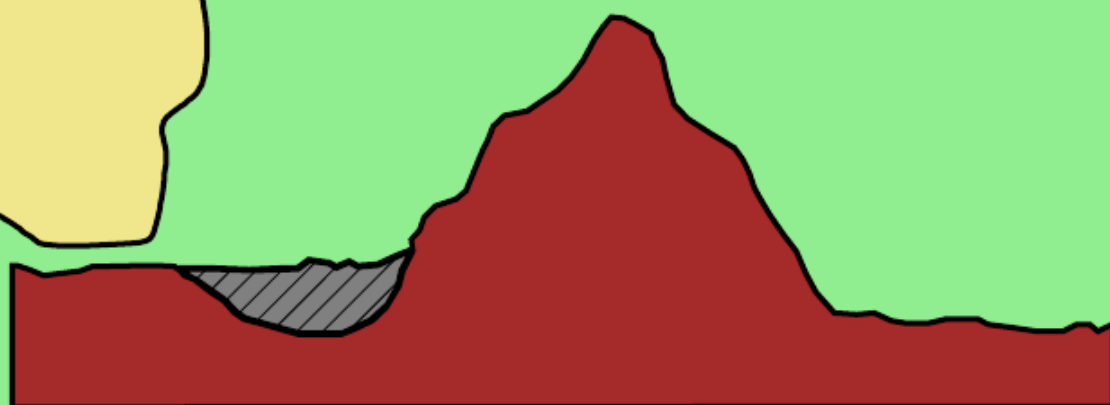




Экология,  
природопользование  
и ресурсы Урала



2023 № 1 (6)

# Экология, природопользование и ресурсы Урала

№1 (6), 2023

---

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций как сетевой издание, номер свидетельства: ЭЛ № ФС 77-70509 (25.07.2017). Территория распространения: Российская федерация и зарубежные страны. Выходит 1 раз в год. Статьи рецензируются.

**Тематика и направления:**

Биологические и минеральные ресурсы  
Функционирование экосистем и экологический мониторинг  
Биоразнообразие и продуктивность экосистем  
Животноводство, рыбоводство, растениеводство  
Рациональное природопользование  
Урболандшафты

**Редакционная коллегия:** Корляков К. А. (к.б.н), Нохрин Д. Ю. (к.б.н), Гетманец И.А. (д.б.н.), Двинин Д. Ю. (к.э.н.), Сосненко С.В. (к. с-х. н.), Трофимова Л.В. (к.б.н), Ходоровская Н. И. (к.т.н.), Меркер В. В. (к.б.н), Пестрякова Е.И. (к.г.н.), Павленко Е.Ф. (к.г.н.), Брюханов Д. С. (к. с-х. н.).

**Место издания:**

Россия, г. Челябинск

**Адрес редакции:**

ecology\_ural@mail.ru

При перепечатке ссылка на журнал обязательна

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Кутенева И. Е., Гасымов Ф. М.,</i> Фенология черной смородины сортов селекции ЮУНИИСК	4
<i>Зиновченкова Е.Е., Нохрин Д.Ю.</i> Биотестирование воды ряда скважин Челябинской области с использованием прибора «Lumishot»	13
<i>Гетманец И. А., Левченко П.В.</i> Предварительные результаты исследования послепожарных смен в растительном покрове горельника чернореченского участкового лесничества ФГУ Национальный парк «Таганай»	17
<i>Коробчинская О. И.</i> Жесткокрылые ксилобионты (Coleoptera) хвойных пород национального парка «Таганай»	21
<i>Корляков К. А., Нохрин Д.Ю., Баранов С.М., Федяшин В.В. Нестеркина К.С.</i> Химический состав и качество воды пещер в районе г. Аша Челябинской области	27

## ФЕНОЛОГИЯ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ СОРТОВ СЕЛЕКЦИИ ЮУНИИСК

И. Е. Кутенева, Ф. М. Гасымов

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург, Россия  
*info@yuniisk.ru*

В статье анализируется фенология черной смородины селекции ЮУНИИСК за период 2009-2017 гг. Описано влияние климатических факторов Южного Урала на развитие растений, представлен обширный табличный материал. Показано, что фенологическое прогнозирование позволяет планировать сезонно-зависимые мероприятия сельского хозяйства, выявлять наиболее адаптированные к условиям климата сорта растений, фиксировать изменения климата и реакцию на них живых организмов.

**Ключевые слова:** фенология, черная смородина, селекция, Южный Урал

Смородина черная (*R. nigrum*) широко распространена, что объясняется ее неприхотливостью, скороплодностью, урожайностью [14], богатым химическим составом, включающим: органические кислоты, сахара, дубильные вещества, витамины С, Р, В, В1, В2, В9, РР кумарины, эфирные масла железа, фосфор, калий, марганец и т.д. [4-5, 7, 9, 11]. Черная смородина сейчас находится на этапе адаптивной селекции; основным направлением является создание сортов, сочетающих пригодность к механизированной уборке, сухой отрыв ягод, крупноплодность, урожайность, комплексную устойчивость к болезням и вредителям, морозостойкость, высокое содержание биологически активных веществ [7-8, 12]. На сегодняшний день в селекционный процесс вовлекаются гены различных видов черной смородины: европейской, скандинавской, сибирской, дикуши, клейкой, черешчатой, канадской и др. [8, 11]. Поэтому необходимо изучать фенологию уже существующих сортов, чтобы понять перспективы селекции черной смородины.

Фенология – это наука, изучающая «закономерности сезонного развития» (Ш. Морран). Фенологию изучали А.И. Воейков, И.П. Фалька, П.С. Паллас, А.Т. Болотов и др. Направления фенологии: географическая, биологическая, экологическая, климатологическая и прикладная фенология. В фенологии существуют понятия «фенофаза» и «фенодата». Фенофаза – этап в цикле развития растения, характеризующийся морфологическими изменениями. Фенодата – наступление фенофазы по календарю [10]. Фенологической периодизацией года занимались Д.Н. Кайгородов, Г.Э. Шульц, Г.А. Родионов и Н.П. Смирнов (деление природных явлений на 4 сезона, 13 подсезонов и 22 феноэтапа) [13]. В фенологии важную роль играет климат. Климат местности – это условия окружающей среды в течение длительного периода времени [15, с. 151]. Глобальное потепление существенно

влияет на климат Челябинской области: повышение среднегодовой температуры за период 1966–2018 гг. составило 1,6-2,0°C [1–2]; количество солнечной радиации в г. Челябинске варьирует по сезонам (самая теплая погода в мае, августе и июне, самая холодная в январе и феврале); влажность изменяется от 52% (май) до 79% (декабрь); наблюдаются ветры со скоростью от 3,0-3,6 м/с [6]. К середине XXI века произойдет повышение суточных минимумов температуры на 4-6°C, а суточных максимумов – на 1,5-3°C [3]. Изменение климата требует создания сортов с высоким адаптивным потенциалом [1-2]. В этой связи особый интерес представляет фенология растений. Фенологическое прогнозирование позволяет планировать сезонно-зависимые мероприятия сельского хозяйства, выявлять наиболее адаптированные к условиям климата сорта растений, фиксировать изменения климата и реакцию на них живых организмов [13].

**Целью** работы является изучение фенологии сортов черной смородины селекции ЮУНИИСК.

### Материал и методы исследования

Исследовали фенологические фазы черной смородины сортов селекции ЮУНИИСК (Венера, Жемчужина, Зюраткуль, Маяк, Пигмей, Подарок Ильиной, Русалка, Сибилла, Сударушка). Наблюдения и учеты в рамках сортоизучения и селекции плодовых и ягодных культур проводились по общепринятым методикам, в т.ч. по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

### Результаты и обсуждение

Мы свели и проанализировали данные годовых отчетов отдела садоводства ЮУНИИСК за 2009-2021 гг. Они представлены в нижеследующих таблицах.

**Таблица 1. Степень подмерзания, баллы**

Сорт	Годы наблюдений							
	2009	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Венера	1,0	1,0	2,0	0	0,4	0	0	1,0
Жемчужина	0	0,4	1,6	0	0,6	0,2	0	0
Маяк	0	0	1,5	0	0,5	0	0	0
Пигмей	1,0	1	1,8	0	1,4	0	0	0
Подарок Ильиной	2,0	1,0	2,0	0	1,0	1,0	2,0	0
Русалка	1,0	1,0	2,0	0	1,0	1,0	0	0
Сибилла	–	–	1,0	0	1,0	0	0	0
Сударушка	–	1,0	2,6	0	0,8	0,2	0	–

Примечание. Здесь и далее прочерк «–» означает отсутствие данных.

