orthocaulis kunzeanus*, *Lophozia longiflora*, *Scapania irrigua*, а из бореальных – *Ptilidium pulcherrimum*, *Lepidozia reptans*, *Orthocaulis attenuatus*, *Lophocolea heterophylla*,

*Plagiochila porelloides*, *Radula complanata*. Во флоре также выявлены арктомонтажные (*Plectocolea obovata*, *Marchantia alpestris*, *Scapania praetervisa* и *Scapania scandica*), неморальные (*Calypogeia azurea*, *Odontoschisma denudatum* и *Crossogonia autumnalis*), монтажные (*Scapania undulata*, *Jungermannia eucordifolia* и *Anastrophyllum michauxii*) и космополитные (*Cephalozia bicuspidata*, *Blasia pusilla* и *Marchantia polymorpha*) печеночники. Невысокое число горных и арктомонтажных видов обусловлено равнинным характером территории исследования, а, следовательно, отсутствием необходимых микроместобитаний (скальные выходы, участки с позднеотаивающим снегом, каменистые быстротекучие речки и ручьи).

Проведение экологического анализа показало, что в исследованной флоре, по отношению к условиям увлажнения, представлено шесть групп печеночников. Большинство видов являются мезофитами, мезо-гигрофитами и гигро-мезофитами (в сумме 52 вида, или 75.4 %), что соответствует умеренным условиям увлажнения, складывающимся в таежной зоне. Обычными мезофитами являются *Lepidozia reptans*, *Lophocolea heterophylla*, *Orthocaulis kunzeanus*, *Ptilidium pulcherrimum* (рис. 7), *Scapania curta*, *Lophozia longidens* и др. Значительно число гигрофитов (13 видов, 18.8 %), что объясняется особенностями жизненного цикла печеночников, предпочитающих поселяться в переувлажненных местообитаниях, которых на территории исследования довольно много. В качестве примера можно привести такие виды, как *Gymnocolea inflata*, *Mylia anomala*, *Pellia neesiana* (рис. 8), *Chiloscyphus pallescens*, *Marchantia alpestris*, *Blasia pusilla* и др. Отмечены гигро-гидрофиты (*Cladopodiella fluitans* и *Harpanthus flotovianus*) и гидрофиты (*Jungermannia eucordifolia* и *Scapania undulata*).

Проведение эколого-ценотического анализа показало, что наибольшим видовым разнообразием печеночников характеризуются лесные растительные сообщества (56 видов) (рис. 9). По числу выявленных печеночников лесные формации распределились в следующий ряд: ельники (47 видов); смешанные леса (30 видов); сосняки (28 видов); березняки (23 вида); осинники (18 видов). К обычным лесным видам относятся *Orthocaulis kunzeanus*, *Blepharostoma trichophyllum*, *Lophozia longiflora* var. *guttulata*, *Calypogeia muellerana*, *Cephalozia lunulifolia*, *Lepidozia reptans*, *Lophocolea heterophylla*, *Ptilidium pulcherrimum* и др. Высокий уровень видового разнообразия печеночников в лесных сообществах связан с присущим для них разнообразием микроместобитаний (гниющая древесина, стволы и комлевые части живых деревьев, различные участки с нарушенным растительным покровом).

Значительно количество печеночников (34 вида), произрастающих в прибрежно-водных растительных группировках (прибрежные заросли ольхи, черемухи, ив; травянистые прибрежные растительные группировки; незадернованные участки почвы по берегам рек и ручьев). Обычными для прибрежно-водных местообитаний являются такие виды, как *Chiloscyphus polyanthos*, *Blasia pusilla*, *Calypogeia integristipula*, *Marchantia polymorpha*, *Pellia neesiana*, *Scapania irrigua* и др. (рис. 10, 11).

В интразональных типах растительности разнообразие печеночников снижается. Так, на болотах отмечено только 14 печеночников, а на лугах – пять (рис. 12). Из обычных для болот видов можно назвать такие печеночники, как *Calypogeia sphagnicola*, *Gymnocolea inflata*, *Mylia anomala* и *Cephalozia loitles-*





Рис. 3. Характерные прибрежно-водные местообитания в долине р. Печора.



Рис. 4. *Anastrophyllum michauxii*.



Рис. 5. *Barbilophozia barbata*.



Рис. 6. *Lophozia silvicola*.



Рис. 7. *Ptilidium pulcherrimum*.



Рис. 8. *Pellia neesiana*.



Рис. 10. *Chiloscypus polyanthos*.



Рис. 12. Луг.



Рис. 9. Заросшая мохообразными колода в кустарничковом зеленомошном ельнике.



Рис. 11. *Marchantia polymorpha*.



Рис. 13. *Crossogyna autumnalis*.

*bergeri*, а из отмеченных на лугах – *Scapania irrigua*, *Plagiochila porelloides*, *Lophocolea minor* и др.

Антропогенно нарушенные участки (тропы и участки вокруг кордонов) на исследуемой территории встречаются не часто, поэтому нами были обнаружены только три печеночника: *Blasia pusilla*, *Cephaloziella rubella* и *Ptilidium pulcherrimum*. Последний вид является эпиксилитом и был собран нами на крыше избушки.

На исследованной территории были обнаружены три редких печеночника, которые включены в Красную книгу Республики Коми [10]. Это такие виды, как *Lophozia ascendens*, *Scapania scandica* и *Cephalozia macounii*. Первые два печеночника внесены в списки охраняемых на территории Республики Коми [10] с категорией «редкий». *Cephalozia macounii* – это очень редкий в мире эпиксилитный печеночник, включенный в «Red



Data Book of European Bryophytes» [16] и «Красную книгу Республики Коми» [10] с категорией «уязвимый». Нахождение видов, являющихся индикаторами старовозрастных лесов (*Lophozia ascendens*, *Calypogeia suecica*, *Anastrophyllum michauxii*, *Crossogyna autumnalis*) (рис. 13), свидетельствует о том, что лесные сообщества исследованной территории имеют длительную историю развития.

Поводя итог, можно заключить, что флора печеночников якушинского участка Печоро-Ильчского биосферного заповедника характеризуется умеренным видовым разнообразием и обладает достаточно типичными для флор равнинных территорий севера европейской части России таксономической, географической и экологической структурами. Нахождение редких и индикаторных печеночников свидетельствует о низком уровне антропогенных влияний на экосистему исследованной территории.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Коми АССР. М., 1964. 112 с.
2. Бакалин В.А., Константинова Н.А., Железнова Г.В. К флоре печеночников Северного Урала (Республика Коми) // Ботанические исследования на охраняемых природных территориях европейского Северо-Востока. Сыктывкар, 2001. С. 208-216. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 165).
3. Дополнения к бриофлоре Печоро-Ильчского биосферного заповедника (Северный Урал) / А.Г. Безгодов, И.Л. Гольдберг, М.В. Дулин и др. // Arctoa, 2003. Т. 12. С. 169-178.
4. Дулин М.В. Анализ флоры печеночников равнинной части Печоро-Ильчского биосферного заповедника // Растительность и растительные ресурсы европейского севера России: Матер. докл. X Перфильевских чтений (25-28 марта 2002 г., г. Архангельск). Архангельск, 2003. С. 28-30.

5. Железнова Г.В., Шубина Т.П. Бриофлора Печоро-Ильчского биосферного заповедника // Флора и растительность Печоро-Ильчского биосферного заповедника. Екатеринбург, 1997. С. 177-210.

6. Железнова Г.В., Шубина Т.П. Мохообразные Печоро-Ильчского заповедника (аннотированный список видов) // Флора и фауна заповедников. М., 1998а. Вып. 65. 34 с.

7. Зиновьева Л.А. К флоре печеночных мхов Полярного и Северного Урала // Ученые записки Пермского государственного университета. Пермь, 1973. Т. 263. С. 14-37.

8. Константинова Н.А. Анализ ареалов печеночников севера Голарктики // Arctoa, 2000. Т. 9. С. 29-94.

9. Константинова Н.А., Чернядьева И.В. Печеночники среднего течения реки Сось (Полярный Урал) // Новости систематики низших растений, 1995. Т. 30. С. 110-121.

10. Красная книга Республики Коми. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. М., 1998. 528 с.

11. Леонтьев А.М. Плодоношение ели сибирской на верхней Печоре // Труды Печоро-Ильчского заповедника, 1963. Вып. 10. С. 5-87.

12. Шляков Р.Н. Печеночные мхи севера СССР. Л.: Наука. – (Вып. 1, 1976, 90 с.; Вып. 2, 1979, 191 с.; Вып. 3, 1980, 189 с.; Вып. 4, 1981, 221 с.; Вып. 5, 1982, 196 с.).

13. Grolle R., Long D.G. An annotated check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of Europe and Macaronesia // J. Bryol., 2000. Vol. 22. Pt. 2. P. 103-140.

14. Konstantinova N.A., Vasiljev A.N. On the hepatic flora of Sayan Mountains (South Siberia) // Arctoa, 1994. Vol. 3. P. 123-132.

15. Konstantinova N.A., Potemkin A.D., Schljakov R.N. Check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of the former USSR // Arctoa, 1992. Vol. 1. P. 87-127.

16. Red data book of European Bryophytes. Trondheim, 1995. 291 p. ❖



## МЕТОДИКА



### СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА ВОДОРАСТВОРИМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПОЧВАХ



к.х.н. **Е. Ванчикова**  
с.н.с. экоаналитической  
лаборатории «Экоаналит»  
E-mail:  
vanchikova@ib.komisc.ru,  
тел.: (8212) 24 50 12

Научные интересы:  
метрология, методика  
количественного анализа



к.б.н. **Е. Шамрикова**  
н.с. отдела почвоведения  
E-mail: shamrik@ib.komisc.ru,  
тел.: (8212) 24 51 15

Научные интересы:  
химия, генезис почв, физико-  
химические методы анализа



**В. Казаков**  
н.с. этого же отдела  
E-mail: kaverin@ib.komisc.ru

Научные интересы:  
география, картография  
и гидрология почв

**Н. Бубекова**  
студентка-выпускница 2004 г.  
химико-биологического  
факультета СГУ

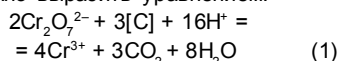
на взаимодействии восстановителей (большую долю которых и составляют органические соединения) с сильными окислителями. Причем условно считают, что степень окисления углерода в органических соединениях постоянна и равна нулю, что заведомо вносит погрешность в результат анализа. Вместе с тем во всех методиках молярная масса эквивалента углерода органических соединений принята равной:  $M(1/4C) = 3$  г/моль. В большинстве методик в качестве окислителя применяют раствор дихромата

на нулю, что заведомо вносит погрешность в результат анализа. Вместе с тем во всех методиках молярная масса эквивалента углерода органических соединений принята равной:  $M(1/4C) = 3$  г/моль. В большинстве методик в качестве окислителя применяют раствор дихромата

Одной из важных характеристик почв является содержание в них органических соединений, поэтому методикам определения массовой доли углерода, входящего в состав этих соединений, следует уделить особое внимание. Все методики определения содержания углерода органических соединений, находящегося в природных объектах, основаны

Одной из важных характеристик почв является содержание в них органических соединений, поэтому методикам определения массовой доли углерода, входящего в состав этих соединений, следует уделить особое внимание. Все методики определения содержания углерода органических соединений, находящегося в природных объектах, основаны

калия в сернокислой среде, поэтому условно реакцию, протекающую в системе, можно выразить уравнением:



Для измерения количества дихромат-ионов, вступивших в реакцию, можно использовать:

1) объемный метод

– титрование растворов дихромат-ионов до и после реакции раствором соли Мора в присутствии индикатора – фенилантрапиновой кислоты (метод Тюрина [1]);

2) фотометрический метод

– измерение оптической плотности растворов при  $\lambda = 447$  нм, обусловленной поглощением дихромат-ионов, до и после реакции (рис. 1, спектр 1);

– измерение оптической плотности растворов при  $\lambda = 590$  нм, обусловленной образовавшимися ионами  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  – гексааквахрома (III) (рис. 1, спектр 2) (метод Тюрина в модификации Никитина [3]).

Методику определения углерода водорастворимых органических соединений в почвах, разработанную И.В.Тюриным, почвоведы используют в течение многих десятилетий. Она позволяет получить результаты анализа с точностью, удовлетворяющей исследователей, но имеет ряд недостатков:

– работают с нагретыми до высокой температуры концентрированными растворами серной кислоты и сильного окислителя в неплотно закрытых колбах для того, чтобы газообразные продукты удалялись из системы;

– в процессе подготовки пробы к измерениям приходится неоднократно пе-

реносить растворы из одного сосуда в другой, что неизбежно приведет к дополнительным погрешностям результата анализа.

В настоящее время разработана методика определения дихроматной окисляемости (ХПК) в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом с применением анализатора жидкости «Флюорат-02» [4].

Определение ХПК в пробах вод и углерода органических соединений в водных вытяжках из почв основано на одном и том же химическом процессе (реакция 1). Если условно записать восстановители и окислители реакции 1 следующим образом:



то справедливо соотношение:

$$\rho(\text{C}_{\text{орг}}) = \frac{\rho(\text{O}) \times M(1/4\text{C})}{M(1/2\text{O})}, \quad (3)$$

где  $\rho(\text{C}_{\text{орг}})$  – массовая концентрация углерода органических соединений в пробе воды, мг/дм<sup>3</sup>;  $\rho(\text{O})$  – значение показателя дихроматной окисляемости этой же системы (ХПК), мг/дм<sup>3</sup>;  $M(1/4\text{C})$  – условная молярная масса эквивалента углерода, г/моль;  $M(1/2\text{O})$  – молярная масса эквивалента кислорода, г/моль.

Следовательно, зная значение ХПК исследуемого раствора, можно рассчитать в нем массовую концентрацию углерода органических соединений.

Методика определения ХПК в пробах различных вод имеет ряд преимуществ над методом И.В. Тюрина:

– процесс окисления органических соединений протекает в закрытых сосудах, названных виалами. Следовательно, исключено загрязнение рабочей зоны парами кислоты;

– виалы изготовлены из термостойкого небьющегося материала;

– нагревание смеси производится с помощью специального термоблока, позволяющего одновременно произвести обработку 30 проб;

– фотометр «Флюорат-02» позволяет измерить оптическую плотность растворов, находящихся в виалах (рис. 2).

Таким образом, все процедуры подготовки пробы к измерению ХПК раствора протекают в единственном плотно закрытом сосуде, что значительно сокращает время пробоподготовки и предотвращает внесение дополнительных погрешностей в результат анализа.

Чтобы доказать применимость методики определения

ХПК в пробах различных вод фотометрическим методом для косвенного анализа водных вытяжек из почв на содержание в них углерода органических соединений, мы сравнили результаты анализа одних и тех же проб почв, полученных двумя методами.

В качестве объектов исследования использовали образцы дерново-подзолистых почв органогенных горизонтов, расположенных в Летском стационаре (северная часть подзоны южной тайги): дерново-подзолистая неоглеенная почва (образец 1), дерново-подзолистая глееватая (образец 2), дерново-подзолистая глеевая почва (образец 3). Координаты лесного участка 59°38'25" с.ш., 49°22'40" в.д. Подробно описание почвенных разрезов приведено В.В. Каневым [2].

Водные вытяжки из образцов почв получали следующим образом: три навески (1.00 г) каждой пробы почвы заливали 25.0 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, встряхивали 15 минут на ротаторе, оставляли на сутки, затем дополнительно встряхивали 15 минут. Отделяли оставшийся осадок от раствора фильтрованием через бумажный фильтр марки «синяя лента». Объем водной вытяжки измеряли мерным цилиндром. Для анализа отбирали аликвоты полученного раствора 10.00 см<sup>3</sup>.

### Определение углерода водорастворимых органических соединений в почве методом Тюрина

*Установление параметров градуировочной зависимости оптической плотности растворов гексааквахрома (III) от массы углерода водорастворимых органических соединений в аликвоте раствора.* В качестве представителя органических соединений была выбрана сахароза, следовательно, при обработке растворов с известным содержанием углерода органических соединений раствором дихромата калия протекала реакция:

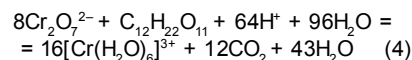


Рис. 2. Термоблок, штатив с виалами и анализатор жидкости «Флюорат-02» для измерения ХПК водных сред.

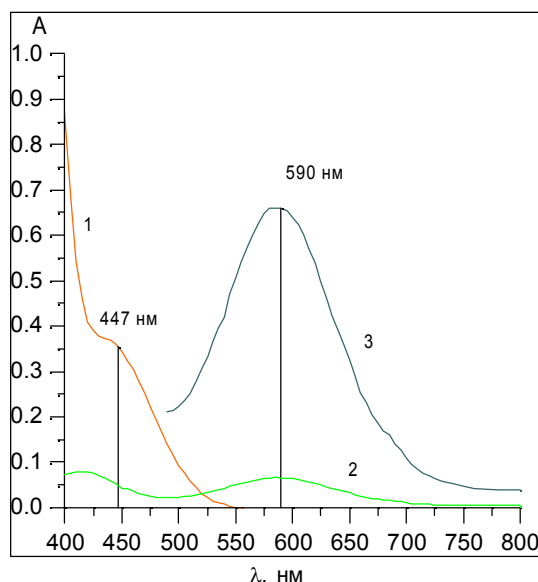


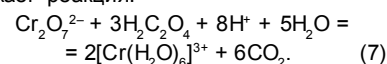
Рис. 1. Спектры поглощения растворов, содержащих дихромат-анионы и катионы гексааквахрома (III):  $C(1/6\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 0.005$  моль/дм<sup>3</sup> (1),  $C(1/3\text{Cr}^{3+}) = 0.005$  моль/дм<sup>3</sup> (2),  $C(1/3\text{Cr}^{3+}) = 0.05$  моль/дм<sup>3</sup> (3).

Аликвоты восьми растворов сахарозы, в которых массовая концентрация углерода, входящего в состав данного соединения, различна и соответствует диапазону  $\rho(C_{\text{орг}}) = (0.1 \div 0.7) \text{ мг/см}^3$ , подвергли всем процедурам, описанным в работе [2]. Оптическую плотность полученных растворов измерили при длине волны  $\lambda = 590 \text{ нм}$ , что соответствует максимуму полосы поглощения аквакомплексов хрома (III) (рис. 1), в кюветках с толщиной поглощающего слоя  $l = 1.00 \text{ см}$  (табл. 1).

*Анализ водных вытяжек из проб почв на содержание углерода органических соединений.* Подготовку аликвот водных вытяжек из почв для измерения в них содержания углерода водорастворимых органических соединений проводили так же, как и аликвот растворов сахарозы. Массовую долю углерода органических соединений в пробах почв ( $\omega(C_{\text{орг}})$ , %) рассчитывали по формуле (табл. 3):

**Определение углерода водорастворимых органических соединений в почве косвенным методом по методике определения дихроматной окисляемости (ХПК) в пробах природных, питьевых и сточных вод**

*Сущность метода.* Метод измерений в диапазоне низких значений ХПК (от 5.0 до 160 мг О/дм<sup>3</sup>) основан на регистрации фотометрическим методом уменьшения концентрации дихромат-ионов, произошедшего в результате реакции этих ионов с органическими соединениями пробы в кислой среде при нагревании в присутствии серебряного катализатора (реакция 1). Измерение высоких значений ХПК (от 100 до 800 мг О/дм<sup>3</sup>) основано на регистрации фотометрическим методом концентрации ионов гексааквахрома (III), образующихся в результате восстановления дихромат-ионов. Устранение мешающего влияния хлорид-ионов осуществляется добавлением к анализируемой пробе сульфата ртути (II). Фотометрическое определение остаточных количеств дихромат-ионов или образовавшихся  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  производится на анализаторе жидкости «Флюорат-02», в котором заложена программа расчета ХПК раствора по измеренным значениям его оптической плотности. Градуировку анализатора жидкости проводили по раствору шавелевой кислоты, показатель ХПК которой соответствует диапазону 0-80 мг О/см<sup>3</sup>. Следовательно, в процессе подготовки растворов шавелевой кислоты к измерению ХПК протекает реакция:



*Анализ водных вытяжек из проб почв на содержание углерода органических соединений.* Водные вытяжки из образцов почв разбавили в 20 раз. Аликвоты 10.00 см<sup>3</sup> полученных растворов перенесли в виалы, в которые предварительно поместили раствор смеси дихромата калия, серной кислоты, сульфата ртути (II), нитрата серебра. Виалы поместили в термоблок (рис. 2), предварительно нагретый до 150 °С, и выдерживали в течение двух часов. Виалы с раствором, в котором остались неизрасходованные дихромат-ионы и появились ионы гексааквахрома (III), охлаждали, помещали в анализатор жидкости и фиксировали значение ХПК раствора. Массовую долю углерода (табл. 4) водорастворимых органических соединений в образце почвы рассчитывали по формуле:

$$\omega(C_{\text{орг}}) = \frac{\rho(O) \times M(I/4C) \times R \times V_e \times 100}{M(I/2O) \times m_n} \quad (8)$$

**Таблица 1**  
Измеренные значения оптических плотностей растворов, полученных после обработки растворов сахарозы окислителем ( $\lambda = 590 \text{ нм}$ ,  $l = 1.00 \text{ см}$ )

Номер раствора	1	2	3	4	5	6	7
Масса углерода в 10.00 см <sup>3</sup> раствора $m(C)$ , мг	1.000	2.000	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
Оптическая плотность, $A$	0.112	0.203	0.296	0.390	0.483	0.578	0.656
Среднее трех измеренных значений оптической плотности, $\bar{A}$	0.118	0.204	0.298	0.398	0.483	0.577	0.660
	0.109	0.208	0.311	0.390	0.482	0.571	0.649
	0.113	0.205	0.302	0.393	0.483	0.575	0.655

Коэффициенты  $K_0$  и  $K_1$  градуировочной зависимости:

$$A = K_0 + K_1 \times m(C_{\text{орг}}), \quad (5)$$

где  $A$  – оптическая плотность растворов гексааквахрома (III) (среднее значение трех измерений);  $m(C_{\text{орг}})$  – масса углерода сахарозы, содержащаяся в 10 см<sup>3</sup> раствора (мг), рассчитывали методом наименьших квадратов (табл. 2).

**Таблица 2**  
Параметры градуировочной зависимости оптической плотности растворов гексааквахрома (III) от массы углерода сахарозы, содержащейся в аликвоте водного раствора

Значения коэффициентов градуировочной зависимости (2)	Стандартное отклонение значений коэффициентов градуировочной зависимости	Коэффициент корреляции, $R$
$K_0$ 0.026	$S(K_0)$ 0.004	0.9997
$K_1$ , мг <sup>-1</sup> 0.0910	$S(K_1)$ , мг <sup>-1</sup> 0.0009	

**Таблица 3**  
Результаты анализа почв на содержание углерода водорастворимых органических соединений методом И.В. Тюрина

Номер образца	Объем водной вытяжки после фильтрации	Оптическая плотность	Масса углерода органических соединений в аликвоте	Массовая доля углерода органических соединений в порции образца	Массовая доля углерода органических соединений в образце	Стандартное отклонение измеренного значения массовой доли углерода в образце	Измеренное значение массовой доли углерода органических соединений в образце и его погрешность
	$V_e$ , см <sup>3</sup>						
1	18.0	0.331	3.356	0.604	0.65	0.03	0.65±0.14
	19.0	0.369	3.774	0.717			
	18.0	0.347	3.532	0.636			
	16.0	0.256	2.532	0.405			
2	18.0	0.273	2.719	0.489	0.463	0.029	0.46±0.14
	18.0	0.276	2.752	0.495			
	21.0	0.192	1.829	0.384			
3	20.0	0.227	2.213	0.443	0.430	0.024	0.43±0.10
	20.0	0.237	2.323	0.465			

где  $\rho(O)$  – значение показателя дихроматной окисляемости системы (ХПК), мг  $O/dm^3$ ;  $M(1/4C)$  – условная молярная масса эквивалента углерода, г/моль;  $M(1/2O)$  – молярная масса эквивалента кислорода, г/моль;  $V_0$  – объем водной вытяжки из образца почвы, оставшейся после отделения осадка,  $dm^3$ ;  $m_n$  – навеска почвы, мг.

$R$  – коэффициент разбавления водной вытяжки,

$$R = \frac{V_k}{V_a}$$

$V_k$  – вместимость мерной колбы, в которой разбавляли водную вытяжку из почв,  $cm^3$ ,  $V_a$  – аликвота раствора, взятая для его разбавления,  $cm^3$ .

**Сравнительное исследование результатов анализа образцов почв на содержание углерода водорастворимых органических соединений, полученных разными методами**

Для того, чтобы выяснить значимость расхождения между двумя результатами анализа  $x_1$  и  $x_2$  одной и той же пробы на содержание какого-либо компонента, полученными разными методами, необходимо сравнить фактическое расхождение между ними с допустимым. За фактическое расхождение  $K_\phi$  принимают абсолютное значение разности двух результатов анализа:

$$K_\phi = |x_1 - x_2|; \quad (9)$$

допустимое ( $K_d$ ) – равно суммарной погрешности двух измеренных значений содержания компонента и, если число опытов, проведенных каждым методом равно  $n$ , рассчитывается по формуле:

$$K_d = t \times \sqrt{S^2(x_1) + S^2(x_2)}, \quad (10)$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента для степени свободы  $f = 2(n - 1)$  и доверительной вероятности  $P = 0.95$ ;  $S(x_1)$  и  $S(x_2)$  – стандартные отклонения измеренных значений содержания компонента в пробе, полученных первым и вторым методом соответственно.