**Таблица 2. Начало распускания почек и цветение**

Сорт	Годы наблюдений								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Начало распускания почек</b>									
Венера	25.04	21.04	22.04	17.04	20.04	23.04	21.04	15.04	24.04
Жемчужина	25.04	21.04	22.04	18.04	21.04	21.04	24.04	14.04	24.04
Зюраткуль	25.04	21.04	22.04	–	–	–	–	–	–
Маяк	25.04	21.04	22.04	18.04	21.04	22.04	20.04	16.04	26.04
Пигмей	25.04	21.04	22.04	18.04	22.04	23.04	22.04	15.04	26.04
Подарок Ильиной	25.04	21.04	22.04	18.04	21.04	23.04	26.04	16.04	25.04
Русалка	25.04	21.04	22.04	18.04	21.04	23.04	22.04	14.04	26.04
Сибилла	25.04	21.04	22.04	18.04	20.04	23.04	22.04	14.04	25.04
Сударушка	25.04	21.04	22.04	18.04	21.04	23.04	23.04	13.04	–
<b>Начало цветения</b>									
Венера	13.05	08.05	14.05	03.05	13.05	11.05	13.05	02.05	10.05
Жемчужина	13.05	08.05	14.05	01.05	12.05	11.05	14.05	02.05	13.05
Зюраткуль	13.05	08.05	14.05	–	–	–	–	–	–
Маяк	13.05	08.05	14.05	07.05	15.05	11.05	13.05	04.05	12.05
Пигмей	13.05	08.05	14.05	01.05	14.05	11.05	13.05	04.05	13.05
Подарок Ильиной	13.05	08.05	14.05	06.05	15.05	14.05	18.05	04.05	15.05
Русалка	13.05	08.05	14.05	05.05	13.05	11.05	12.05	03.05	13.05
Сибилла	13.05	08.05	14.05	04.05	14.05	11.05	12.05	02.05	13.05
Сударушка	13.05	08.05	14.05	04.05	13.05	11.05	15.05	02.05	–
<b>Степень цветения, баллы</b>									
Венера	3	–	–	–	4	3,5	3	3	3
Жемчужина	3	–	–	–	4	3,5	3	3	3
Маяк	3	–	–	–	3	3	3	3	3
Пигмей	3	–	–	–	5	3	3	3	3
Подарок Ильиной	2	–	–	–	5	4,5	3	3	3
Русалка	2	–	–	–	5	3	3	3	2,5
Сибилла	2	–	–	–	4	3,5	3	3	2
Сударушка	2	–	–	–	4	4	3	3	–
<b>Конец цветения</b>									
Венера	30.05	16.05	26.05	13.05	20.05	20.05	23.05	11.05	20.05
Жемчужина	30.05	16.05	26.05	10.05	20.05	19.05	24.05	10.05	20.05
Зюраткуль	30.05	16.05	26.05	–	–	–	–	–	–
Маяк	30.05	16.05	26.05	16.05	22.05	20.05	20.05	11.05	22.05
Пигмей	30.05	16.05	26.05	10.05	20.05	20.05	20.05	13.05	22.05
Подарок Ильиной	30.05	16.05	26.05	14.05	22.05	20.05	23.05	11.05	24.05
Русалка	30.05	16.05	26.05	14.05	19.05	20.05	22.05	11.05	20.05
Сибилла	30.05	16.05	26.05	14.05	20.05	17.05	22.05	12.05	19.05
Сударушка	30.05	16.05	26.05	12.05	20.05	20.05	22.05	11.05	–

**Таблица 3. Созревание ягод и степень плодоношения**

Сорт	Годы наблюдений							
	2009	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Начало созревания ягод</b>								
Венера	08.07	12.07	26.06	09.07	04.07	12.07	03.07	14.07
Жемчужина	08.07	12.07	22.06	07.07	01.07	10.07	03.07	11.07
Зюраткуль	08.07	12.07	–	–	–	–	–	–
Маяк	08.07	12.07	26.06	12.07	09.07	12.07	04.07	14.07
Пигмей	08.07	12.07	24.06	10.07	04.07	12.07	05.07	17.07
Подарок Ильиной	08.07	12.07	29.06	10.07	06.07	14.07	08.07	18.07
Русалка	08.07	12.07	22.06	06.07	01.07	10.07	02.07	15.07
Сибилла	08.07	12.07	24.06	09.07	01.07	09.07	01.07	16.07
Сударушка	08.07	12.07	24.06	11.07	01.07	12.07	06.07	–
<b>Дата полного созревания ягод</b>								
Венера	24.07	30.07	08.07	20.07	15.07	25.07	15.07	28.07
Жемчужина	24.07	30.07	30.06	20.07	10.07	24.07	11.07	26.07
Зюраткуль	24.07	30.07	–	–	–	–	–	–
Маяк	24.07	30.07	03.07	24.07	22.07	28.07	16.07	28.07
Пигмей	24.07	30.07	03.07	23.07	14.07	22.07	14.07	01.08
Подарок Ильиной	24.07	30.07	08.07	25.07	17.07	24.07	12.07	03.08
Русалка	24.07	30.07	02.07	17.07	10.07	25.07	12.07	25.07
Сибилла	24.07	30.07	03.07	22.07	11.07	22.07	10.07	26.07
Сударушка	24.07	30.07	03.07	22.07	12.07	27.07	17.07	–
<b>Степень плодоношения, баллы</b>								
Венера	–	–	–	4	4	3	3	3
Жемчужина	–	–	–	4	4	2	3	3
Маяк	–	–	–	4	4	1	2	3
Пигмей	–	–	–	3	3	1,5	2	3
Подарок Ильиной	–	–	–	4	4	2	0,5	3,5
Русалка	–	–	–	4	3	1,5	2	3
Сибилла	–	–	–	3	3	1	2	2
Сударушка	–	–	–	4	4	1	2	–

**Таблица 4. Урожайность**

Сорт	Годы наблюдений												
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Средний урожай с куста, кг</b>													
Венера	1,1	3,2	2	0,25	1,6	1,7	1,5	0,44	2	2,4	1,8	1,8	2,0
Жемчужина	0,7	2,5	2,2	0,5	2,1	2,2	0,2	1,1	1,44	2,4	2,8	2,0	4,1
Зюраткуль	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,6	2,9	3,2	3,0
Маяк	0,7	0,2	3	0,7	1,8	1,7	0,4	0,2	1,28	1,4	1,9	1,5	1,9
Пигмей	0,3	0,9	1	0,1	0,9	1,6	0,2	0,5	1,5	2,3	1,9	1,5	2,7
Подарок Ильиной	0,5	1,4	1,5	0,4	2,3	1,6	0,4	0	1,62	–	–	–	–
Русалка	0,3	1,7	0,9	0,3	1,6	1,8	0,4	0,18	1,24	–	–	–	–
Сибилла	–	0,7	–	0	1,2	0,9	0,1	0,47	1,2	2,6	2,4	2,8	3,2
Сударушка	–	1,7	1,8	0	1,9	2,6	0,1	0,5	–	1,9	3,0	2,1	2,8
<b>Урожай, ц/га</b>													
Венера	39	35,7	71	8,9	57	60,7	53,5	15,7	71,4	–	–	–	–
Жемчужина	25	57,1	79	17,8	75	78,5	7,1	39,3	51,4	–	–	84,4	–
Маяк	25	7,1	108	20	64	60,7	14,3	7,1	45,7	–	–	30,1	–
Пигмей	11	32,8	36	3,6	32	57,1	7,1	17,8	55	–	–	–	–
Подарок Ильиной	18	50	54	14,3	82	57,1	0,5	0	57,8	–	–	–	–
Русалка	11	25	43	10,7	57	64,3	14,3	6,4	44,3	–	–	–	–
Сибилла	–	8	–	0	43	32,1	3,6	16,8	42,8	–	–	94,7	–
Сударушка	–	60,7	64	0	68	92,8	3,6	17,8	–	–	–	77,2	–

**Таблица 5. Средняя масса и вкус ягод**

Сорт	Годы наблюдений									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2020
<b>Средняя масса, г</b>										
Венера	1,5	1,5	1,9	1,5	1,5	1,31	1,6	1,98	1,66	–
Жемчужина	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,0	0,9	1,9	2,45	1,2
Маяк	1,7	1,1	1,7	1,5	1,5	1,4	1,1	1,1	2,51	1,9
Пигмей	1,4	2,1	1,7	1,5	1,4	1,22	0,8	1,69	1,8	–
Подарок Ильиной	1,2	1,3	1,4	1,1	1,5	1,42	1,1	–	1,69	–
Русалка	1,5	1,5	1,7	1,5	1,7	0,94	1,3	1,77	1,52	–
Сибилла	–	1,3	–	0	–	1,85	0,9	1,68	1,83	1,1
Сударушка	–	1,4	1,9	0	1,3	1,11	1,2	1,20	–	1,4
<b>Вкус, баллы</b>										
Венера	5,0	5	4,8	5	5	5	5	4,8	5	–
Жемчужина	5,0	5	5	5	5	5	5	5	5	–
Маяк	5,0	4,8	4,5	4,7	4,7	4,5	4,7	4,7	5	–
Пигмей	5,0	5	5,0	5	4,8	5	5	5,0	5	–
Подарок Ильиной	4,7	5	4,6	4,9	4,7	4,8	4,8	–	4,8	–
Русалка	5,0	5	4,8	5	5	5	5	4,8	4,9	–
Сибилла	–	5	–	0	–	5	5	5,0	4,9	–
Сударушка	–	5	5	0	4,9	5	5	5	–	–

Степень подмерзания черной смородины (табл. 1) с годами уменьшается, что логично связать с постепенным потеплением климата и более мягкими зимами. Наименее склонны к подмерзанию сорта Маяк и Сибилла.

Из табл. 2 можно видеть, что сроки распускания почек слабо изменились за период с 2009 по 2017 гг. Также, можно отметить, что есть года с дружным распусканием почек у разных сортов. За период 2009-2017 гг. сроки начала цветения незначительно изменяются у различных сортов черной смородины; степень цветения постепенно уменьшается, вместе со старением растений черной смородины; конец цветения черной смородины постепенно

сдвигается раньше во времени с 2009 по 2017 годы.

Сроки созревания ягод (табл. 3) сильно варьируют в зависимости от погодных условий года; степень плодоношения постепенно уменьшается, вместе со старением растений черной смородины. Из табл. 4 можно видеть, что средний урожай с куста постепенно увеличивается, с внесением дополнительных удобрений; урожай с гектара также растет.

Из табл. 5 видно, что средняя масса ягод постепенно увеличивается. Вкус ягод черной смородины варьирует в зависимости от погодных условий года. Лучший вкус отмечается у сорта Жемчужина.

**Таблица 6. Степень повреждения смородины вирусными болезнями, баллы**

Сорта	Годы наблюдений					
	2009	2010	2011	2015	2016	2017
<b>Махровость</b>						
Венера	1,8	0	0	0,4	0	0
Жемчужина	0	0	0	1,8	0,8	0
Маяк	0	0	0	2	1	0
Пигмей	0	0	0	2,6	1,6	0
Подарок Ильиной	1,6	0	0	1,6	0	0
Русалка	0	0	0	0,6	0	0
Сибилла	–	0	–	0	0	0
Сударушка	–	0	0	2,4	1	–
<b>Черная реверсия</b>						
Венера	–	–	–	0,3	–	–
Жемчужина	–	–	–	1,8	–	–
Маяк	–	–	–	2,0	–	–
Пигмей	–	–	–	2,6	–	–
Подарок Ильиной	–	–	–	1,6	–	–
Русалка	–	–	–	0	–	–
Сибилла	–	–	–	0,75	–	–
Сударушка	–	–	–	2,4	–	–

Таблица 7. Степень повреждения смородины грибковыми болезнями, баллы

Сорта	Годы наблюдений												
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Мучнистая роса</b>													
Венера	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Жемчужина	0	0	0	0	0	–	0	0	1,0	0,1	0	0	0
Маяк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,2	0	0
Пигмей	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0,3	0
Подарок Ильиной	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0,1	0
Русалка	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,3	0
Сибилла	–	0	–	0	0	0	0	0	0,8	0,3	0,3	0	0
Сударушка	–	0	0	0	0	0	0	0	–	0,3	0,2	0,4	0,2
<b>Антракноз</b>													
Венера	0	1	1	0	0	0	0	0	–	0,6	0,4	0,7	0,5
Жемчужина	0	1	1	0	–	–	1	0	0,6	0,9	0,9	0,7	0,5
Маяк	0	2	1	0	2	0	0	0	1	1,1	1,0	0,9	0,8
Пигмей	0	2	0	0	0	0	0	0,2	0	0,9	0,4	1,1	0,5
Подарок Ильиной	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0,6	0,2	0,2	0,2
Русалка	0	0,4	0	0	1,8	0	0	0	0	0,9	0,2	0,9	0,6
Сибилла	–	1	–	0	0	2	0	1	0	0,5	0,9	0,3	0,3
Сударушка	–	1	1	0	2	0	1	1	–	0,7	0,2	0,2	0,2
<b>Септориоз</b>													
Венера	0	3	2	0	2	1,5	2,4	1,8	1	2,0	1,0	2,0	1,4
Жемчужина	0	3	2,4	0	–	–	3	1,4	1	1,1	2,0	1,0	1,2
Маяк	0	1	3	0	2	0,5	2	1	2	1,5	1,8	2,0	1,6
Пигмей	0	3	1	0	2	1,5	2,4	1,2	1	1,6	2,0	1,0	1,7
Подарок Ильиной	0	2	2,5	0	3	0	2,5	1,8	2	1,7	1,0	2,5	1,5
Русалка	0	0,4	2	0	1,6	2	3	2	0	1,7	1,3	2,0	1,4
Сибилла	–	2	–	0	2	2	1,4	1	1	2,0	1,7	2,1	1,6
Сударушка	–	2	2	0	2,6	1	2,2	2	–	1,6	1,5	2,0	1,4
<b>Ржавчина бокальчатая</b>													
Венера	–	–	–	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–
Жемчужина	–	–	–	0	0	–	0	0	0	–	–	–	–
Маяк	–	–	–	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–
Пигмей	–	–	–	0	0	0	0	0	0,5	–	–	–	–
Подарок Ильиной	–	–	–	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–
Русалка	–	–	–	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–
Сибилла	–	–	–	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–
Сударушка	–	–	–	0	0	0	0	0	–	–	–	–	–
<b>Ржавчина столбчатая</b>													
Венера	–	–	–	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–
Жемчужина	–	–	–	0	0	–	0	0	0	–	–	–	–
Маяк	–	–	–	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–
Пигмей	–	–	–	0	0	0	0	0	1	–	–	–	–
Подарок Ильиной	–	–	–	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–
Русалка	–	–	–	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–
Сибилла	–	–	–	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–
Сударушка	–	–	–	0	0	0	0	0	–	–	–	–	–

Поражение черной смородины махровостью (табл. 6) периодически наблюдается, причём независимо от химической обработки растений. Наиболее устойчив к махровости сорт Сибилла. Судя по данным 2015 г. все сорта за исключением сорта Русалка в той или иной степени подвержены поражению черной реверсией. Как видно из табл. 7, поражение

черной смородины мучнистой росой, антракнозом и септориозом периодически наблюдается. Наиболее устойчив к мучнистой росе сорт Венера. Поражение черной смородины ржавчиной бокальчатой и ржавчиной столбчатой почти не наблюдается; единственные два случая отмечены у сорта Пигмей в 2017 г.



Таблица 8. Степень повреждения смородины насекомыми-вредителями, баллы

Сорта	Годы наблюдений							
	2009	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Тля зеленая</b>								
Венера	–	2	0	–	–	–	–	–
Жемчужина	–	0	0	–	–	–	–	–
Маяк	–	0	1	–	–	–	–	–
Пигмей	–	2	1	–	–	–	–	–
Подарок Ильиной	–	2	1	–	–	–	–	–
Русалка	–	0	0	–	–	–	–	–
Сибилла	–	–	0	–	–	–	–	–
Сударушка	–	2	1	–	–	–	–	–
<b>Тля галловая</b>								
Венера	–	–	0	1	0	0,2	2	2
Жемчужина	–	–	0	0	0	0	0	2
Маяк	–	–	0	0	0	0	0	2
Пигмей	–	–	0	1	0	0	0	–
Подарок Ильиной	–	–	9	0	0	0	0	0
Русалка	–	–	0	0	0	0	0	1
Сибилла	–	–	0	0	0	0	0	0
Сударушка	–	–	0	0	0	0	0	–
<b>Тля крыжовниковая</b>								
Венера	–	–	–	0	0	0	1,4	2
Жемчужина	–	–	–	0	0	0	0	2
Маяк	–	–	–	1	0	0	0	2
Пигмей	–	–	–	1	0	0	0	0
Подарок Ильиной	–	–	–	0	1	0	0	1
Русалка	–	–	–	0	0	0	2	1
Сибилла	–	–	–	0	0	0	0	0
Сударушка	–	–	–	1	0	0	2	–
<b>Пилильщик</b>								
Венера	–	–	–	1	1	1	0	1
Жемчужина	–	–	–	1	2	0,4	1	1
Маяк	–	–	–	1	1	1	2	1
Пигмей	–	–	–	2	1	1	1	1
Подарок Ильиной	–	–	–	1	1	1	0	1
Русалка	–	–	–	2	1	1	1	1
Сибилла	–	–	–	1	2	1	0	1
Сударушка	–	–	–	2	1	1	1	–
<b>Огневка</b>								
Венера	–	–	–	0	0	–	–	–
Жемчужина	–	–	–	0	0	–	–	–
Маяк	–	–	–	0	0	–	–	–
Пигмей	–	–	–	0	0	–	–	–
Подарок Ильиной	–	–	–	0	1	–	–	–
Русалка	–	–	–	0	0	–	–	–
Сибилла	–	–	–	0	0	–	–	–
Сударушка	–	–	–	0	0	–	–	–
<b>Почковая моль</b>								
Венера	2,0	–	–	–	–	–	–	–
Жемчужина	0	–	–	–	–	–	–	–
Зюраткуль	–	–	–	–	–	–	–	–
Маяк	0	–	–	–	–	–	–	–
Пигмей	2,0	–	–	–	–	–	–	–
Подарок Ильиной	1,0	–	–	–	–	–	–	–
Русалка	2,0	–	–	–	–	–	–	–
Сибилла	–	–	–	–	–	–	–	–
Сударушка	–	–	–	–	–	–	–	–

**Таблица 9. Степень повреждения смородины клещами, баллы**

Сорта	Годы наблюдений								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Смородинный почковый клещ</b>									
Венера	2,0	1,5	2	0,8	0	0	0,4	2	1
Жемчужина	2,0	2	1,4	1,6	0	1,2	1,6	2	0
Маяк	1,6	0	1,0	1	0	0	0	0	0
Пигмей	2,0	2	2	1,6	0	1,5	1,4	1,4	0
Подарок Ильиной	1,6	1	1,5	1	0	1,4	0	1	0
Русалка	2,0	2,5	2	1,6	0	2	1,6	2,6	0
Сибилла	–	1,5	–	0,2	0	1	0,5	0	0
Сударушка	–	2,5	0	2	0	1	1,6	2	–
<b>Паутиновый клещ</b>									
Венера	–	1	–	3	0	0	0	0	0
Жемчужина	–	2	–	3	0	0	0	0	0
Маяк	–	1	–	3	0	0	0	0	0
Пигмей	–	1	–	3	0	0	0	0	0
Подарок Ильиной	–	0	–	2	0	1	0	0	0
Русалка	–	1	–	2	0	0	0,4	0	0
Сибилла	–	3	–	2	0	1	0	0	0
Сударушка	–	1	–	2,2	0	0	0,4	0	–

Отрывочность сведений о поражении чёрной смородины насекомыми-вредителями (табл. 8) не позволяет сделать полноценного сравнения сортов. Отметим, только, что вероятно наиболее устойчивы к поражению тлей зеленой сорта Жемчужина и Русалка. Поражение тлей галловой и тлей крыжовниковой периодически наблюдается; оно не зависело от химической обработки растений. Наиболее сильное поражение отмечено у сорта Венера. Поражение пилильщиком, огневкой и почковой молью

также наблюдалось периодически и не зависело от химической обработки. Из табл. 9 можно видеть, что поражение черной смородины смородинным почковым клещом и паутиновым клещом периодически наблюдается, независимо от химической обработки растений. Наиболее эффективные меры химической обработки от смородинного почкового клеща отмечались в 2013 и 2017 годах. Регулярно поражаются паутиновым клещом сорта Сибилла, Сударушка, Русалка.