Если фактическое расхождение двух результатов анализа меньше допустимого, то оно незначимо и оправдано случайным разбросом. Оба значения принадлежат одной генеральной совокупности случайных чисел и, следовательно, обе методики применимы для анализа исследуемого объекта. Если фактическое расхождение двух результатов анализа больше допустимого, то оно значимо. В этом случае при использовании какой-то одной из двух методик результат анализа имеет значимую систематическую составляющую погрешности,

Таблица 4  
**Результаты анализа проб почв на содержание углерода органических соединений, полученные косвенным методом по методике определения дихроматной окисляемости проб вод фотометрическим методом**

Номер образца	Измеренное значение ХПК системы (массовая концентрация поглощенного кислорода)	Массовая доля углерода органических соединений в порции образца почвы	Массовая доля углерода органических соединений в образце почвы	Стандартное отклонение массовой доли углерода органических соединений в образце почвы	Измеренное значение массовой доли углерода органических соединений в образце и его погрешность
	$\rho(O)$ , мг $O/dm^3$	$\alpha(C_{орг})$ , мг/ $dm^3$	$\bar{\alpha}(C_{орг})$ , %		
1	48.6	0.692	0.647	0.029	0.65 ± 0.12
	41.7	0.594			
	45.0	0.655			
	34.8	0.497			
2	30.8	0.439	0.454	0.022	0.45 ± 0.09
	29.9	0.426			
	32.4	0.462			
	25.4	0.361			
3	30.7	0.437	0.420	0.030	0.42 ± 0.13

Таблица 5  
**Контроль значимости расхождения результатов анализа образцов почв на содержание углерода водорастворимых органических соединений, полученных различными методами**

Номер образца	Результаты анализа почвы на содержание органического углерода методом				Расхождение	
	В.И. Тюрина		измерения ХПК		фактическое	допустимое
	Массовая доля углерода органических соединений в образце почвы	Стандартное отклонение массовой доли углерода органических соединений	Массовая доля углерода органических соединений в образце почвы	Стандартное отклонение значения массовой доли углерода органических соединений		
	$\omega_1(C_{орг})$ , %	$S(\omega_1)$ , %	$\omega_2(C_{орг})$ , %	$S(\omega_2)$ , %	$K_\phi$ , %	$K_d$ , %
1	0.65	0.03	0.647	0.029	0.003	0.12
2	0.463	0.029	0.454	0.022	0.009	0.10
3	0.430	0.024	0.420	0.030	0.010	0.11

причины которой необходимо выявить или ввести поправочный коэффициент к полученному экспериментально результату анализа. Расхождения измеренных двумя методами значений массовой доли углерода водорастворимых органических соединений во всех образцах почв незначимы (табл. 5). Следовательно, обе методики могут быть использованы для анализа исследованных объектов. Вместе с тем для косвенного метода измерения содержания углерода органических соединений в водных средах выпущено специальное оборудование (рис. 2). При подготовке проб затраты реактивов и времени меньше, чем при выполнении измерений методом Тюрина.

Авторы выражают благодарность Т.С. Сытарь, ведущему инженеру лаборатории «Экоаналит», за помощь в проведении анализа образцов почв на содержание углерода водорастворимых

органических соединений по методике определения дихроматной окисляемости (ХПК) в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом с применением анализатора жидкости «Флюорат-02».

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв. М., Наука. 1975. 656 с.
2. Канев В.В. Параметры оглеения и подзолообразования в почвах на покровных суглинках северо-востока русской равнины. Екатеринбург, 2001. 221 с.
3. Никитин Б.А. Уточнение к методике определения гумуса в почве // Агрохимия, 1983. № 8. С. 18-26.
4. ПНДФ 14.1:2:4.190-03 Методика определения дихроматной окисляемости (ХПК) в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом с применением анализатора жидкости «Флюорат-02». М., 2003. 18 с.

## РЕПРЕССИРОВАННЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ ГАВРИИЛ ИВАНОВИЧ КАРЕВ И ЕГО ВКЛАД В ОСВОЕНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА\*

к.б.н. Н. Котелина, д.и.н. Л. Рощевская

1 января 1947 г. решением Совета Министров СССР Мерзлотная станция была передана на госбюджет. Все работы и труды, проведенные в ней, были переданы в комбинат, на станции оставлены только обработанные и обобщенные материалы. За 10 лет было накоплено более 350 отчетов и записок. Логично предположить, что среди них имелись и рукописи Г.И. Карева, но их судьба неизвестна. В 1949 г. комбинат Воркутуголь отделения Северной железной дороги ходатайствовал перед В.М. Молотовым о передаче сельскохозяйственной опытной станции и мерзлотной станции на Базу АН СССР в Коми АССР. В письме начальника сельхозуправления комбината К.Г. Валка директору Базы АН СССР в Коми АССР говорилось, что, несмотря на большую работу Мерзлотной и опытной сельскохозяйственной станций, многие вопросы развития сельского хозяйства на Крайнем Севере, в том числе организация кормовой базы животноводства, до сих пор не разрешены. В связи с этим предложением началось выяснение состояния станции и ее научных возможностей.

Как видно из письма Л.А. Братцева заместителю председателя Коми филиала АН СССР Н.И. Шишкину, комбинат Воркутуголь к 1950 г. считал главным создание кормовой базы молочного животноводства, а работу по овощеводству «излишней и бесперспективной», так как выращивание картофеля в 1948 г. обошлось в три раза дороже привозного. Кроме того, писал Л.А. Братцев, «следует иметь в виду довольно высокую стоимость одного рабочего дня лагерного контингента (35 руб.) и сравнительно низкую производительность труда этих контингентов». Работники станции были переброшены на производственную работу на сельскохозяйственные фермы при шахтах и в ближайшие совхозы<sup>1</sup>. Изменилась и судьба Карева. Судя по некоторым документам, Гавриил Иванович Карев был освобожден 26 марта 1946 г.

С марта 1946 по январь 1947 г. он был принят на должность техника. В летний сезон 1946 г. Г.И. Карев обследовал луга и пастбища исправительно-трудового лагеря в совхозах на р. Северная Двина (Черевково, Красный Бор, Красавино, Красный Север) вместе с доцентом Тимирязевской сельскохозяйственной академии Г.В. Кудряшевым, а также по изучению холмогорской породы крупного рогатого скота. К этому времени относится еще одна рукопись ученого: «Ботаническая характеристика пастбищ и лугов совхоза (предварительное сообщение). Материалы геоботанического обследования совхоза «Черевково». В гербарии Института биологии Коми научного центра УрО РАН есть его сборы с Северной Двины за 1946 г. из Черевкова и Красноборска. Они определены М. Пряхиным. Летом 1947 г. Карев был перемещен на должность агронома и вместе с Г.В. Кудряшевым провел геоботаническое обследование лугов пастбищ в совхозах по железнодо-

рожной линии Кожва–Воркута. Следовательно, его освобождение было неполным, и он не мог покинуть систему ГУЛАГа.

Одновременно с этим, с 1947 г. по апрель 1950 г. он продолжал работать в исправительно-трудовом лагере г. Печора в сельскохозяйственном отделе как агроном и исполнял обязанности главного агронома совхозов Печорстроя в течение трех с половиной лет. Как писал Г.И. Карев «в этот период работы уделял большое внимание вопросам изучения флоры и растительности Печорского Заполярья». Как вспоминали знавшие его, наездами Г.И. Карев бывал в Сыктывкаре. Это был черноволосый, курчавый человек. Он хорошо пел, в компаниях всегда был душой общества. Только в апреле 1950 г. Карев получил полное освобождение. Карев писал, что был реабилитирован в 1951 г. В 1952 г. у него родился сын.

Но диплома об окончании университета он не имел. К этому времени уже определились новые научные интересы исследователя: проблемы оленеводства. Он переехал в г. Нарьян-Мар Ненецкого национального округа. С мая 1950 г. Г.И. Карев стал работать старшим научным сотрудником Нарьян-Марской оленеводческой зональной станции Института полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства, располагавшегося в Ленинграде, по совместительству преподавал в Нарьян-Марской сельскохозяйственной школе по подготовке руководящих колхозных кадров. Опытная сельскохозяйственная станция и зооветеринарный техникум в Нарьян-Маре были созданы в 1932 г. и ко времени приезда туда Карева были достаточно сильными научными и образовательными учреждениями. Научные интересы Г.И. Карева в этот период были сосредоточены на вопросах рационализации использования оленьих пастбищ и изучении кормов и пастбищ северного оленя. В его производственных характеристиках от 16 марта 1951 г. и 24 января 1952 г. сказано, что Гавриил Иванович является «квалифицированным специалистом по кормовым лишайникам и луговодству, инициативен, к порученной работе относится добросовестно». После преобразования оленеводческой станции в Нарьян-Марскую сельскохозяйственную опытную станцию Института сельского хозяйства Крайнего Севера Г.И. Карев продолжал заниматься в новом учреждении проблемами кормов оленей.

В Нарьян-Маре Г.И. Карев выполнял научную тему «Разработка приемов улучшения и использования оленьих пастбищ». Тема охватывала большой круг вопросов: опыты по изучению роста, возобновления и отмирания кормовых лишайников; опыты по стимулированию роста и изучению биологии лишайников; введение опытного пастбищного оборота в совхозе. Длительный подготовительный труд был ознаменован выходом в 1956 г. монографии Г.И. Карева «Корма и

\* Окончание. Начало в № 12, 2004 г.

пастбища северных оленей». Редактором выступал д.б.н. В.Н. Андреев. Книга была допущена управлением подготовки кадров Министерства сельского хозяйства СССР в качестве учебного пособия для школ по подготовке руководящих кадров колхозов Крайнего Севера<sup>2</sup>. Тема обеспечения кормами северных оленей была очень актуальна и усиленно разрабатывалась в 1950-х гг. В 1952-1953 гг. в Коми филиале АН СССР А.А. Дедов и И.С. Хантимер исследовали тему «Кормовая база лесного оленеводства Коми АССР»<sup>3</sup>, поэтому научные контакты с Каревым у сотрудников Коми филиала не прерывались и в этот период.

С 1962 г. Карев несколько раз просил освободить его от занимаемой должности. На его заявления следовали отказы: «Уход Ваш со станции в середине года

повлечет за собой срыв выполнения тематического плана, а для того, чтобы найти сотрудника, который мог бы продолжать работу по теме, требуется время». Был найден компромиссный вариант. Вначале Г.И. Кареву был предоставлен отпуск, затем, по согласованию с окружным руководством, он был переведен условно в Конако-Тиманскую северную экспедицию для производства геоботанических работ. В производственной характеристике Карева за 1962 г. сказано, что он «проявил себя как специалист, знающий свое дело». В Ненецком зооветеринарном техникуме Г.И. Карев преподавал с января 1950 г. по март 1960 г., вел курс «Корма и пастбища северных оленей». Статья Карева «Кормовая база северного оленеводства», опубликованная в 1962 г., явилась, по словам директора Ненецко-

## ЮБИЛЕЙ



**Валентина Михайловна Швецова** в 1957 г. после окончания кафедры физиологии растений и микробиологии Пермского государственного университета была распределена на работу в Коми филиал АН СССР. Она начинала старшим лаборантом в отделе биологии под началом К.А. Моисеева, где ей было поручено изучение химического состава кормовых растений. В 1958 г. Валентина Михайловна уже в должности младшего научного сотрудника начала работать под руководством Петра Петровича Вавилова по выявлению путей повышения продуктивности фотосинтеза сельскохозяйственных растений при помощи агротехнических приемов.

В 1962 г. вместе с организацией Института биологии была создана лаборатория физиологии растений. Заведующей утвердили В.М. Швецову. В этой должности Валентина Михайловна работала до 1979 г. с перерывом на учебу в аспирантуре. Ее руководителем был ученый с мировым именем — Олег Вячеславович Заленский. Диссертация В.М. Швецовой, посвященная изучению экологии фотосинтетического газообмена растений тундр Западного Таймыра, была успешно защищена в БИН АН СССР в 1971 г. Надо сказать, что работа В.М. Швецовой была пионерной, ссылки на результаты этих исследований идут в публикациях специалистов до сих пор.

Научная деятельность В.М. Швецовой связана, прежде всего, с изучением взаимосвязи фотосинтетического газообмена, эффективности использования солнечной радиации с продуктивностью на Севере. В частности, ее работами показано, что для реализации потенциальной продуктивности северных агроценозов необходимо оптимизировать все звенья почвенного питания. В исследованиях предпочтение было отдано новым, мало изученным в то время удобрениям на основе местных крупнотоннажных отходов, в первую очередь, на основе гидролизного лигнина.

Развитие исследований влияния удобрений на агроценозы потребовало серьезного изучения почвенного комплекса. В 1986 г. даже была создана межлабораторная исследовательская группа, которая в 1991 г. была включена в состав отдела почвоведения и успешно работает поныне под руководством д.с.-х.н. И.Н. Хмелинина. Практические результаты исследований нашли свое отражение в технических условиях на производство лигниновых удобрений, одним из авторов которых является В.М. Швецова. Фундаментальные итоги освещены в статьях и монографии И.Н. Хмелинина и В.М. Швецовой «Эколого-биологические основы включения гидролизного лигнина в почвообразование», которая опубликована в издательстве «Наука» в 2000 г. Сейчас Валентина Михайловна принимает участие в исследовании влияния местных агрооруд на продуктивность агроценозов.

В.М. Швецова отличалась активностью в общественной жизни. Она многократно избиралась членом местного комитета, дважды была председателем профбюро Института. Многие годы она была не только лектором общества «Знание», но и членом республиканского Совета этого общества. Была председателем независимой экспертизы проекта реконструкции ухтинского НПЗ, более 10 лет входила в совет экспертизы при Государственном комитете по охране природы.