**Таблица 10. Листопад**

Сорта	Годы наблюдений						
	2009	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Начало листопада</b>							
Венера	–	–	04.09	05.09	15.08	25.08	26.08
Жемчужина	–	–	26.07	28.08	11.08	20.08	26.08
Маяк	–	–	23.07	08.09	13.08	13.08	13.08
Пигмей	–	–	04.09	08.09	10.08	25.08	29.08
Подарок Ильиной	–	–	26.07	20.08	26.08	20.08	30.08
Русалка	–	–	22.07	05.09	11.08	26.08	31.08
Сибилла	–	–	21.07	28.08	15.08	15.08	26.08
Сударушка	–	–	–	22.08	11.08	23.08	–
<b>Конец листопада</b>							
Венера	08.10	18.10	07.10	05.10	10.10	13.10	12.10
Жемчужина	08.10	04.10	07.10	05.10	10.10	13.10	12.10
Маяк	08.10	18.10	07.10	05.10	10.10	13.10	12.10
Пигмей	08.10	18.10	07.10	05.10	10.10	13.10	12.10
Подарок Ильиной	08.10	18.10	07.10	25.09	10.10	13.10	12.10
Русалка	08.10	10.10	07.10	05.10	10.10	13.10	12.10
Сибилла	02.10	18.10	07.10	05.10	10.10	13.10	12.10
Сударушка	02.10	18.10	07.10	25.09	10.10	13.10	–

Из табл. 10 видно, что сроки начала и конца листопада сильно варьируют в зависимости от погодных условий года.

Таким образом, мы можем сделать заключение о том, что климат на Южном Урале постепенно теплеет, и зимы становятся мягче. Конец цветения черной смородины сдвигается раньше во времени, в связи с ранним установлением положительных температур.

Однако при этом поражение черной смородины болезнями и вредителями периодически наблюдается, независимо от химической обработки растений. Не смотря на то, что урожайность постепенно увеличивается, с внесением дополнительных удобрений, степень плодоношения медленно уменьшается, вместе со старением растений черной смородины.

#### Список использованных источников

1. Васильев А.А., Глаз Н.В., Нохрин Д.Ю. Изменение климата на Урале // Проблемы агрохимии и экологии. 2021. №3-4. С. 45-50.
2. Васильев А.А., Нохрин Д.Ю., Гасымов Ф.М.О., Глаз Н.В. Анализ агроклиматических условий Уральского региона за период с 1966-го по 2020 годы и перспективный прогноз изменения среднегодовой температуры до 2050 года // АПК России. 2022. Т. 29. №2. С. 139-147.
3. Глаз Н.В., Васильев А.А. Изменение климата // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. №4 (48). С. 32-39.
4. Князев С.Д., Келдибекова М.А., Товарницкая М.В. Достижения и перспективы селекции смородины черной во ВНИИСПК // Современное садоводство — Contemporary horticulture. 2017. №3 (23). С. 20-25.
5. Князев С.Д., Пикунова А.В., Бахотская А.Ю., Шавыркина М.А., Чекалин Е.И. Инновационные направления селекционных исследований смородины черной // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2014. С. 192-211.
6. Лиходумова И.Н., Горбунова Т.Д. Климатические условия г. Челябинска как фактор здоровья населения // Экологические чтения-2021. XII Национальная научно-практическая конференция с международным участием. Омск, 2021. С. 430-434.
7. Макаркина М.А., Янчук Т.В., Князев С.Д. Селекция смородины черной на повышенное содержание в ягодах растворимых сухих веществ // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2010. №6 (27). С. 122-124.
8. Маркелова Н.В. Возможности адаптивной селекции черной смородины // Вестник Брянского государственного университета. 2008. №4. С. 134-137.
9. Родюкова, О.С. Изучение адаптивного и продукционного потенциалов смородины как исходного материала для селекции и улучшения сортимента: дис. кандидат сельскохозяйственных наук: 06.01.05 — Селекция и семеноводство. Мичуринск-научоград РФ. 2008. 217 с.
10. Рыбальченко В.В., Чепик Ф.А. Фенологическая картина вегетационного периода 2019 года г. Санкт-Петербурга // Актуальные вопросы в лесном хозяйстве. Материалы III международной научно-практической конференции молодых ученых. 2019. С. 83-86.
11. Сазонов Ф.Ф. Оценка селекционного материала смородины чёрной по устойчивости к почковому клещу // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. №4 (32). С. 29-31.
12. Сазонов Ф.Ф. Селекционный потенциал смородины чёрной и возможности его реализации: дис. кандидат наук: 06.01.05 — Селекция и семеноводство. Брянск. 2014. 384 с.
13. Федотова В.Г., Достоевская Л.П. Фенологические сезоны в Санкт-Петербурге // Биосфера. 2013. Т. 5. № 4. С. 436-449.
14. Шенмайер Н.А., Прудникова Г.А. Перспективные сорта черной смородины, предназначенные для выращивания в условиях Сибири // Вестник КРАСГАУ. 2013. №7 (82). С. 134-138.
15. Samsonova O.V., Kolokolova N.M. Causes and consequences of climate change // Основные вопросы лингвистики, лингводидактики и межкультурной коммуникации. Сборник трудов XI международной научно-практической конференции. 2020. С. 150-153.

**PHENOLOGY OF BLACK CURRANT VARIETIES OF BREEDING  
OF THE SOUTH URAL RESEARCH INSTITUTE OF HORTICULTURE AND POTATO  
GROWING**

**I. E. Kuteneva, F. M. Gasymov**

**Ural Federal Agrarian Research Center UB RAS**

*info@uyniisk.ru*

**Annotation.** This article analyzes the phenology of black currant varieties of breeding of the South Ural Research Institute of Horticulture and Potato Growing. The influence of climatic factors of the Southern Urals on plant development is described.

**Keywords:** phenology, black currant, breeding, South Ural.

## БИОТЕСТИРОВАНИЕ ВОДЫ РЯДА СКВАЖИН ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА «LUMISHOT»

Е. Е. Зиновченкова, Д. Ю. Нохрин

ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», г. Челябинск, Россия  
*katya.volkova0987@mail.ru*

В статье представлено исследование по оценке токсичности проб воды 34 скважин Челябинской области методом биотестирования с использованием прибора «Lumishot». Показано, что доля нетоксичных проб составила 79,4%, слаботоксичных – 14,7%, токсичных – 5,9%. Не установлено статистически значимых связей между индексом токсичности с одной стороны и глубиной и 25 показателями химического состава воды (коэффициент корреляции Спирмена  $r_s$ : от -0,297 для сульфатов ( $p=0,088$ ) до 0,268 для карбонатов ( $p=0,126$ )).

**Ключевые слова:** вода, токсичность, биотестирование

Несмотря на относительное обилие поверхностных вод в Челябинской области, в ряде районов проблема водоснабжения стоит достаточно остро, и периодически обсуждаются вопросы более широкого использования подземных вод. Водоснабжение основной массы водопотребителей в Челябинской области (мелкие населённые пункты, отдельные предприятия, коттеджные посёлки, индивидуальные садовые участки) обеспечивается за счёт водозаборных участков и одиночных водозаборных скважин, часто с некондиционным качеством потребляемой воды [14]. В связи с проблемами загрязнения водных сред вопросы изучения и применения различных методов биотестирования для контроля и оценки качества вод являются актуальными.

В настоящее время при выполнении фундаментальных и прикладных исследований окружающей среды в рамках экологического мониторинга, например, для выявления суммарной токсичности различных сред, применяют методы биотестирования, подразумевающие использование биообъектов в контролируемых условиях [2]. В том числе биотесты широко используются для интегральной оценки водных объектов и/или качества воды в них [5-8, 10]. В качестве тест-объектов чаще всего применяются бактерии, водоросли, простейшие, ракообразные, рыбы, то есть представители основных трофических звеньев водной экосистемы. Тем не менее существуют методы, которые также относят к методам биотестирования, но которые не используют в оценке качества водной среды конкретные живые организмы. К ним относится метод, использующий ферменты бактерий и

реализованный в системе реагента «Энзимоллюм» и прибора «LumiShot» [12].

Цель данного исследования заключалась в оценке токсичности подземных вод из индивидуальных скважин, расположенных на территории Челябинской области, с использованием портативная биолюминесцентной экспресс-лаборатории на основе прибора «LumiShot» и реагента «Энзимоллюм».

### Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили 34 образца подземной воды, отобранной из индивидуальных скважин на территории Челябинской области в 2021-2022 гг. Биотестирование проводили биолюминесцентным методом с помощью портативного люминометра LumiShot (ООО «НПП "Прикладные биосистемы", Россия) путем измерения интенсивности свечения реагента «Энзимоллюм». Последний изготовлен на основе биферментной системы светящихся бактерий NADH: FMN-оксидоредуктаза-люцифераза, иммобилизованной в крахмальный гель совместно с субстратами (миристиновым альдегидом и NADH). Токсическое действие исследуемых проб на реагент «Энзимоллюм» определяли по изменению интенсивности биолюминесценции за 2-минутный период экспозиции. В качестве контроля использовалась дистиллированная вода. Результатом измерения была кинетическая кривая интенсивности свечения (рис. 1), для которой программа LumiShot рассчитывала максимальное значение.

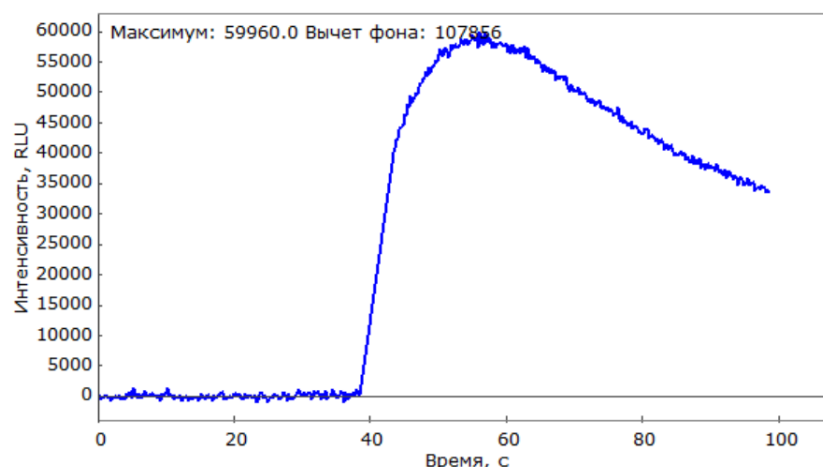


Рис. 1. Пример кинетической кривой интенсивности свечения

По результатам измерения интенсивности свечения испытуемого и контрольного образцов рассчитывали люциферазный индекса токсичности (ЛИТ) по формуле:

$$\text{ЛИТ} = \frac{I_K - I_O}{I_K} \cdot 100\%,$$

где  $I_K$  и  $I_O$  – максимальная интенсивность свечения реагента «Энзимолум» в контрольной и опытной пробе соответственно.

Согласно [13], при значениях ЛИТ более 20% проводили разбавление пробы повторный анализ. Последовательные разбавления повторяли до тех пор, пока значение ЛИТ не оказывалось  $\leq 20\%$ . В зависимости от кратности разбавления тестируемой пробы образцы классифицировали следующим образом: кратность 1 – «нетоксично», 2 – слаботоксично, от трёх и более (до 10 раз) – токсично.

В ходе статистического анализа рассчитывали абсолютные и относительные (%) частоты; последние снабжали 95%-ными доверительными интервалами, вычисленными точным биномиальным методом Клоппера – Пирсона [5]. Для оценки связей между токсичностью и показателями химического состава проб рассчитывали коэффициент корреляции Спирмена. Расчеты выполнены в пакете PAST (v. 4.11 [Hammer et al., 2001]).

### Результаты и обсуждение

Полученные данные о токсичности образцов подземной воды представлены в табл. 1. По результатам биотестирования было установлено, что среди изученных подземных вод существенно преобладали нетоксичные образцы. Доля слаботоксичных и токсичных проб составила 20,6%. Ранее для 69 скважин Челябинской области с использованием другого метода биотестирования – по хемотаксису

инфузории тифельки – нами наблюдалась менее благополучная ситуация: 33,3% нетоксичных проб, 14,5 % умеренно токсичных и 52,2% высоко токсичных [11]. Полагаем, что различия наиболее вероятно связаны не столько с особенностью проб подземной воды, сколько с использованием другого биотеста.

Таблица 1. Токсичность образцов подземных вод из индивидуальных скважин на территории Челябинской области

Категория токсичности	Количество проб, шт.	Доля, %	95% ДИ
Нетоксичная	27	79,4	[62,1; 91,3]
Слаботоксичная	5	14,7	[5,0; 31,1]
Токсичная	2	5,9	[0,7; 19,7]
Всего	34	100,0	–

Результаты изучения связи между токсичностью и гидрохимическими показателями, полученные в ходе корреляционного анализа, представлены в табл. 2.

Из неё видно, что статистически значимых корреляций обнаружено ни с глубиной, ни с гидрохимическими показателями. В нашем случае только одна из скважин была артезианская и характеризовалась отсутствием токсичности. Возможно, если бы их было больше, такая связь могла проявиться, т.к. именно глубоких скважинах качество подземных вод обычно выше. Так, при исследовании артезианских скважин п. Можайское с использованием инфузорий и прибора «Биотестер» была установлена низкая токсичность проб, что связывалось именно с хорошей изолированностью водоносных горизонтов [3].

**Таблица 2. Связь между токсичностью и гидрохимическим показателем (n=34)**

Показатель	Коэффициент корреляции Спирмена $r_s$	Оценка значимости $p$
Глубина	-0,138	0,574
pH	0,226	0,198
Жесткость	-0,151	0,394
Минерализация	-0,152	0,392
Электропроводность	-0,169	0,339
Мутность	0,156	0,386
Цветность	0,106	0,555
Щёлочность	0,151	0,395
Гидрокарбонаты	0,152	0,389
Калий	-0,227	0,197
Кальций	-0,226	0,199
Карбонаты	0,268	0,126
Магний	0,043	0,807
Натрий	-0,032	0,859
<b>Сульфаты</b>	<b>-0,297</b>	<b>0,088</b>
Хлориды	-0,247	0,160
Аммоний	-0,049	0,784
Нитраты	-0,051	0,774
Нитриты	-0,077	0,664
Фосфаты	0,236	0,178
Окисляемость	0,029	0,872
Барий	0,077	0,672
Железо	0,054	0,766
Кремний	-0,083	0,646
Стронций	-0,043	0,807
Фториды	0,209	0,235

В литературных источниках отмечаются случаи как обнаружения связи между

результатами биотестирования и химическим составом проб. Высокая корреляция наблюдалась в исследованиях на одних и тех же водных объектах, но в динамике на протяжении года [1]. С использованием биотеста на дафниях была обнаружена связь токсичности с рядом химических показателей родниковой воды, но только в хроническом тесте [9]. В многолетних исследованиях обнаруживалась корреляция некоторых показателей состава воды и содержанием тяжёлых металлов, хлоридов, pH и биогенным веществом [4]. В нашем исследовании имеются основания предполагать лишь слабую отрицательную связь между токсичностью и содержанием сульфатов (коэффициент корреляции Спирмена  $r_s = -0,297$ ,  $p=0,088$ ).

### Выводы

1) Методы биотестирования позволяют проводить интегральную оценку качества воды и дополняют результаты химико-аналитического определения компонентов, входящих в ее состав.

2) Билюминесцентным методом изучена токсичность подземных вод, отобранных из индивидуальных скважин на территории Челябинской области. Установлено, что 79,4% [95% ДИ от 62,1 до 91,3] проб относились к категории – нетоксичные; 14,7% [5,0; 31,1] – слаботоксичные; 5,9% [0,7; 19,7] – токсичные.

3) В ходе корреляционного анализа изучена связь между величиной индекса токсичности и содержанием в воде показателями состава и качества. Обнаружена тенденция к слабой отрицательной связи между токсичностью и содержанием сульфатов (коэффициент корреляции Спирмана  $r_s = -0,297$ ,  $p=0,088$ ). По остальным показателям значимых и близких к ним связей установлено не было.

### Список использованных источников

1. Александрова В.В. Биотестирование как современный метод оценки токсичности природных и сточных вод: Монография. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2013. – 119 с.
2. Биотестирование: методические указания по выполнению лабораторных работ / Сост.: С.Д. Борисова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – 64 с.
3. Борисов Б.В. Биотестирование вод артезианских скважин поселка Можайское / Б.В. Борисов и др. // Молодые исследователи – регионам : материалы всерос. науч. конф. Т. 1 / [отв. ред. В.А. Шорин]. – Вологда, 2006. – С. 12-14. – № 1. – с. 159-176.
4. Гордеева Ф.В. Оценка токсичности воды и донных отложений водоемов и почв территории тюменской области с использованием инфузории *paramecium caudatum*: автореф. дис., канд. биол. наук / Ф.В. Гордеева – Борок, 2010. – 21 с.
5. Иванов Д. Е., Сулейманов Р. А., Косарев А. В., Микеров А. Н., Кошелева И. С., Валеев Т. К. Возможности применения методов биотестирования в интегральной оценке качества поверхностных источников водоснабжения населения / Д. Е. Иванов, Р. А. Сулейманов, А. В.

- Косарев, А. Н. Микеров И. С. Кошелева, Т. К. Валеев // Медицина труда и экология человека. – 2022.
6. Кокорин А.М. Исследование тест-реакций растительных и животных организмов для оценки степени загрязненности воды / А.М. Кокорин // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 12-1. – с. 41-44.
  7. Кондратьев С.А. Оценка токсичности сточных вод крупных металлургических предприятий методом биотестирования / С.А. Кондратьев // Водные ресурсы. – 2007. – № 1. – с. 97-103.
  8. Крайнюкова А. Н. Система интегральной токсикологической оценки природных и сточных вод / А. Н. Крайнюкова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 4(37). – С. 30-33.
  9. Лузева Ю.С., Буймова С.А., Бубнов А.Г. Мониторинг качества родниковых вод и оценка их состояния с применением биотестового и физико-химических методов анализа // «Пожарная и аварийная безопасность»: сб. матер. XVI Междунар. научно-практич. конф. Иваново: ФГБОУ ВО «ИПСА ГПС», 2021. – С. 463-467.
  10. Мельников, И. В., Васильевич, Э. Э. Определение токсичности различных сред (природные воды (поверхностные, подземные) сточные воды, водные вытяжки) с помощью биотестирования / И. В. Мельников, Э. Э. Васильевич // Ресурсосберегающие технологии в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве. – Иркутск:, 2018. — с. 80-85.
  11. Пархомович Э.П., Нохрин Д.Ю., Балашов М.Ю., Савин И.А. Оценка токсичности подземных вод Челябинской области по результатам биотестирования на инфузориях // Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области. 2015. № 4 (11). Т.1. С. 26-31.
  12. Родичева, Э.К., Кузнецов А.М., Медведева С.Е. Биоллюминесцентные биотесты на основе светящихся бактерий для экологического мониторинга // Вестник ОГУ-РАН, 2004, N5, с.96-100.
  13. Филиппова, Ю. Ю. Введение в биотехнологию / Ю. Ю. Филиппова – 1-е изд. – Челябинск: Челябинский государственный университет, 2017. – 87 с.
  14. Характеристика участков загрязнения подземных вод [электронный ресурс]. URL: <https://geomonitoring.ru/download/spravki/ufo/Справка%20Челябинская%20область.pdf> (дата обращения: 16.12.2022)

## BIOTESTING OF WATER IN A SOME WELLS IN THE CHELYABINSK REGION USING THE “LUMISHOT” DEVICE

**E. E. Zinovchenkova, D. Yu. Nokhrin**

Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia  
*katya.volkova0987@mail.ru*

The article presents a study about the toxicity of water samples from 34 wells in the Chelyabinsk region by biotesting using the Lumishot device. It was shown that the proportion of non-toxic samples was 79.4%, slightly toxic – 14.7%, toxic – 5.9%. No statistically significant relationships were established between the toxicity index and depth, or between the toxicity index and 25 of the chemical indicators of water composition (Spearman's correlation coefficient  $r_s$  range from -0.297 for sulfates ( $p=0.088$ ) to 0.268 for carbonates ( $p=0.126$ )).