Валентина Михайловна является автором и соавтором более 160 работ, в том числе пяти монографий. За вклад в решение проблем повышения продуктивности сельскохозяйственных растений на Севере Валентине Михайловне Швецовой было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Республики Коми».

*Дорогая Валентина Михайловна!*

*Сердечно поздравляем Вас с юбилеем — 70-летием со дня рождения и 48-летием творческой деятельности.*

*Горячо желаем Вам и Вашей семье здоровья, счастья, благополучия!*

Коллеги



го зооветеринарного техникума, основным учебным пособием курса «Оленеводство». По заказу ненецкой сельскохозяйственной школы Г.И. Каревым была написана и упоминавшаяся выше работа «Корма и пастбища северных оленей».

Ближайшие родственники Г.И. Карева (мать, сестры и племянницы) жили в Воронеже. Поэтому, когда представилась возможность участвовать в жилищно-кооперативном строительстве Воронежского сельскохозяйственного института, он стал хлопотать о предоставлении ему такой возможности. Директор сельскохозяйственной станции П. Рочев и председатель исполнительного комитета Ненецкого окружного Совета депутатов трудящихся Н. Ледков обращались в октябре 1963 г. к председателю исполкома районного Совета депутатов трудящихся Центрального района города Воронежа с этой просьбой. В письме сказано, что Карев более 35 лет проработал в районах Крайнего Севера РСФСР и вскоре выходит на пенсию. В Ненецком округе он проработал тринадцать лет «и все это время активно участвовал в разработке мероприятий по оленеводству и сельскохозяйственному освоению Ненецкого округа. Карев Г.И. является активным членом общества «Знание» и корреспондентом местной газеты. Среди ботаников биологов Г.И. Карев

известен как автор оригинальных работ по растительности тундры и кормовой базы оленеводства. Им написано и опубликовано в изданиях Академии наук СССР и в трудах исследовательского института сельского хозяйства Крайнего Севера более 30 работ». Он намерен продолжить работу по заданию Министерства сельского хозяйства СССР, так как ему поручено написать учебник на тему «Северное оленеводство».

В 1964 г., отмечая шестидесятилетие старшего научного сотрудника Нарьян-Марской опытной сельскохозяйственной станции Г.И. Карева, в приказе по научно-исследовательскому институту сельского хозяйства Крайнего Севера говорилось, что «широкая эрудиция, знание оленеводческого хозяйства, комплексирование в работе с зоотехниками, ветврачами, землеустроителями, изучение быта оленеводов» позволили «успешно сочетать научные исследования с внедренческой работой. В трудных условиях кочевого оленеводческого хозяйства Г.И. Карев провел ряд ценных исследований». Коллеги по работе считали отличительной особенностью Г.И. Карева инициативность. Он одним из первых поставил вопрос об организации сменных звеньев в пастушеских бригадах, как основы предпосылок перехода оленеводов на оседлый образ жизни. Много сил и труда исследователь положил на введе-

## ЮБИЛЕЙ

Сотрудники лаборатории экологии тундры и лаборатории экологической физиологии растений сердечно поздравляют с юбилейным днем рождения **Михаила Дмитриевича Сивкова**.

Весь его трудовой путь связан с Институтом биологии. В 1981 г. сразу после окончания физико-математического факультета Коми государственного пединститута он по распределению пришел в лабораторию физиологии растений на должность инженера. В этой лаборатории Михаил Дмитриевич проработал более 11 лет. В его обязанности входило обеспечение бесперебойной работы газометрического оборудования для проведения измерений углекислотного обмена растений и фитоценозов. Им разработаны оригинальный комплекс аппаратуры и методики измерения для проведения экофизиологических исследований в лабораторных и полевых условиях, с использованием которого выполнены многие научные исследования лаборатории, в том числе и многочисленные кандидатские работы аспирантов.

С 1992 г. Михаил Дмитриевич работает в лаборатории экологии тундры на должности ведущего инженера. Он обеспечивает проведение исследований продуктивности наземных тундровых экосистем, разрабатывает методики экофизиологических исследований водорослей и лишайников, отвечает за приборную базу лаборатории и выполняет инженерно-экологические изыскания при проведении биологических исследований суши и водных объектов по экологическому обоснованию (ОВОС) для объектов газовой и нефтегазодобычи на территории Республики Коми и в Ненецком автономном округе.

Сегодня Михаил Дмитриевич высококвалифицированный инженер, автор двух оригинальных методик и 37 научных публикаций, в том числе в рецензируемых российских и зарубежных изданиях. Его отличают огромная работоспособность, увлеченность, творческий подход к экспериментальным исследованиям. Он охотно делится своими знаниями с молодежью.

Михаил Дмитриевич настоящий полевик, он принимал участие в экспедиционных работах в разных регионах: пустыни Гоби в Монголии, заповедных степях Таджикистана, таежной и тундровой зоне европейского Северо-Востока. Уже двенадцать лет он является бессменным начальником экспедиционного отряда лаборатории экологии тундры, с ним мы побывали в самых отдаленных уголках Севера, включая побережье Баренцева моря и арктические острова. Михаил Дмитриевич — постоянный участник международных проектов, грантов и многочисленных хозяйственных работ Института. Его ценят как хорошего и творческого специалиста, настоящего инженера, ответственного и надежного человека.

*Поздравляя Михаила Дмитриевича, мы хотели бы пожелать ему крепкого здоровья и хорошего настроения, радости от общения с родными и близкими людьми, новых интересных маршрутов и открытий.*

Коллеги



ние пастбищных оборотов в оленеводстве Ненецкого округа.

Постоянно и успешно Гавриил Иванович занимался пропагандой научных знаний. Ему принадлежит большое количество листовок для оленеводов, статей в местной газете «Нарьяна-Вындер», он читал лекции по линии общества «Знание» для оленеводов и специалистов сельского хозяйства округа, что способствовало привлечению внимания к важнейшим вопросам развития оленеводства, внедрению в практику мероприятий по дальнейшей интенсификации этой отрасли. Немало труда положил Г.И. Карев для укрепления станции и опытно-производственного хозяйства. Последняя запись в его трудовой книжке: «Уволен на пенсию по старости. Приказ № 43 от 25 февраля 1964 года». Однако научную деятельность Гавриил Иванович не прекратил. К середине 60-х годов относятся еще две его работы – об истории и развитии северного оленеводства и о пастбищах для оленей.

Как вспоминает Е.С. Болотова, Г.И. Карев купил квартиру где-то в средней полосе России и уехал туда с сыном. Когда в Москве у известного геоботаника Н.Е. Кабанова встречались соратники, бывал там и Карев. Он все собирался написать воспоминания и придумал им название «Без вины виноватые». Были ли они написаны, остается неизвестным. В семейном архиве Болотовых сохранилось письмо Г.И. Карева из Воронежа от 20 февраля 1974 г. Приводим его полностью.

*«Дорогая Валентина Михайловна! В день Вашего восьмидесятилетия шлю Вам теплые слова приветствия и сердечно желаю доброго здоровья, оптимизма и жизнелюбия на долгие годы, вдохновения и больших удач в творчестве, полного благополучия во всех личных интересах.*

*Дорогая Валентина Михайловна, будучи Вашим учеником, я никогда не забывал и не забываю того, что Вы вложили в мою душу своей скромностью, работой в повышении моих ботанических знаний, сумели зажечь искру в душе того, что сопровождало всю мою сознательную жизнь.*

*Всего Вам самого хорошего. Желаю Вам долголетия. Ведь люди всю жизнь творящие добро, должны и долго жить на этой земле.*

Ваш бывший ученик и постоянный поклонник Г. Карев».

#### Указатель сочинений Г.И. Карева 1927

Очерк растительности и почв бассейна р. Немитц [со схематическим профилем распределения раститель-

ности по поперечному сечению р. Немитц]: Отчет. Рукопись. 1927. С. 1-62. В 1935 г. хранилась в Дальневосточном филиале АН СССР.

1928

Растительность и почвы бассейна р. Немитц // Изв. Географ. об-ва, Владивостокское отд-ние. Т. LXI, № 2. Владивосток, 1928. С. 147-154.

Растительность и почвы Шмаковского района Владивостокского округа [с геоботанической картой в масштабе 1:84000, схемой распределения растительности и почв по рельефу и списком 399 собранных растений]. Рукопись. 1928. С. 1-111. В 1935 г. хранилась в Дальневосточном филиале АН СССР.

[Геоботанический отчет о работе экспедиции детальных агрономических исследований Шмаковского района Поморья Дальневосточного переселенческого управления]. Рукопись. В 1955 г. хранилась в Дальневосточном филиале АН СССР во Владивостоке.

1929

Дубняки Приморья<sup>4</sup>. Очерк. Рукопись. 1929. С. 10-45 // Сводка лесоустроительных материалов и обработка их геоботаническим методом. Архив рукописей дальневосточного краевого научно-исследовательского института. В 1950 г. хранилась в Дальневосточной Базе АН СССР во Владивостоке, в 1955 г. – в Дальневосточном филиале АН СССР во Владивостоке, в 1957 г. ее там не обнаружили.

1930

Геоботанический очерк района с. Козыревск-Ключи и участков: 1. Карганик-Мильково; 2. Вархне-Камчатск-Шаромы. Прил. 1. Список растений, собранных в 1930 г. Средне-Камчатской экспедицией в 352 вида на 49 с.; 2. 14 таблиц лесотаксационных сведений (анализы стволов и проч.); 3. Три анализа хода роста деревьев; 4. Геоботаническая карта / Под ред. проф. Г.Н. Гассовского. 1930. С. 1-428. Рукопись. В 1935 г. хранилась в Дальневосточном филиале АН СССР и в научно-исследовательском институте Петропавловска-на-Камчатке, в 1955 г. – в Ботаническом институте в Ленинграде.

1931

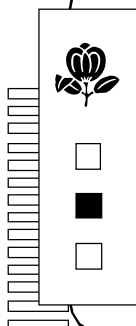
Типы лесов долины р. Камчатки. Рукопись. 1931. Гербарий, сборы и отчет находились в 1935 г. в научно-исследовательском секторе Акционерного Камчатского общества (АКО) в г. Петропавловск-Камчатский.

Каталог торфяников долины р. Камчатки. Рукопись. В 1935 г. находились в научно-исследовательском секторе Акционерного Камчатского общества (АКО) в г. Петропавловск-Камчатский и в Союзторфе, в 1955 г. – в Ботаническом институте в Ленинграде.

## НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

к.б.н. **Ольге Васильевне Дымовой**, результаты исследований которой по теме «Физиологическая и популяционная экология неморальных травянистых растений на Севере» отмечены медалью Академии наук с премиями для молодых ученых РАН.

*Гордимся! Желаем дальнейших творческих успехов.*



Материалы по изучению колонизационных фондов реки Камчатки. 1931. Ч. 2. 466 л. Рукопись Дальневосточного краевого научно-исследовательского института г. Владивостока. Один экземпляр рукописи хранился в 1957 г. в архиве Дальневосточного филиала АН СССР, другой – в Государственном архиве Камчатской области.

1932

Техническая инструкция по научно-обследовательским работам 1932 года маршрута Мильково-Машура-Козыревск-Двухурточная-Радуга и геоботанические исследования долины реки Камчатки. 1932. Ч. 1. 73 л. Рукопись. Государственный архив Камчатской области.

1933

Опыт типологии лесов долины реки Камчатки. 1933. 23 л. Рукопись. Государственный архив Камчатской области.

Типы лесов долины р. Камчатки. Рукопись. Государственный архив Камчатской области. Ф. 355. Оп. 1. Д. 45, 50-52. В 1955 г., видимо, другой экземпляр рукописи хранился в Ботаническом институте АН СССР в Ленинграде.

Пацен и фанка, паразиты Ключевского вулкана // Изв. Географ. об-ва. Л., 1932. Т. LXV, № 5. С. 387-401.

1937

Биркенгоф А.Л. Леса центральной части полуострова Камчатки. М.-Л.: Изд-во СОПС АН СССР, 1937. Сер. Камчатская. Вып. 6. – (Частично с указанием авторства **Г.И. Карева**).

Липшиц С.Ю., Ливеровский Ю.А. Почвенно-ботанические исследования и проблемы сельского хозяйства в центральной части долины р. Камчатка. М.-Л.: Изд-во СОПС АН СССР, 1937. Сер. Камчатская. Вып. 4. – (Частично с указанием авторства **Г.И. Карева**).

1940

Биркенгоф А.Л. Краткий очерк лесов центральной части полуострова Камчатки // Камчатский сборник. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. – (Частично с указанием авторства **Г.И. Карева**).

1941-1946

Природа Усинской лесотундры. Рукопись. В 1955 г. хранилась в рукописном фонде института полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства в г. Ленинграде.

1942

Геоморфология и геология района Абезь Коми АССР. Рукопись. 1942. Архив Северо-Печорской научно-исследовательской Мерзлотной станции народного комиссариата путей сообщения. Москва.

1943

Мерзлотный режим торфяных бугров. Рукопись. 1943. Архив Северо-Печорской научно-исследовательской Мерзлотной станции народного комиссариата путей сообщения. Москва.

Растительность лесотундры района Абези // Отчет Северо-Печорской научно-исследовательской Мерзлотной станции. Т. 3. Рукопись. 1943.