**Key words:** water, toxicity, biotesting



## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСЛЕПОЖАРНЫХ СМЕН В РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ ГОРЕЛЬНИКА ЧЕРНОРЕЧЕНСКОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ФГУ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «ТАГАНАЙ»

И. А. Гетманец, П. В. Левченко

ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», Челябинск, Россия  
leopacha@mail.ru

Представлены предварительные результаты исследования растительного покрова горельника 2010 года на территории Национального парка «Таганай». Выделены растительные ассоциации по доминантному признаку, на которых описаны стадии лесовосстановления.

**Ключевые слова:** ассоциация, «окно возобновления», лесные сообщества

Мощным средством антропогенного воздействия на режимы функционирования лесных биогеоценозов являются пожары, как один из основных дестабилизирующих факторов естественной динамики лесных экосистем. По масштабам разрушительного воздействия пожары доминируют среди всех природных и антропогенных факторов. Потери лесного хозяйства от пожаров ежегодно оцениваются миллиардами рублей и составляют лишь часть общего экологического и социально-экономического ущерба [2].

При воздействии пожаров коренным образом меняются гидротермические и эдафические условия, что в свою очередь сказывается на изменении структурно-функциональной организации всей экосистемы и часто приводит к смене смены доминантов растительного покрова [5, 8]. Поэтому изучение пиррогенных сукцессий является актуальной задачей последних лет, так как участвовавшие в результате деятельности человека пожары меняют облик лесных экосистем [5, 7-8].

Для объективной экологической оценки состояния лесных сообществ после пожаров необходимы исследования, включающие изучение состава, структуры и этапов развития древостоя для выявления вариантов послепожарных смен, что важно для прогнозирования путей восстановительной динамики компонентов лесных экосистем. Это и определило цель представленного исследования, а именно анализ структурной организации растительного покрова горельника Чернореченского участкового лесничества ФГУ «Национальный парк «Таганай»

### Материал и методы исследования

После низового устойчивого пожара 2010 года общей площадью 159,1, в пределах территории Чернореченского участкового

лесничества ФГУ «Национальный парк «Таганай» (квартала 7,8), продолжавшегося в течение 14 дней пострадали горные елово-пихтовые леса. Площадь отдельных участков гарей составляет более 20 га, средняя ширина горельника – 10-15 м.

В летний период 2023 г. на участках, подвергшихся пожарам, проведены натурные наблюдения и стационарные исследования, включающие заложение пробных площадей (далее ПП) в разных формах микрорельефа горельника, определение видового и структурного разнообразия растений. В качестве индикаторного признака этапов развития растительности в «окне возобновления» использованы возрастные онтогенетические состояния преобладающих видов деревьев, поскольку разные этапы развития «окна» хорошо разграничиваются по доминированию виргинильных особей первой подгруппы, затем виргинильных второй подгруппы и молодых генеративных особей и, наконец, взрослых и старых генеративных и сенильных деревьев совместно [1].

### Результаты исследования

По эколого-фитоценотической классификации насаждения Чернореченского участкового лесничества относятся к подтипу Бореальные леса, классу Евро-сибирские хвойные (включая мелколиственные производные леса). (Заугольнова, Морозова, 2006). В ходе полевого изучения в разных формах микрорельефа было выделено четыре типа ассоциаций растений по доминантному признаку: елово-осоково-зеленомошная, елово-мелкотравно-бореально-зеленомошная, ситни-ково-хвоцево-березово-сфагновая, бореально-высокотравно-березово-костяничная.

Для каждого типа ассоциаций растительного покрова горельника Чернореченского участка лесничества приводим описание его структурной организации.

#### **Елово-осоково-зеленомошная ассоциация**

На микроповышениях рельефа в травянистом ярусе из хвоща лесного (*Equisetum sylvaticum* L.) и болотного (*Equisetum palustre* L.), камыша лесного (*Scirpus sylvaticus* L.), зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.), осоки заячьей (*Carex leporina* L.) и других видов с обильным проективным покрытием мхов отмечены многочисленные особи ели сибирской. Возрастной спектр представлен проростками, ювенильными особями высотой 10-20 см; диаметром основания главного побега – от 0.6 до 1.6 мм, величиной годичного прироста 0,6–1,7 см. В подобных условиях при отсутствии конкуренции и затенения ювенильные особи ели в течение 3–4 лет переходят в следующую онтогенетическую стадию – имматурную, сохраняя высокий уровень жизненного состояния I–II категории, что подтверждается присутствием на данной площадке особей имматурного (1 im) онтогенетического состояния, характеризующихся кроной зонтиковидной формы, небольшим порядком ветвления (2–3) и хвоей ювенильного типа.

В травяно-кустарничковом ярусе ассоциации также представлены инвазивные ценопопуляции березы и осины (средняя высота особей 30-40 см). Побеги имматурных особей березы ветвятся, довольно быстро нарастают, обладают широкояйцевидной, но без обильного опушения, листовой пластинкой с сердцевидным основанием и двоякозубчатым краем.

В кустарничковом ярусе многочисленны особи ели сибирской возрастом 10-12 лет, высотой 85 см.-100 см, с относящиеся к имматурному возрастному состоянию (2 im).

Выявленная организация растительного покрова данной ассоциации соответствует второму этапу образования «окна возобновления» в понимании О.В. Смирновой (1994) и третьей стадии формирования и развития подроста, описанной Самохиной Т.Ю. (1997) при исследовании возрастных парцелл пихто-ельников липовых Среднего Урала.

Смыкание полога подроста означает завершение фазы окна и начало образования возрастной парцеллы, что в конечном итоге через 10-15 лет приведет к формированию сомкнутого полога подроста деревьев.

#### **Елово-мелкотравно-бореально-зеленомошная ассоциация**

На микроповышениях рельефа в условиях разреженного травостоя с небольшим

проективным покрытием трав и зеленых мхов родов *Climacium* L., *Pleurozium* Mitt. отмечены особи ели сибирской ювенильного и имматурного возрастных состояний с характерными морфометрическими признаками. В условиях слабой конкуренции за влагу и свет, наряду с особями ели увеличивается количество подроста березы повислой.

Что касается подроста пихты сибирской, то его количество примерно меньше в 2-3 раза, меньше, чем подрост ели. Это можно объяснить тем, что данной породе свойственна неоднородность по темпам и характеру роста на начальных этапах онтогенеза, то есть растянутость во времени прегенеративного периода, так как в имматурном состоянии в ходе онтогенеза формируются ксилоризомы и, как следствие, замедляется рост в высоту. Подобная закономерность также была продемонстрирована при изучении подпологового возобновления пихты (Горичев, 2005).

Описанная горизонтальная структура растительного покрова данной ассоциации соответствует начальному этапу образования «окна возобновления» в понимании О.В. Смирновой (1994) и второй стадии, предложенной Т.Ю. Самохиной (1997), – «молодое окно» с крупными конкурентными и толерантными видами трав.

#### **Ситниково-хвощево-березово-сфагновая ассоциация**

Возобновления ели и пихты в пределах этой ассоциации не отмечено.

Подрост березы повислой (*Betula pendula* Roth) и тополя дрожащего (*Populus tremula* L.) высотой 20-30 см приурочен к травяно-кустарничковому ярусу, представлен инвазивными ценопопуляциями, особи соответствуют ювенильному – имматурному возрастным состояниям с характерными морфометрическими признаками. Данный микросайт с позиций стадий зарастания «окон возобновления» может быть охарактеризован стадией доминирования реактивных древесных видов береза повислая (*B. pendula*), малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), тополь дрожащий (*P. tremula*) (Самохина, 1997).

#### **Бореально-высокотравно-березово-костяничная ассоциация**

В пределах этого участка микрорельефа при уменьшении увлажнения доминирует лесное бореальное высокое разнотравье. В условиях конкуренции с крупными и толерантными видами трав, отличающимися мощными корневыми системами возобновление ели и пихты ограничено. Из древесного подроста

превалирует береза повислая, в травяно-кустарничковом ярусе высота ее особой достигает 20-30см. Данный микросайт соответствует стадии «Молодое окно с крупными конкурентными и толерантными видами опушечных трав в понимании Самохиной (1997).

#### Выводы

1. Растительный покров горельника отличается микро мозаичной организацией,

детеминированной разными эдафотопическими факторами, формирующими специфические условия для лесовосстановления.

2. Нами отмечено успешное возобновление в Елово-мелкотравно-бореально-зеленомошная ассоциация. Что соответствует стадии формирования и развития подроста позднесукцессионных видов, смыкание которого означает завершение фазы «окна» и начало образования возрастной парцеллы.

#### Список литературы

1. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность / Под ред. О. В. Смирновой. М. : Наука, 2004. – Кн. 1. – 479 с.
2. Исаев А. С. Лес как национальное достояние России // Век глобализации. – 2011. – № 1. – С. 148–158.
3. Краснощеков Ю. Н. Постпирогенная трансформация почв сосновых лесов в югозападном Прибайкалье // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – № 9. – С. 60–65.
4. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения) / П. В. Куликов. – Екатеринбург; Миасс : «Геотур», 2005. – 537 с.
5. Миронычева-Токарева Н.П. Динамика растительности при зарастании отвалов. – Новосибирск : Наука, 1998. – 170 с.
6. Самохина Т.Ю. Структура и спонтанная динамика хвойно- широколиственных лесов Среднего Урала. // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – М. : МШИ им. В.И. Ленина. 1997. – 214 с.
7. Титлянова А.А., Романова И.Л., Миронычева-Токарева Н.П. Структура растительного вещества степей Убсунурской котловины. // Глобальный мониторинг и Убсунурская котловина. – М : Интеллект, 1966. – С. 15-19.
8. Тулохонов А.К., Пунцукова С.Д. Лесные пожары в Республике Бурятия в условиях изменения климата // Общество: политика, экономика, право. – 2016. – № 3. – С. 72-78.

#### PRELIMINARY RESULTS OF A STUDY OF POST-FIRE CHANGES IN THE VEGETATION COVER OF THE BURNER IN THE CHERNORECHENSKY DISTRICT FORESTRY OF THE FGU NATIONAL PARK "TAGANAY"

I. A. Getmanets, P. V. Levchenko

Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia

Preliminary results of a study of the 2010 burnt forest vegetation cover on the territory of the Taganay National Park are presented. Plant associations were identified based on their dominant characteristics, and the stages of reforestation were described.

**Keywords:** association, “regeneration window”, forest communities

#### References

1. East European Forests: History in the Holocene and Modernity / Edited by O.V. Smirnova. Moscow: Nauka, 2004. Book 1. 479 с.
2. Isaev A. S. Forest as a national treasure of Russia // Century of Globalisation. - 2011. - № 1. -С. 148-158.
3. Krasnoshchekov Yu. N. Postpyrogenic transformation of soils of pine forests in the southwestern Pribaikalia // Vestn. KrasSAU. 2009. - № 9. - С. 60-65.
4. Kulikov, P.V. Prospectus of the Chelyabinsk region flora (vascular plants)/ P.V. Kulikov. Ekaterinburg; Miass: "Geotur", 2005. 537с.
5. Mironicheva-Tokareva, N.P. Dynamics of vegetation at overgrowing of dumps. - Novosibirsk - Nauka. - 1998. - 170 с.

6. Samokhina T.Yu. Structure and spontaneous dynamics of coniferous-broadleaved forests of the Middle Urals. // Dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences. Moscow: V.I. Lenin Moscow State University. 1997.214 с.
7. Titlyanova A.A., Romanova I.L., Mironicheva-Tokareva N.P. Structure of plant matter of steppes of Ubsunurskaya-Kotlovina. // Global Monitoring and the Ubsunur Basin. -M: Intellect, 1966. С. 15-19.
8. Tulokhonov A.K., Puntsukova S.D. Forest fires in the Republic of Buryatia under climate change // Society: politics, economics, law. - 2016. - № 3. - С. 72-78.

## ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ КСИЛОБИОНТЫ (Coleoptera) ХВОЙНЫХ ПОРОД НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ТАГАНАЙ»

О. И. Коробчинская

ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», г. Челябинск, Россия  
*o.korobchinskaya@yandex.ru*

Исследовано видовое разнообразие жесткокрылых насекомых, способных заселять древесину хвойных пород национального парка «Таганай». Составлен аннотированный список жуков-ксилобионтов, включающий 24 вида из 12 семейств. На основе анализа эколого-трофических связей личинок выделены их основные экологические группы.

**Ключевые слова:** Жесткокрылые, ксилобионты, пищевые связи, Таганай.

Изучение насекомых-ксилобионтов, их роли в процессе биодеструкции древесины и их значимости для лесных экосистем является актуальной задачей лесной энтомологии. В практическом плане, такие исследования необходимы для разработки эффективных лесохозяйственных стратегий и планирования мероприятий по охране и использованию лесных ресурсов. Они также могут служить основой для определения природоохранного статуса территорий и обоснования необходимости принятия мер для сохранения и восстановления лесных экосистем.

Первые сведения о видовом составе жесткокрылых на территории национального парка «Таганай» содержатся в публикации Михайлова Ю.Е. с соавт. [7], но в данном исследовании авторы рассматривали группу членистоногих-герпетобионтов. Целью нашей работы ставилось изучение видового состава жесткокрылых-ксилобионтов на территории национального парка и анализ литературных данных об их биоэкологических особенностях.

### Материал и методы исследования

Основой для настоящей работы послужил материал, собранный в 2022—2023 годах в восточной части Национального парка «Таганай». Значительная часть территории «Таганая» располагается в районе темнохвойных лесов и гольцов верхнего пояса гор Южного Урала, где основными лесообразующими породами являются ель сибирская и пихта сибирская. Юго-восточная часть парка заходит в пределы подрайона сосново-берёзовых лесов; здесь в составе древостоев появляется сосна обыкновенная. Чистых насаждений не встречается [12]. При выборе мест сбора энтомологического материала предпочтение

прежде всего отдавалось территориям близ приютов Центральная усадьба, Таганай и Киалимский кордон (рис. 1).



**Рис. 1.** Места проведения исследований и сбора материалов на территории национального парка «Таганай»

Для отлова насекомых использовали общепринятые энтомологические методы: ручной сбор на растениях, с коры и под корой,

осмотр здоровых и с признаками ослабления деревьев на корню, а также валежных и сухостойных, осмотр пней и порубочных остатков, учет с помощью оконных ловушек. Таксономическая идентификация видов проводилась стандартными методами с использованием стереоскопического микроскопа МС-1 вар. 1С (1х/2х/4х) Led и определителей Плавильщикова Н.Н., Черепанова А.И., Гурьевой Е.Л., Мамаева Б.М. и др. Особенности пищевой специализации ксилобионтных жесткокрылых Национального парка «Таганай» устанавливали на основе обобщения литературных источников [2–4, 8–10, 13] и собственных наблюдений. Опираясь на классификацию пищевых режимов Б.М. Мамаева по преобладающим типам питания личинок [5], выделили основные экологические группировки: ксилофагов, сапро-ксиломицетофагов, сапрофагов и хищников. Группу ксилофагов и сапро-ксиломицетофагов подразделили на связанных с хвойными и способных заселять как хвойные, так и лиственные породы.

### Результаты и обсуждение

В результате сборов был составлен нижеприведенный список ксилобионтов, чье развитие связано с хвойными породами; в него вошли 24 вида из 12 семейств. Безусловно, этот список не исчерпывает всего многообразия жесткокрылых-ксилобионтов, обитающих на территории национального парка. На данный момент в наших сборах наиболее полно представлены группы ксилофагов и сапро-ксиломицетофагов. Таким образом комплекс ксилобионтов является характерным для климаксовых сообществ.

### Ксилофаги, связанные с хвойными породами

#### Семейство *Buprestidae* – златки

1. **Четырехточечная антаксия** – *Antaxia quadrimaculata* (Linnaeus, 1758)

Обычна в хвойных и смешанных лесах. Взрослые особи питаются пылью сложнопестчатых. Личинки развиваются в поврежденных и ослабленных деревьях, заготовленных материалах, а также на пнях [8]. Одна личинка обнаружена в пихтово-еловом лесу под корой ели у Центральной усадьбы 12.IX.2023. Ксилофаг.

2. **Большая сосновая златка** – *Chalcophora mariana* (Linnaeus, 1758)

Обычна в хвойных и смешанных лесах. Развивается в мёртвой древесине сосен, как правило, в пнях и крупных стволах [8]. Имаго обнаружено на коре сосны в окрестностях приюта Таганай IV.VIII.23. Ксилофаг.

#### Семейство *Cerambycidae* – усачи

1. **Плоский фиолетовый усач** – *Callidium violaceum* (Linnaeus, 1758)

Жуки заселяют лесоматериалы. Личинки поселяются по всему стволу, включая тонкую кору. Предпочитает ель, сосну, иногда заселяет лиственницу [3]. Обнаружен в дровянице Киалимского кордона 4–9.VII.2022. Ксилофаг.

2. **Малый черный усач** – *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758)

Распространен в хвойных и смешанных лесах. Личинки сначала развиваются под толстой корой в заболони, затем проникают в древесину. Имаго питается тонкой корой молодых побегов [2]. Нами обнаружен в дровяницах Киалимского кордона 4–9.VII.2022. и приюта Таганай 9–16.VII.2023, а также пойман в оконную ловушку, установленную на пихтовых порубочных остатках в пихтово-еловом лесу вблизи приюта Таганай 9–16.VII.2023. Ксилофаг.

3. **Большой чёрный еловый усач** – *Monochamus urussovi* (Fischer von Waldheim, 1806)

Распространен в хвойных и смешанных лесах. Личинки развиваются в толще коры, затем выгрызают широкие площадки под корой и уходят в древесину. Имаго проходят дополнительное питание в кронах кормовых деревьев, где на ветвях выгрызают площадки [2]. Нами обнаружен в дровяницах Киалимского кордона 4–9.VII.2022. и приюта Таганай 9–16.VII.2023, а также на стволе ели в пихтово-еловом лесу 12.IX.2023. Ксилофаг.

#### Семейство *Scolytidae* – короеды

1. **Короед-типограф** – *Ips typographus* (Linnaeus, 1758)

Распространен в хвойных и смешанных лесах. Заселяет стволы растущих и срубленных хвойных деревьев в районе тонкой и толстой коры. Личинки и имаго питаются лубом [2]. Нами отловлен в оконную ловушку, установленную на дровянице приюта Таганай 9–16.VII.2023. Ксилофаг, первичный вредитель.

2. **Уссурийский полиграф** – *Polygraphus proximus* (Blandford, 1894)

Отмечен как вредитель пихт в хвойных и смешанных лесах. Имаго и личинки повреждают

луб и заболонь [2]. Найден под корой пихты в окрестностях приюта Таганай 9–16.VII.2023 и Киалимского кордона 7–12.IX.2023. Ксилофаг, первичный вредитель.

### **Ксилофаги, способные заселять хвойные и лиственные породы**

#### **Семейство *Cerambycidae* – усачи**

1. **Чёрная лептура** – *Leptura aethiops* (Poda von Neuhaus, 1761)

Заселяет смешанные и лиственные насаждения. Личинки развиваются сначала под корой, а потом в древесине прикорневой части тонких стволов лиственных, реже хвойных деревьев. Дополнительное питание имаго происходит на цветах [13]. Обнаружен в дровянице Киалимского кордона 4–9.VII.2022. Ксилофаг.