1946

Ботаническая характеристика пастбищ и лугов совхоза (предварительное сообщение). Материалы геоботанического обследования совхоза «Черевково». Пе-

чорское железнодорожное строительство МВД. 1946. Рукопись. Научный архив Коми НЦ УрО РАН.

1947

Природа лесотундры района пос. Абезь Коми АССР. Рукопись. 1947. Рукописный фонд института полярного земледелия и животноводства. Ленинград.

Природа лесотундры района пос. Абезь // Материалы по освоению территории и организации сельскохозяйственного производства в районе Печорстроя за 1940-1946 гг. Пос. Абезь. Коми АССР. ГУЛЖДС МВД СССР. Северо-Печорское железнодорожное строительство и исправительно-трудовой лагерь МВД СССР. 1947. Рукопись. Научный архив Коми НЦ УрО РАН.

1951

Опыты по ускорению роста лишайников // Природа, 1951. № 5. С. 84.

1955

О влагоемкости кормовых лишайников // Бот. журн. АН СССР, 1955. Т. XV. С. 705-709.

1956

Корма и пастбища северных оленей / Ред. д.б.н. В.Н. Андреев. М.-Л., 1956. 99 с.

Опыт введения пастбищеоборотов в оленеводческих колхозах Ненецкого национального округа // Бюлл. науч.-техн. информ. НИИ полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства. Л., 1956. № 1. С. 8-9.

Краткая биолого-экологическая характеристика древесных пород лесотундры востока европейской части СССР // Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение. Л., 1956. С. 61-69. – (БИН АН СССР; Вып. 1).

1957

Канюкова А.Ф. Пастбищеоборот в колхозе «Нарьянты» / Библиотечка оленоводов. Архангельск, 1957. С. 1-35. – (Материал подготовил к печати **Г.И. Карев**).

1959

Физико-географическая характеристика Ненецкого округа // Мероприятия по увеличению производства продукции сельского хозяйства и промыслов в колхозах и в совхозах Ненецкого национального округа. Нарьян-Мар, 1959. С. 8-20. – (Издание Нарьян-Марской сельскохозяйственной опытной станции НИИ сельского хозяйства Крайнего Севера).

Мероприятия по укреплению кормовой базы оленеводства // Там же. С. 80-91.

1960

Пастбищеобороты в оленеводстве // Сельское хозяйство Северо-западной зоны. Л., 1960. № 8. С. 41-43.

1961

Кормовая база северного оленеводства // Северное оленеводство / Ред. П.С. Жигунов. М., 1961. С. 188-254.

1962

Кормовая база северного оленеводства // Там же. 1962.

1965

Пастбищеоборот в оленеводстве. Архангельск, 1965. 8 с.

1968

Очерки по истории развития северного оленеводства. Архангельск, 1968. 48 с.

*Без даты*

Сборы растений полуострова Камчатка. В 1955 г. хранились в Ботаническом институте в Ленинграде.

**Указатель литературы о Г.И. Кареве**  
1928

Арсеньев В.К. Сквозь тайгу. М.: Молодая гвардия, 1928.

Научные новости Дальнего Востока. Владивосток, 1930. № 2-3 (Февраль-март). – (Типография Дальневосточного государственного института).

1931

Бюллетень Дальневосточного краевого научно-исследовательского института [Об утверждении Г.И. Карева старшим научным сотрудником]. Владивосток, 1931. № 2.

1935

Кабанов И.Е. Библиографическая сводка материалов по растительному и почвенному покрову Дальневосточного края за последнее десятилетие (1923-1933 гг.) // Труды Дальневосточного филиала АН СССР / Под ред. акад. В.Л. Комарова, А.С. Порецкого. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1935. Т. 1. С. 475-476. – (Список опубликованных и рукописных работ Г.И. Карева по Дальневосточному краю).

Р.С. Последний вариант статьи Нина Степановна Котелина прочла в первых числах августа 2004 г., сделала кое-какие исправления и принесла страничку следующих дополнений.

«В 1949 г. после окончания Карело-Финского государственного университета (г. Петрозаводск) Н.С. Котелина (один из авторов статьи) поступила в аспирантуру Коми базы АН СССР. Знакомство с флорой Коми края я начала с гербария. Частично определяла, а главным образом, оформляла имеющиеся полевые сборы, так как они были с рукописными этикетками и часто трудно читаемы. Мне тогда попали довольно большие сборы Г. Карева с Северной Двины за 1946 г., определенные М. Пряхиным. Почерк в них был очень неразборчивый. С большим трудом, с помощью старших товарищей, нам удавалось расшифровать их этикетки и разместить сборы Г. Карева по принятой у нас системе. В дальнейшем при написании «Флоры северо-востока европейской части СССР» его сборы с Северной Двины активно использовались. В 1952 г. я участвовала в составе экспедиции, возглавляемой А.А. Дедовым на оленьи пастбища в Помоздинский район. О работах Г. Карева по оленьим пастбищам, о встречах с ним вспоминали А.А. Дедов и И.С. Хантимер, а при обработке полевых материалов пользовались его работами.

Много хорошего о Г.И. Кареве, как об ученом, честном человеке, большом труженике, хорошем пропагандисте научных знаний, я слышала от моей двоюродной сестры Э.А. Поповой, которая работала с ним в Нарьян-Марской сельскохозяйственной школе и зооветеринарном техникуме в 50-е годы, после окончания Московского пушно-мехового института».

<sup>1</sup> НА Коми НЦ УрО РАН. Ф. 1. Оп. 1. Д. 199. Л.1, 4, 7, 11, 14-15.

<sup>2</sup> Сохранившийся экземпляр книги имеет автограф «Многоуважаемой Валентине Михайловне Болотовой от ученика автора. 30.10.56. Г. Карев».

<sup>3</sup> НА Коми НЦ УрО РАН. Ф. 1. Оп. 2. Д. 253.

<sup>4</sup> Другое название «Дубняки Владивостокского округа».



**КОНФЕРЕНЦИИ**



**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «EUROSOIL-2004»**

к.б.н. **Е. Шамрикова**

В г. Фрайбург (Германия) с 4 по 12 сентября 2004 г. проходила Международная конференция по широким проблемам почв Европы «Eurosoil-2004». Первый подобный симпозиум проводился в Британии в 2002 году. Подготовка к конференции началась за два года. В числе организаторов – Институт проблем почв и леса и Университет Альберта-Людвига (г. Фрайбург). В конференции приняло участие около 1000 ученых из 70 стран. Среди участников совещания было приблизительно 70 российских ученых (Москва, Санкт-Петербург, Казань, Новосибирск, Сыктывкар и др.).

В приветственном слове председатель оргкомитета доктор Е. Hildebrand (Germany) отметил, что почва относится к интереснейшим природным образованиям. Наряду с воздухом и водой она является важнейшей и неотъемлемой сферой в жизни человека. Изучение почв

необходимо не только для сельскохозяйственных целей, но и для развития лесного хозяйства, строительного дела, решения ряда проблем здравоохранения, разведки и добычи полезных ископаемых, организации зеленых зон и парков. В настоящее время в связи с антропогенным ухудшением природной среды на планете ценность почвенных исследований определяется незаменимой экологической ролью почвы как важнейшего компонента всех наземных биоценозов и биосферы Земли в целом. В этой связи целью конференции было обсуждение широких аспектов генетического почвоведения, а также химии, биологии, физики, экологии почв. Это определило необходимость формирования 25 симпозиумов, включавших более 350 лекций и устных представлений от ведущих ученых Европы. Дополнительно создана была постерная секция, где было пред-

ставлено более 500 презентаций. К сожалению, большое количество секций исключало возможность услышать все интересующие сообщения, т.к. многие из них звучали одновременно в разных аудиториях. Все устные доклады делались в компьютерном формате; длинные красочные ряды постеров украшали университет. Печально, что многими заметными фигурами из России стендовые доклады были выполнены на листах формата А4, распечатаны 12-шрифтом. Как бы ни были они прогрессивны по сути, они оставались в тени. В этой связи хочется поблагодарить администрацию нашего института за возможность использования современных методов представления своих результатов.

Особенно интересным, программным был доклад доктора В. Блюма (W. Blum, Austria) на тему «Необходимость изучения почвенных индикаторов,

их практическое использование учеными и политиками». В. Блюм – профессор Университета природных ресурсов и наук о жизни, Генеральный секретарь Международного союза наук о почве в 1990-2002 гг. По мнению автора, лучшие индикаторы окружающей среды – чистая вода, хорошая пища и здоровье. Но, если серьезно, приоритетом в выборе морфологических, физико-химических и биохимических почвенных индикаторов он считает, с одной стороны, простоту их определений, в том числе за счет использования современного оборудования. С другой стороны, легкость интерпретации и фокус на реальные запросы, т.е. ориентация на конкретный результат, облегчение и ускорение труда специалистов. Кроме того, актуально сегодня выявлять взаимосвязи, существующие между всеми и легко, и трудно измеряемыми свойствами почв, т.е. находить косвенные признаки, раскрывающие функционирование почв как самостоятельного природного тела. Это указывает на большое практическое и теоретическое значение исследований по динамике почвенного профиля, являющегося «зеркалом природы».

В. Блюм дал концепцию интеграции исследований ученых на примере почвоведения. Основные направления этой концепции:

- изучение почвенных процессов в экосистемах;
- развитие этих процессов во времени;
- изучение внутрпочвенных систем на локальном и глобальном уровнях;
- взаимосвязи с другими компонентами экосистем.

В завершении В. Блюм подчеркнул необходимость дальнейшего развития научных связей, обмена идеями между почвоведом, экологами и социологами разных стран. Проведение настоящей конференции является важным этапом в более тесном сотрудничестве. Кстати, доктор участвовал в Международном Трансуральском туре (см. статью Мажитовой Г.Г., Лаптевой Е.М. Вестник Института биологии № 10 за 2004 г.) и высказывал самые лучшие отзывы об экскурсии.

В почвоведении, как и в других науках, необходимо постоянное сопоставление точек зрения ученых, работающих разными методами и сталкивающихся с различными экологическими проблемами. Конференция подтвердила наблюдаемый в последнее десятилетие рост интереса к синтезу русских и западноевропейских почвенных концепций, особенно в вопросах классификации почв. В пленарном докладе доктор, профессор Т. Урушадзе (президент общества почвоведов Грузии) показал, что различия



критериев классификации почв российской и западной школ достаточно глубоки. Это затрудняет взаимопонимание почвоведов разных стран, поэтому рекомендовал использовать классификацию WRB (World Reference Base for Soil Resources, 1998). Он отметил, что новая российская классификация, разработанная В.Д. Тонконовым с сотрудниками (Почвенный институт им. В.В. Докучаева), – важный прогрессивный шаг в деле кооперации международных почвенных исследований.

По мнению доктора Varallyay (Hungary) современный этап почвоведения характеризуется появлением многочисленных направлений, возникших и возникающих на грани смежных наук, в этом видятся основные современные «точки роста» почвенной науки. Правильность этого высказывания подтверждается большим количеством симпозиумов, среди которых трудно выделить основные, каждая секция характеризует конкретное направление в области почвоведения, например: «Почва как жизненное пространство», «Почвенное органическое вещество», «Эрозия почв», «Буферные свойства почв», «Урбанизированные почвы и земельные ресурсы», «Почвенные информационные системы», «Почва и общество» и др.

В обширном сообщении доктор Kaiser (Germany) большое внимание уделил вопросам формирования и стабильности органоминеральных комплексов, образующихся при взаимодействии растворимого органического вещества с минеральными коллоидами; раскрыл механизмы консервации органического вещества. Были сообщены итоги детальных исследований баланса углерода лесных экосистем (Muchortova, Russia; Aherends, Germany и др.). Доктор К. Тотше (Totsche, Germany) продемонстрировал новый аппарат моделирования сорбции органических веществ гетерогенными и микропористыми сорбентами

Много докладов было посвящено антропогенному влиянию на педосферу планеты. В секции «Почва – жизненное пространство» прозвучали интересные доклады по влиянию кислых осадков и тяжелых металлов (ТМ) на микробиологическую активность (Niiklinska, Poland), на педогенетические характеристики

(Sopos, Hungary). Показаны новые возможности лабораторных исследований по очистке почв от загрязнений (Becker, Germany). Вызвали интерес доклады наших соотечественников по моделированию почвенных процессов – «Сорбция органических поллютантов почвой и ее компонентами» (Бреус), «Связывание и движение меди (II) и никеля (II) в почвенных коллонках» (Ермаков). Большую дискуссию вызвал пленарный доклад Rossiter (Netherlands) «Классификация урбанизированных и промышленных почв (WRB)».

Мною был представлен устный доклад «Буферные функции целинных и освоенных почв северо-востока России», в котором отмечено, что целинные подзолистые почвы Европейского северо-востока России обладают низким природным плодородием, но благодаря сравнительно благоприятному водному режиму составляют основной фонд пахотнопригодных земель. В условиях сельскохозяйственного освоения этих почв наблюдается коренное преобразование профиля. Удаление лесной растительности, перемешивание при распашке минеральных горизонтов с органическими, известкование и внесение большого количества минеральных и органических удобрений приводит к образованию почв с иными свойствами и иным характером функционирования. Выявлено, что пахотный слой располагает значительными запасами буферных компонентов, существенно превышающими суммарный резерв буферных компонентов элювиальных горизонтов целинной почвы, его формирующих. Этот факт можно рассматривать как один из механизмов позитивного влияния окультуривания почв на экологические функции почв и почвенного покрова.

Помимо аудиторного общения участникам конференции были предложены различные научные экскурсии, среди них: «Долина Рейна с запада на восток», «Цикл углерода в наземных экосистемах», «Использование почв во Фрайбурге и его окрестностях», «Вулкан Кайзерштуль: природа и культура», «Почвы и леса предгорной зоны». Я предпочла увидеть «Средневековый рудник Шварцвальда и загрязнение почв». Шварцвальд – горный массив на юго-западе Германии высотой 1493 м. Самые старые следы человеческой деятельности на территории Шварцвальда относят к 5 тыс. до н.э., когда здесь добывалась охра, главными компонентами которой являются гидроксиды железа, и глина для использования ее в качестве пигмента. С 1028 г. важнейшим сырьем региона становится серебро. Расцвет добычи этого драгоценного металла, как местного материала, приходится на XI-



XIV вв. Исследование химико-минералогического состава средневековых рудных отвалов показали, что, хотя полиметаллическая руда в основном содержит цинк и свинец, доля серебра может достигать 0.2-1.2 % от общей массы. В прошлом это являлось твердой базой для развития горной промышленности. Дополнительно руды содержат в разных соотношениях халькопирит (медный колчедан  $CuFeS_2$ ), арсенипирит (мышьяковый колчедан  $FeAsS_2$ ), галенит (свинцовый блеск  $PbS$ , основная руда свинца), сфалерит (цинковая обманка  $ZnS$ ). Руды сопровождаются кварцем, баритом ( $BaSO_4$ ), кальцитом ( $CaCO_3$ ), флюоритом ( $CaF_2$ ). Основными минералами Шварцвальда являются гнейсы и граниты. Добыча полезных ископаемых продолжалась до 20-го столетия с акцентом на сульфиды свинца и цинка, флюориты и бариты вместо серебра.

В этой экскурсии были показаны подземные тоннели, представляющие собой стройную систему вертикальных шахт и горизонтальных галерей. Созданные в скалах, они могли достигать нескольких сотен метров, некоторые даже более километра в длину и в пределах дециметров, редко до метра в ширину. В течение археологического полевого исследования две шахты были успешно открыты, что позволило понять суть подземной работы средневековых шахтеров. Ученые работали в необыкновенно трудных условиях. Нам показали намеренно перекрытый вход в одну из рудных артерий, где, сделав несколько шагов, можно упасть на глубину более 20 метров. Тоннели очень узкие, как будто рассчитаны на человека среднего размера. Сразу вспоминается сюжет сказки «Белоснежка и семь гномов», где руду добывали маленькие существа. Может, идея позаимствована отсюда. Обработка руд происходила недалеко от шахт и вдоль реки Молин (Möhl), несколько ниже по течению располагался завод по выплавке серебра.

В этом местечке не только добывали руду, в течение 13-14-го столетий шахтеры и их семейства жили непосредственно в этой области, о чем свидетельствуют заметные повсюду черепки горшков и кувшинов, статуэтки из глины, фрагменты одежды. Жилье было построено из древесины на каменном фундаменте. В центре добывающего района (его площадь около 35 га) археологами раскопан замок-крепость Биркинберг (Birchiburg) – место проживания средневековой региональной знати. Первое упоминание о нем датируется 1291 годом. Замок защищен траншеями, окружен массивной кольцевой стеной, которая даже сегодня имеет высоту до 5 мет-



Научная экскурсия «Средневековый рудник Шварцвальда и загрязнение почв».

ров. С 1987 года Биркинберг классифицируется как исторический памятник горной промышленности.

Средневековая обработка и плавление руд оставили большое количество «опасных исторических отходов», следы которых присутствуют и в настоящее время. Нас заинтересовал вопрос экологии этого местечка тем более, что вблизи мирно паслись овцы, росли яблони, а в маленьком ресторанчике планировался ужин. Оказывается, содержание тяжелых металлов в верхнем слое почвы у р. Молин изменяется в очень широком диапазоне в зависимости от истории разливов реки. Лидирующим загрязнителем является свинец. Большая часть элементов связана с силикатами или сульфидами, что снижает риск их выщелачивания, поступления в растения и грунтовые воды. Кроме того,  $Pb(II)$  имеет невысокую фитотоксичность в связи со способностью растений переводить его в малоподвижные труднорастворимые соединения (сульфаты, карбонаты, гидроксиды, фосфаты) в процессе различных химических реакций. Поэтому, несмотря на высокое со-



к.б.н. О. Ульянова (Красноярск), проф. Т. Урушадзе (Тбилиси), к.б.н. Е. Шамрикова.

держание ТМ в почвах, существенного токсического эффекта на растения выявлено не было. Вместе с тем, вековые деревья своей мощной корневой системой из глубинных слоев транспортируют элементы. Именно результаты анализа листьев деревьев в свое время положили начало исследовательской работы в этих краях. В листьях было обнаружено повышенное содержание  $Pb(II)$ ,  $Zn(II)$  и  $Cd(II)$ . Тогда как, заметных количеств этих элементов в атмосферных осадках и траве найдено не было (за прошедшие столетия образовались новые не-

загрязненные слои почвы). После многократных повторных анализов были построены карты распределения указанных элементов в растительном материале. Картины для всех элементов оказались схожими – они указывали на рудные жилы. Распределение тяжелых металлов было также определено в корнях, коре, органах ассимиляции. Интересно, что закономерности накопления элементов различными частями деревьев отличаются. Так, в тонких корнях сосны накапливается свинец (II), в молодых хвоях пихты – медь (II). Исследователями изобретен специальный бур, который позволяет отбирать растительный материал по годовым кольцам.

Загрязнение биоценозов ТМ не зря беспокоит ученых Института леса и почв, они сами шутят всерьез – в Шварцвальде заложена бомба замедленного действия! Ведь в случае прогрессивного подкисления миграционная активность и доступность этих элементов значительно возрастут, а глобальная экологическая проблема «кислых осадков» остро стоит в странах Центральной Европы. Вот такой естественный масштабный модельный эксперимент подготовила природа!

Во Фрайбурге живут и работают русские ученые, среди них Е. Толкунова (Красноярск). Нам было предложено после заседаний посетить Францию, до границы с которой всего минут 40. Мы побывали в самой красивой деревне Франции Рикивир и городе Кольмар. Именно этот городок является малой родиной скульптора Ф. Бартольди, автора Статуи Свободы. В миниатюре эта статуя стоит у въезда в город.

Финансирование моего участия в работе интереснейшего конгресса обеспечено из средств гранта президента Российской Федерации (МК-161.2003.04), трэвел-гранта УрО РАН, трэвел-гранта РФФИ (04-04-58549-з), бюджета Института биологии Коми НЦ УрО РАН. А узнала я об этом форуме из Интернета. Следующий конгресс почвоведов было решено организовать в Австрии, в 2008 г.

#### IV МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ «ЛЕСА ЕВРАЗИИ – ВОСТОЧНЫЕ КАРПАТЫ»

к.б.н. Н. Торлопова

В период с 27 сентября по 1 октября 2004 года в г. Рахов Закарпатской области Украины на базе Карпатского биосферного заповедника проходила IV Международная конференция молодых ученых «Леса Евразии – Восточные Карпаты», посвященная академику П.С. Погребняку.

Международные конференции молодых ученых «Леса Евразии» проходят ежегодно с 2001 года по инициативе Московского государственного университета леса (МГУЛ). Они проводятся с целью объединить молодых ученых, познакомить их с актуальными направлениями наук, связанных с изучением лесов. Приглашаются известные ученые для передачи опыта молодежи. Организаторами IV конференции стали Министерства образования и науки России и Украины, Министерство природных ресурсов России, Министерство охраны окружающей среды Украины, РАН, ФЦП «Интеграция», IUFRO и другие, всего 16 организаций. В ней принимали участие студенты, аспиранты, молодые ученые из МГУЛа, Института лесоведения РАН, Всероссийского НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства, СПбГУ, СПБНИИЛХа, Ботанического института им. Комарова, Института экологических проблем Севера (Архангельск), Брянской государственной инженерно-технологической академии, Костромской ГСХА, Украинского ГЛТУ, УкрНИИгорлес, Белорусского ГТУ, Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, Института леса НАН Беларуси, НИИ лесного хозяйства в Варшаве (Польша), Западно-Венгерского университета, Университета Йоенсуу (Финляндия).

С приветствиями к участникам конференции выступили глава местной администрации, а также д.т.н., профессор, академик РАЕН, проректор МГУЛа А.С. Щербаков, проф. д.н. А.Ф. Корчик, доцент Львовского лесотехнического университета И.В. Делеган, главный лесничий Солнечногорского опытного лесхоза Т.Ф. Смекалина, председатель оргкомитета к.с.-х.н. П.Г. Мельник.

Пленарные доклады сделали представители принимающей стороны. Директор Украинского НИИ горного лесоводства проф. В.И. Парпан выступил с докладом о научном наследии выдающегося украинского натуралиста П.С. Погребняка. Последователь научных идей Г.Ф. Морозова, основоположник украинской лесотипологической школы, П.С. Погребняк, руководствуясь принципом взаимозависимости между лесным биоценозом и педосферой, создал классификационную схему типов лесорастительных условий и типов леса. Он был и геоботаником-типологом, и лесным почвоведом, а также борцом за охрану окружающей среды.

Директор Карпатского биосферного заповедника д.б.н., проф. Ф.Д. Гамор выступил с докладом «О роли Карпатского биосферного заповедника в решении задач устойчивого ле-



Панорама г. Рахов.

сопользования». Заповедник состоит из 8 отдельных массивов и занимает площадь 53 тыс. га, из них 90 % покрыто лесом. Территория заповедника простирается от предгорных равнин до альпийского пояса, представлены все элементы биологического и ландшафтного разнообразия. Во время ледникового периода Карпаты стали климатическим убежищем, поэтому регион характеризуется невероятным богатством видов растений и животных (многие из которых эндемики), биотопов, уникальных растительных сообществ. Пралеса (леса, развивающиеся без вмешательства человека) занимают 14.6 тыс. га. Их значение велико для изучения истории развития растительного покрова в послеледниковый период.

Работа проходила на трех секциях. На секции «Лесные культуры, селекция, генетика и пути сохранения лесного генофонда» были представлены доклады о естественном ходе лесовосстановления на вырубках и сельхозугодьях. В настоящее время изучаются продуктивность семян и прирост лесных культур в зависимо-



Участники конференции у административного здания Карпатского биосферного заповедника.





Соколино бердо.

сти от климатических факторов. Серьезное внимание уделяется разработке современных технологий лесовыращивания: от экспериментов с сеянцами до выявления факторов, влияющих на продуктивность культур различного состава, происхождения, возраста. Интересны доклады о миграционных путях пихты белой и сосны обыкновенной в Карпатах, видов лиственниц в Беларуси.

Секция «Лесоведение и лесоводство, лесоустройство и лесная таксация» была посвящена, в основном, различным мониторинговым исследованиям в древостоях: дистанционным и натурным, локальным и региональным. Выносились на обсуждение также результаты минералогических исследований лесных почв, проводимые в Западно-Венгерском университете.

Наиболее разнообразная по тематике и представительству организаций была секция «Биологическое разнообразие естественных лесов и заповедное дело». Докладывались сводки видов, особенности биологии краснокнижных растений и животных заказников, заповедников и памятников природы. Обсуждались подходы к изучению биоразнообразия.

Наибольший интерес вызвали доклады о роли Карпатского биосферного заповедника в сохранении биоразнообразия и генетической сохранности, решении задач устойчивого лесопользования, о проблемах лесоводства и лесопользования в горной местности. Доклады опубликованы в сборнике: «Леса Евразии – Вос-



Гуцульский ансамбль.

точные Карпаты»: Материалы IV Международной конференции молодых ученых, посвященной академику П.С. Погребняку. М.: МГУЛ, 2004. 214 с.

Перспективы развития лесоведческих исследований ученые видят в переходе на научное обоснование устойчивого лесопользования, применении ландшафтного подхода, использовании высокоточного современного аналитического оборудования в изучении компонентов лесных биогеоценозов, выявлении новых методов борьбы с заболеваниями и вредителями, выведении устойчивого и продуктивного потомства древесных пород для оптимизации лесовыращивания. Чтобы улучшить положение в лесной науке, необходимо, чтобы государство, в первую очередь, было заинтересовано в ее развитии. Что касается непосредственно научного сообщества, выход видится в активном привлечении молодежи в науку, развитии международного сотрудничества, укреплении взаимодействий между учреждениями и отдельными учеными.

Хочется подробнее рассказать о познавательной программе конференции. Как правило, оргкомитетом уделяется большое внимание знакомству с местными достопримечательностями, где бы ни проходила конференция.

Участники жили в туристическом комплексе «Тиса» в маленьком городке Рахов. Это самый высокогорный город Украины, стоит в живописной местности на слиянии рек Белая и Черная Тиса. В программе конференции значительное время уделялось познавательным экскурсиям на природе, а также по музею заповедника, где представлены природная, геологическая, историческая, этнографическая экспозиции.

Мы посетили форелевое хозяйство, где узнали о современной технологии выращивания форели, отведали свежеподжаренной рыбки. Побывали в Географическом центре Европы (одном из них, и, как уверяют хозяева, самом настоящем) на берегу р. Тиса, на границе с Румынией. Он располагается в точке с координатами 48° с.ш. 24° в.д.

На территории заповедника развит экологический туризм. Мы отправились по экологическому маршруту «На Соколино бердо». На местном наречии «бердо» обозначает крутую скалу или высокий камень. Начинается маршрут от дворца австро-венгерских монархов, ныне конторы лесничества музея природы. Часть его проходит по берегу потока Кузий – небольшой горной речки, которая образует водопадики, достигающих 2 м. Здесь можно встретить редкие виды теплолюбивых папоротников, кальцефильных растений, а также редкие виды птиц – беркута и осоеда. На высоте 400 м над уровнем моря начинается серпантин: уютная извилистая тропа ведет вверх по склону, покрытому старым буковым лесом с примесью граба. Высота деревьев достигает 50 м, диаметр – 80 см. Некоторые деревья обвиты плющом выше 20 м. Этот массив славится разнообразием орхидных (наиболее редкий – эритроний собачий зуб). На склоне вырублены две штольни – геологи в 60-х годах искали здесь цветные металлы. В настоящее время с этими рукотворными галереями тесно связана специфическая фауна рукокрылых (подковоносы, ночницы и др.), а также земноводных (мы видели саламандр) и беспозвоночных. На высоте 560 м над уровнем моря находится урочище «Соколино бердо». Оно славится большой

популяцией тиса, которая сохранилась на известняковых скалах под пологом яворово-буковых лесов, и эндемичной буково-пихтово-сеслериевой ассоциацией. С этого места открываются потрясающей красоты горные пейзажи. На противоположном склоне – буковые и дубовые пралеса, которые переходят в смешанные, а затем в чистые ельники. Восхождение заканчивается на высоте 700 м над уровнем моря. Любуясь на красоты Восточных и Румынских Карпат, участники спели гимны конференции.

Следующий день был очень насыщенным. Конечной целью была гора Говерла. По пути мы посетили полуразрушенную плотину на горной реке, по которой до 60-х гг. XX века сплавляли лес. Макет этого сооружения мы уже видели в музее. Затем прошли экомаршрут по буковому пралесу к модельной пробной площади на склоне, комплексные наблюдения на которой ведутся в течение 100 лет. На данный момент это елово-пихтово-буковый древостой, запас которого достигает 640 м<sup>3</sup>/га. Зам. директора заповедника Д.Д. Сухарюк поведал нам об организации и результатах исследований.

Потом мы совершили восхождение на наивысшую вершину Украины г. Говерлу (2061 м). До места стоянки у подножия горы (1400 м н.у.м.) нас завезли три трудяги-ГАЗ-66 по крутому серпантину. В этих местах в позапрошлом веке пасли овец, и до сих пор на месте стоянок растет только горный щавель. По мере восхождения начали встречаться крупные куртины можжевельника, а на границе леса и альпийских лугов широко распространен сосновый стланник из сосны горной (*Pinus mugo* L.). И, главное, увидели червону

руту – рододендрон восточнокарпатский (*Rhododendron myrtifolium* Scott). Условия были экстремальные: видимость 20 м внутри дождевых облаков, ветер, сбивающий с ног на скользкой мокрой каменисто-глинистой тропе. Зато мы добрались не только до верхней границы леса, но и до первых сугробов (1900 м н.у.м.). По традиции отметили восхождение распеванием гимнов.

Напоследок мы познакомились с памятником архитектуры и культуры Закарпатья Мукачевским замком (XV век). Повезло Карпатам с географическим положением. Только в XX веке ныне Украинские Карпаты принадлежали Австро-Венгрии, Чехословакии, Венгрии, СССР. Таким образом сформировалась этническая смесь с богатством религий, языков, культур. Наше пребывание было постоянно окрашено национальным колоритом. Конференция началась призывным голосом трембиты. Это самый длинный музыкальный инструмент в виде 4-метровой деревянной трубы. Вечером перед нами выступал гуцульский народный ансамбль.

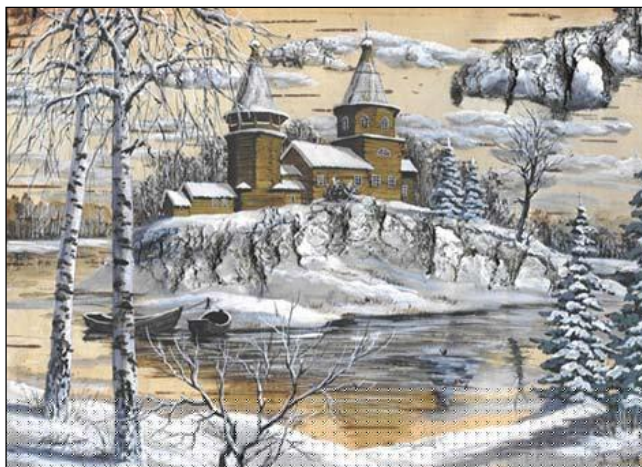
На конференцию собрались молодые ученые из России, Украины, Белоруссии, Польши, Венгрии, Финляндии, чтобы поделиться своими достижениями, разработать перспективные направления изучения и охраны лесов. Широкое представительство научно-исследовательских организаций, академических институтов, университетов позволило глубоко и всесторонне взглянуть на проблемы лесов. А самым незабываемым оказалось общение с коллегами, которые с начала проведения этих конференций стали уже друзьями.



## ТВОРЧЕСТВО



В июне 2004 г. Прилузский район отмечал свой юбилей – 75-летие, в это же время праздновали «День защиты окружающей среды». В «Центре изобразительного искусства и прикладного творчества» при главе администрации в течение месяца проходила персональная выставка картин из бересты Александра Худяева – мастера берестоплетения, работающего в Институте биологии. Основные сюжеты картин на бересте – пейзажи. Там же были выставлены картины учащихся, с которыми он занимается более трех лет. Картины, выполненные им, получили высокую оценку районной комиссии и были выставлены в Москве при представительстве Республики Коми, за что А. Худяев получил благодарности и именные часы в подарок от правительства Республики Коми.



**Поправка:** опубликованная в «Вестнике ИБ» № 12(86) на с. 27 статья «VII конгресс международной Ассоциации морфологов и V Общероссийский съезд анатомов, гистологов и эмбриологов» подготовлена двумя авторами – к.б.н. О. Ермакова и Н. Быховец.



*В январе этого года доктору биологических наук Павлу Николаевичу Шубину исполнилось бы 75 лет. В нашем Институте он работал с 1954 по 1988 г. О своем учителе вспоминают зав. отделом животноводства НИПТИ АПК РК к.б.н. Валерий Самуилович Матюков и научный сотрудник Института физиологии Коми НЦ УрО РАН Элеонора Африкановна Ефимцева.*

**В. Матюков:** Человек, который сформировал мой характер, взгляды и пристрастия, повлиял даже на манеру поведения, перевернул всю мою жизнь. Почти семь лет его нет среди нас. Как часто бывает между учителем и учеником, наши отношения не были безоблачны. И горько сознавать, что в свое время я был излишне категоричен, не всегда понимал его и доставил ему немало огорчений. Теперь, постарев, я сталкиваюсь с теми же проблемами на работе или во взаимоотношениях с людьми и часто ловлю себя на мысли, что в сходных ситуациях принимаю такие же решения, какие в свое время принимал он.

Павел Николаевич родился 28 января 1930 г. на Вологодчине в крестьянской семье. Детство и юность пришлось на коллективизацию, военные и послевоенные годы, прошли в северной деревне на крупной ж.д. станции Коноша Архангельской области. Среднего роста, коренастый, курносый, круглолицый, с характерной походкой, ранней сединой и лысиной. Он закончил с отличием зоотехнический факультет Ленинградского сельскохозяйственного института. По распределению был направлен на работу в Северную базу АН СССР, позднее Коми филиал АН СССР, ныне Коми НЦ УрО РАН. Отделом физиологии животных, куда его приняли на должность младшего научного сотрудника, руководил в то время высланный в Коми видный генетик Петр Фомич Рокицкий. О генетике в начале пятидесятых говорить было не принято и опасно. Однако Петр Фомич сумел заронить в сознание своего ученика сомнения в правильности «Мичуринской агробиологии» Лысенко и на всю жизнь привил вкус к статистическому мышлению.

Как ни странно, занижению официальной оценки научного вклада Павла Николаевича способствовала чрезвычайно высокая его требовательность к качеству научной работы, т.е. его научная чистоплотность, человеческая скромность и полное отсутствие саморекламы. Добиться от него похвалы дорогого стоило. Он высоко поднимал планку и каждый вольно или невольно должен был брать заданную шефом высоту. Мне imponировала его простота, деликатность, демократичность, манера речи, поведение. Именно интеллигентный Шубин, может быть не совсем, но выправил мой необузданный нрав, зашил меня «вирусом сомнения» в собственной непогрешимости, сделал более критичным, требовательным к себе и снисходительным к людям. Жить от этого мне стало сложнее, но, надеюсь, окружающим – легче. Я пропитался изрядной дозой скепсиса относительно своей «гениальности» и значимости в науке и..., может быть, поэтому до сих пор не написал докторской диссертации.

Павел Николаевич не дожидаясь нескольких месяцев до плановой операции по шунтированию сосудов сердца. Даже смерть его была символична. В неполные 68 он упал на пепелище, поднимая тяжелую стропилину, восстанавливая сельский дом...

**Э. Ефимцева:** Тяжело говорить об этом хорошем, истинно интеллигентном человеке в прошедшем времени. Павел Николаевич не был баловнем судьбы. Он рос в нужде и труде с детства, которое пришлось к тому же на тяжелые военные годы. Отец рано заметил художественные склонности сына и прочил ему карьеру художника-костореза. Скорее всего, в этом народном промысле он преуспел и нашел бы себя. От природы он был одарен чувством красоты и гармонии, фантазии и любви к прекрасному, наблюдательностью и

трудолюбием. Будучи уже научным сотрудником Коми филиала Академии наук СССР, он оказался в Холмогорах и на родине Михаила Ломоносова посетил косторезную мастерскую. Павел Николаевич не мог скрыть восхищения мастерством юных резчиков и испытал глубокое волнение от встречи с мечтой своего детства. Сожалел ли о профессии, в которой не суждено было реализоваться – сказать трудно.

Ему выпала другая дорога, посвятить свою жизнь генетике – науке в Советском Союзе оказалась не понятой и не престижной. Годы учебы в Ленинградском сельскохозяйственном институте совпали с разгаром жестоких гонений на генетиков и генетику. Будучи студентом, Павел Николаевич не смог получить фундаментальных знаний по избранной специальности. Ему пришлось добывать их самообразованием и в беседах со своим учителем Петром Фомичем Рокицким. В 1964 г. под его руководством Павел Николаевич защитил кандидатскую диссертацию.

Уже его первая монография (в соавторстве с В.М. Котельниковым) стала заметной работой в области селекции и генетики животных. До сих пор, перечитывая эту книгу, удивляешься ее добротности, тщательности и обстоятельности подбора материала, проведения исследований и оформления. Это была едва ли не первая в Советском Союзе попытка применения методов популяционной генетики и статистики в селекции скота. Нужно понимать, что в эти годы в биологической науке и в мышлении людей все еще господствовали стереотипы лысенковской агробиологии. Отечественная генетика лежала в руинах. В 1970 г. под руководством Павла Николаевича в Институте биологии организуется лаборатория экологии и генетики животных, и он получает возможность самостоятельно планировать научную работу. Наверное, мало кто знает, что в этот период Павел Николаевич с небольшой группой сотрудников открыл и создал собственную номенклатуру биохимических маркеров, построил географическую карту популяций северного оленя, разработав основы его биохимической генетики.

Всю свою жизнь он был на острие научных исследований в области экологической и биохимической генетики, разработки индикаторных систем для эколого-генетического мониторинга популяций животных и человека. Результаты исследований П.Н. Шубина используются для генетической идентификации популяций ценных пород рыб и пород северного оленя. Он выполнил серию блестящих работ по оценке здоровья рабочих, чьи условия труда сопряжены с вредными для организма факторами производственной среды. Научные интересы Павла Николаевича простирались на исследования генофонда коми народа, его генетические корни и место в финно-угорском мире – все это отражено в многочисленных публикациях. Можно сказать, что он «болел» идеями природоохранной генетики, а скорее всего, остро чувствовал Время и те проблемы, которые оно ставит перед всяким совестливым человеком. Особенно много внимания и сил он положил на изучение генофонда лососевых рыб, печорской семги. Ее естественный генофонд подорван истощающим промыслом. К сожалению, он не успел решить все задачи, которые ставил перед собой. Павел Николаевич состоялся как ученый и человек. Уважение окружающих вызывало его внутреннее достоинство. Это качество характера всегда давало о себе знать в самых разных обстоятельствах.

Со смертью Павла Николаевича ушло из нашей жизни что-то большое и светлое.





## НЕЗАБЫВАЕМОЕ ПРИКЛЮЧЕНИЕ ДЛЯ ЮНЫХ ЭКОЛОГОВ

Е. Мойсеюк<sup>1</sup>

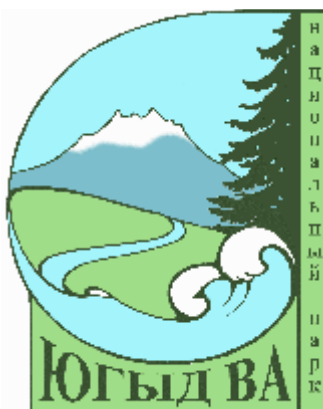
*Формы и виды эколого-просветительской деятельности в национальном парке «Югыд ва» разнообразны и включают в себя как традиционные, так и новаторские направления. Одной из наиболее активных форм работы со школьниками является проведение экологических экспедиций, десантов, лагерей для детей среднего и старшего возраста непосредственно на территории парка. Они позволяют подросткам познакомиться с особо охраняемой природной территорией, изучить ее природу, историко-культурное наследие, традиции, быт края, активно отдохнуть и оздоровиться в экологически чистом районе, и, вместе с тем, принести ощутимую пользу парку при выполнении волонтерских работ.*

*Эколого-просветительская работа с участниками в экспедиции позволяет привлечь внимание детей к проблемам охраны природы. Потенциал парка в организации научно-познавательных маршрутов велик и разнообразен из-за многообразия памятников истории, геологии, археологии, уникальности природных комплексов. Воспитание в области экологии неотделимо от экологических традиций местного населения, живущего на этой территории, его фольклора, традиционных ремесел. Все это должно стать предметом серьезного изучения и использования в эколого-просветительской работе.*

Каждое лето на территории национального парка «Югыд ва» проходят детские экологические лагеря. Не стал исключением и 2004 год. В самую жаркую летнюю пору – с 12 по 26 июля на территории Подчерского лесничества (Вуктыльский район) администрация парка совместно с министерством культуры и национальной политики Республики Коми организовали и провели детскую республиканскую экологическую экспедицию «Югыд ва-2004». ООО «Севергазпром» оказал спонсорскую помощь в заброске детей к начальной точке водного экологического маршрута – верховьям реки Подчерье.

В экспедиции приняли участие 20 детей из разных уголков нашей республики: Сыктывкара, Вуктыла, сел Усть-Вымь и Выльгорт, а также из Усть-Куломского, Прилузского, Сысольского, Койгородского и Корткеросского районов. Все участники экспедиции – победители экологических олимпиад, участники туристических походов, активисты экологических и краеведческих мероприятий. На протяжении всего путешествия ребята находились под опекой сопровождающих группу сотрудников национального парка Е.А. Мойсеюк и И.А. Денисова, а также «вожатых» – И.В. Курушиной (инструктор), М.П. Куневич (врач) и М.С. Пуниговой (повар).

Пятнадцатидневный поход по территории парка стал для юных экологов незабываемым, захватывающим дух приключением, подарил им массу прекрасных впечатле-



ний: полет на вертолете к началу маршрута, сплав по реке Подчерье – с ее чистой прозрачной водой и красотой скалистых берегов. Надолго останется в памяти ребят и восхождение на одну из вершин Урала – гору Тима-Из, с которой открывается захватывающий дух вид на Уральский хребет. Каждый день ребята открывали для себя много нового. Знакомились с территорией национального

парка, памятниками природы, археологии и истории, имели возможность увидеть редкие, реликтовые и эндемичные растения, познакомиться с животным миром парка «Югыд ва».

Юные туристы осваивали правила поведения на воде, учились сплавляться на резиновых лодках по быстрой горной реке, обращаться с туристическим инвентарем, овладевали навыками альпинизма и ориентирования на местности. На протяжении всего маршрута стояла хорошая погода, а так как лето в этом году выдалось жарким, то ребята вдоль накопились в реке Подчерье, а некоторые из них не отказали себе в удовольствии понырять в воде, прыгая в нее с небольших скал. Но никто не расскажет о том, как проходила детская республиканская экологическая экспедиция «Югыд ва-2004» лучше, чем сами ее участники.

*Игорь Грицай:* «Поход наш начинался так – в Вуктыле мы сели в автобус, доехали до аэропорта, там нас посадили в вертолет и мы полетели до реки Большой Емелю, где была наша первая стоянка. Ну, а дальше мы сплавлялись на резиновых лодках сначала по Большому Емелю, потом по реке Подчерье. Сам сплав мне очень понравился – интересно и очень красиво, особенно берега реки Подчерье с различными скалами. К сожалению, я не поднимался на гору Тима-Из, но те, кто поднимался, сказали, что это просто здорово. Если я поеду туда еще, то обязательно поднимусь. Такого, что бы мне не по-



<sup>1</sup> Мойсеюк Елена Анатольевна, начальник отдела экологического просвещения, туризма и рекреации национального парка «Югыд ва». E-mail: yugydva@komifree.ru.

нравилось, в экспедиции не было. Вот разве что только с непривычки я устал гребти, когда нам пришлось пройти на лодках большое расстояние от нашей последней стоянки до села Подчерье, но потом эта усталость прошла. А вот того, что мне понравилось, было очень много.

Больше всего мне запомнилось, как на одной из стоянок мы видели лося. Напротив того места, где мы остановились, был остров с небольшим лесочком. Вот из этого леса и вышел большой лось. Постоял, посмотрел на нас и ушел обратно. Также мне понравилась экскурсия на скалу Дроватница – мы поднимались на самый верх и оттуда любовались природой – очень красивый вид открывается со скалы на реку. А еще классно было, когда мы ныряли в реку со скал. Побывав в экспедиции, я многому научился – сплавиться по реке, ориентироваться на местности. У меня появилось много новых друзей – из Сыктывкара, Усть-Кулома и других мест.

Сопровождавшие нас взрослые – тоже очень хорошие люди. Больше всего мне понравилась начальник экспедиции Елена Анатольевна Мойсеюк – всегда веселая и добрая, знает много интересных историй, которые часто нам рассказывала вечерами, когда мы сидели у костра. Госинспектор Иван Ануфриевич



Денисов тоже много знает интересного и полезного. Он человек хоть и в возрасте, но прекрасно вписался в нашу молодежную компанию.

Мне очень хотелось бы еще побывать в таком путешествии. Хочется вновь посмотреть на красивую природу и подняться на гору Тима-Из. Мое мнение – если молодежь будет часто бывать в таких походах, то из нее вырастут хорошие люди, любящие природу и свой край».

*Алина Фомичева:* «Больше всего в республиканской экологической экспедиции мне понравилось, как мы сплавились по реке. Я считаю, что самое красивое место на реке Подчерье – это скала Арка. В самом начале путешествия мы видели лося. Он был совсем рядом с нами – большой, коричневый... В экспедиции для всех ребят проводились различные соревнования. Например, я участвовала в соревнованиях по гребле. За время экспедиции у меня появилось много новых друзей, особенно из Сыктывкара, сейчас мы с ними переписываемся. Мне очень хочется поехать в экологическую экспедицию еще, снова увидеть нашу красивую природу – речку, скалы и лес...».

А нам остается лишь добавить, что все ребята – участники детской республиканской экологической экспедиции «Югд ва-2004» вернулись домой отдохнувшими, загоревшими, с хорошим настроением и зарядом бодрости на долгую зиму. Кроме незабываемых впечатлений и адресов новых друзей, они привезли с собой памятные подарки – футболки и бейсболки с символикой национального парка «Югд ва».

Фото А. Габова, из личного архива семьи Фомичевых.

## НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Малой академии Института биологии, награжденной дипломом Санкт-Петербургской Арктической академии наук за участие в «IX международной молодежной конференции по окружающей среде и Биос-олимпиаде 2004» и разработку экологических тем, актуальных для регионов Арктики и Севера.



Победители «IX Международной молодежной конференции по окружающей среде» и «Биос-олимпиады 2004» в составе экспедиции в национальный парк «Югд ва» (печорский филиал): Вячеслав Неверов, школа № 6, – верхний ряд (второй справа), Константин Габов, школа № 25, и Андрей Куратов, школа № 16, – нижний ряд (слева направо).

Окончание. Начало на задней обложке.

Выше отметок 300-700 м н.у.м. простирается пояс гольцов. Слагающие его хаотические нагромождения камней производят впечатление безмолвной и безжизненной пустыни. Здесь подолгу не тает снег и практически нет субстрата для прикрепления растений. Отдельные экземпляры немногих видов цветковых растений (ситник трехраздельный — *Juncus trifidus*, щучка сизая — *Deschampsia glauca*, кисличник двухстолбчатый — *Oxyria digina*, горец змеинный, камнеломка снежная — *Saxifraga nivalis*) прячутся в тени камней, расщелинах, где есть мелкозем. Но хотя разнообразие форм жизни в этих экстремальных условиях невелико, курумы не мертвы. Поверхность камней расцвечена серовато-зелеными и ярко-желтыми узорами накипных лишайников, темные налеты на скалах образуют мхи.

Сведения о разнообразии экосистем национального парка на сегодняшний день намного более скудные, чем для другой крупнейшей особо охраняемой территории региона — Печоро-Ильчского заповедника. Планомерные исследования, направленные на инвентаризацию биологического разнообразия на этой территории, к сожалению, не проводятся и сегодня. В наибольшей степени исследована флора сосудистых растений, которая по имеющимся данным насчитывает 680 видов из 297 родов и 91 семейства. Горный характер флоры резервата выражается в высоком видовом разнообразии представителей семейства *Cyperaceae* (73 вида), занимающих первое место в спектре семейств. При господстве в парке лесной растительности преобладание бореальных видов (54 %) в его флоре закономерно; наличие горно-тундрового пояса, занимающего значительные пространства в резервате, привело к существованию здесь значительной доли аркто-альпийских видов (около 20 %). Специфической особенностью видового состава парка является почти равное соотношение растений европейского и азиатского распространения (соответственно 14 и 13 %), что обусловлено положением резервата на границе Европы и Азии. Исследования, направленные на выявление видового состава споровых растений, лишайников, встречающихся на территории национального парка, носили эпизодический характер. Их результаты не опубликованы.

Изучение животного мира территории национального

парка показало, что здесь чрезвычайно разнообразна фауна наземных позвоночных, насчитывающая более 40 видов млекопитающих и свыше 190 видов птиц. Реки парка, берущие начало на Урале, обеспечивают чистоту одной из крупнейших рек Европы — Печоры. В водотоках переселяются и обитают редкие виды рыб, в том числе ледниковые реликты — атлантический лосось, хариус сибирский, пелядь, голец-палайя.

Экосистемы, сосредоточенные на территории национального парка «Югыд ва», выполняют роль ключевых местообитаний для многих редких, эндемичных и реликтовых видов растений и животных, охраняемых на локальном, региональном и международном уровнях. Среди редких растений есть виды, внесенные в «Красную книгу России» (калипсо луковичная — *Calypso bulbosa*, кастиллея воркутинская — *Castilleja arctica* ssp. *vorkutensis*, пальчатокоренник Траунштейнера — *Dactylorhiza traunsteineri*, шиверская подольская — *Schiverekia podolica*) и красные списки МСОП (венерин башмачок настоящий — *Cypripedium calceolus*). Ряд видов имеет на рассматриваемой территории единственные местонахождения в Европе (четочник приземистый — *Novotorularia humilis*, примула Палласа — *Primula pallasii*), другие (кедр сибирский — *Pinus sibirica*) находятся на границах распространения.

Среди представителей авиафауны, зарегистрированных в рассматриваемом регионе, отмечены орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*), кречет (*Falco rusticolus*), скопа (*Pandion haliaetus*), беркут (*Aquila chrysaetos*), сапсан (*Falco peregrinus*) — редкие виды, внесенные в списки МСОП и «Красную книгу России». Один из видов рыб, популяции которого достаточно обычны в водотоках данной территории — бычок подкаменщик (*Gottus gobio*), охраняется в Российской Федерации.

Анализ существующей информации о видовом разнообразии охраняемых природных комплексов свидетельствует, что явно недостаточны имеющиеся сведения о мохообразных, лишайниках, грибах и беспозвоночных животных (наземных и водных). Растительный мир и фауна парка ждут своих исследователей. Рады здесь и туристам, для которых организованы экологические маршруты.

д.б.н. С. Дегтева, E-mail: [degteva@ib.komisc.ru](mailto:degteva@ib.komisc.ru)

Фото на обложке В. Пономарева

---

## ВЕСТНИК ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ 2005 № 1 (87)

Ответственный за выпуск **И.В. Рапота**  
Компьютерный дизайн и стилистика **Р.А. Микушев**  
Компьютерное макетирование и корректура **Е.А. Волкова**

Лицензия № 19-32 от 26.11.96 КР № 0033 от 03.03.97

Информационно-издательская группа Института биологии Коми НЦ УрО РАН  
Адрес редакции: г. Сыктывкар, ГСП-2, 167982, ул. Коммунистическая, д. 28  
Тел.: (8212) 24-11-19; факс: (8212) 24-01-63  
E-mail: [directorat@ib.komisc.ru](mailto:directorat@ib.komisc.ru)

Компьютерный набор.

Подписано в печать ..... Тираж 170. Заказ № 1(05).

Распространяется бесплатно.