2. **Ребристый рагий** – *Rhagium inquisitor* (Linnaeus, 1758)

Населяет хвойные леса. Личинки развиваются преимущественно под корой отмерших стволов и пней хвойных пород, иногда лиственных, не задевая заболони. Иногда могут проникать в плодовые тела грибов рода *Porodaedalea*. Дополнительное питание имаго происходит на цветах [4; 13]. Нами был неоднократно встречен в смешанном (пихтово-елово-березовом) лесу под корой ели у Киалимского кордона 7–12.IX.2023 и у Центральной усадьбы 12.IX.2023. Ксилофаг, факультативный мицетофаг.

3. **Чернопятнистый рагий** – *Rhagium mordax* (De Geer, 1775)

Населяет преимущественно лиственные насаждения, реже смешанные. Личинки развиваются чаще под корой лиственных, реже хвойных деревьев. В древесину не проникают. Имаго проходят дополнительное питание на зонтичных и розоцветных [13]. Обнаружен в дровяницах Киалимского кордона VII.2022 и приюта Таганай 9–16.VII.2023. Ксилофаг.

#### **Семейство *Scolytidae* – короеды**

1. **Многоядный древесинник** – *Trypodendron signatum* (Fabricius, 1792)

Встречается в разных типах леса и заселяет почти все лиственные породы, отмечен и на хвойных. Имаго и личинки питаются в стволах деревьев на корню, пнях, валеже и сухостое [2]. Нами обнаружен в березово-еловом лесу под корой ветровальной березы вблизи приюта Таганай 9–16.VII.2023. Ксилофаг.

### **Сапро-ксило-мицетофаги, заселяющие хвойные породы**

#### **Семейство *Pythidae* – Трухляки**

1. **Плоский трухляк** – *Pytho depressus* (Linnaeus, 1767)

Приурочен к хвойным породам, пораженных вредителями. Личинки развиваются под корой хвойных и питаются в основном подгнившим лубом, заболонью, различными разлагающимися органическими остатками, подкорными грибами, личинками и куколками короедов и усачей [10]. Личинки обнаружены в елово-пихтовом лесу под корой поваленной ели у приюта Таганай 9–16.VII.2023. Сапро-ксило-мицетофаг с элементами некрофагии и хищничества.

#### **Семейство *Silvanidae* – Сильваниды**

1. **Дендрофаг** – *Dendrophagus crenatus* (Payk., 1799)

Встречается в хвойных и смешанных лесах. Взрослые особи обычно обитают среди сухой осыпающейся коры хвойных. Личинки развиваются под корой сваленных хвойных деревьев, питаются грибами [9]. Обнаружен в смешанном (сосново-пихтово-березовом) лесу под корой валежной сосны в окрестностях приюта Таганай 9–16.VII.2023. Сапро-ксило-мицетофаг.

### **Сапро-ксило-мицетофаги, способные заселять хвойные и лиственные породы**

#### **Семейство *Elateridae* – щелкуны**

1. **Опоясанный щелкун** – *Ampedus baltreatus* (Linnaeus, 1758)

Встречается в хвойных, смешанных и реже в лиственных лесах. Личинки развиваются в гнилой древесине под отстающей корой хвойных, реже лиственных деревьев. Дополнительное питание имаго проходит на зонтичных [9]. Обнаружен в дровянице Киалимского кордона 4–9.VII.2022. Сапро-ксило-мицетофаг с элементами некрофагии.

2. **Карминово-красный щелкун** – *Ampedus cinnabarinus* (Eschscholtz, 1829)

Обитает в лиственных и смешанных, реже в хвойных лесах. Личинки развиваются в ксилеме, обычно у поверхности оголенной древесины под корой [9, с.64]. Обнаружен в дровянице Киалимского кордона 4–9.VII.2022. Сапро-ксило-мицетофаг с элементами некрофагии.

3. **Блестящий щелкун** – *Selatosomus aeneus* (Linnaeus, 1758)

Имаго проходят дополнительное питание на цветущих растениях, редко на молодых побегах древесных пород. Личинка обычно развивается в корнях растений, но встречается и в гнилой древесине, а также в шляпочных грибах [9].

Обнаружен в дровянице Киалимского кордона 4–9.VII.2022. Сапро-ксилофаг-мицетофаг с элементами хищничества.

**Семейство Monotomidae – Монотомиды**

1. **Непарный ризофаг** – *Rhizophagus dispar* Раук., 1800

Обитают под корой хвойных и лиственных в ходах короедов и охотятся на них, также питаются продуктами разложения древесины и грибами. Могут встречаться и под корой дуба и ольхи, не заселенных вредителями [4, 10].

Пойман в оконную ловушку в дровянице приюта Таганай 9–16.VII.2023. Сапро-ксило-мицетофаг с элементами некрофагии и хищничества.

**Семейство Peltidae – Щитовидки**

1. **Большая щитовидка** – *Peltis grossa* (Linnaeus, 1758)

Встречается в смешанных лесах. Развивается в древесине трухлявых лиственных и хвойных деревьев. Имаго нередко можно встретить на ксилотрофных грибах [4, 9]. Обнаружена в смешанном (сосново-пихтово-березовом лесу) под корой валежной сосны вблизи приюта Таганай 9-16.VII.2023. Сапро-ксило-мицетофаг.

2. **Рыжая щитовидка** – *Peltis ferruginea* (Linnaeus, 1758)

Встречается в смешанных лесах. Имаго и личинки встречаются под корой и в древесине трухлявых лиственных и хвойных деревьев. Имаго можно встретить на грибах. Личинки питаются гниющей древесиной с обширной гнилой ксилемой, зараженной *Pycnoporellus fulgens* или *Fomitopsis pinicola* [4, 9]. Обнаружена в смешанном (сосново-пихтово-березовом лесу) под корой валежной сосны в окрестностях приюта Таганай 9–16.VII.2023. Сапро-ксило-мицетофаг.

**Семейство Pyrochroidae – Огнецветки**

1. **Гребнеусая огнецветка** – *Schizotus pectinicornis* (Linné, 1758) Male

Встречается в лиственных и смешанных лесах. Личинки развиваются под корой хвойных и лиственных деревьев, питаются органическим

детритом, живыми и мертвыми насекомыми и т. д. При высокой плотности могут стать каннибалами. Имаго встречаются на цветах [9]. Личинки обнаружены в елово-березовом лесу под корой поваленной ели в окрестностях Киалимского кордона 7–12.IX.2023. Сапро-ксило-мицетофаг с возможностью перехода к хищничеству и некрофагии.

**Сапрофаги**

**Семейство Geotrupidae – навозники-землерои**

1. **Обыкновенный землерой** – *Geotrupes stercorarius* (Linnaeus, 1758)

Предпочитает открытые станции: луга, пастбища, опушки без привязки к типам леса. Имаго и личинки питаются чаще экскрементами травоядных животных и, реже, гниющими растительными остатками [9]. Может встречаться на гнилых плодовых телах многих напочвенных и некоторых ксилотрофных грибов [4, с. 142]. Обнаружен в березово-еловом лесу на осоке у нижней тропы 4–9.VII.2022. Копрофаг, сапро-ксилофаг, факультативный мицетофаг.

**Семейство Scarabaeidae – пластинчатоусые**

1. **Вонючая бронзовка** – *Oxythyrea funesta* (Poda, 1761)

Встречается на освещенных станциях, без привязки к типу леса. Жуки кормятся на цветущих растениях. Личинки жука развиваются в почве, богатой остатками перегнившей древесины и питаются древесными остатками и корнями растений [9]. Обнаружена в березово-пихтовом лесу на осоке у нижней тропы 4–9.VII.2022. Сапро-ксилофаг.

**Хищники**

**Семейство Elateridae – щелкуны**

1. **Разлинованный щелкун** – *Denticollis linearis* (Linnaeus, 1758)

Личинки развиваются в гнилой древесине и под корой, в основном, хвойных деревьев, реже в лесной подстилке. Имаго можно встретить на кустах и невысоких растениях, плодовых телах ксилотрофных грибов [4, 9]. Обнаружен в дровянице Киалимского кордона 4-9.VII.2022. Хищник-некрофаг.

**Семейство Lucidae – краснокрылы**

1. **Мелкий краснокрыл** – *Platycis minutus* (Fabricius, 1787)



Встречается в лиственных и смешанных лесах. Личинки развиваются в гниющей древесине лиственных и питаются соком гнилой древесины, другими мелкими насекомыми и их личинками. Имаго кормятся на цветах [9]. Имаго обнаружен в березово-еловом лесу на осоке у нижней тропы 4–9.VII.2022. Сапроксилофаг с элементами хищничества.

### Благодарности

Автор выражает искреннюю признательность Б. В. Красуцкому за помощь в определении насекомых и ценные замечания, высказанные в ходе работы.

Работа выполнена благодаря стипендиальной программе «Альфа-Шанс» от АО «Альфа-Банк».

### Список использованных источников

1. Гурьева, Е.Л. Фауна СССР. Жесткокрылые. Т. 12, вып.4. Жуки-щелкуны (Elateridae). Подсемейство Elaterinae. Трибы Megapenthini, Physorhinini, Ampedini, Elaterini, Pomachiliini / Е.Л. Гурьева – Л.: Наука, 1979. – 453 с.
2. Ижевский, С.С. Иллюстрированный справочник жуков-ксилофаго – вредителей леса и лесоматериалов Российской Федерации / С.С. Ижевский, Н.Б. Никитский, О.Г. Волков, М.М. Долгин. – Тула: Гриф и К, 2005. – 220 с.
3. Карасев, В.С. О причинах различной повреждаемости хвойных лесоматериалов плоски фиолетовым усачом *Callidium violaceum*. / В.С. Карасев. // Зоологический журнал. – 1979 г. – т. 53. – № 8. – С. 1196–1199.
4. Красуцкий, Б.В. Мицетофильные жесткокрылые Урала и Зауралья. Том 2. Система «Грибы-насекомые». / Б.В. Красуцкий. – Челябинск, 2005. – 213 с.
5. Мамаев, Б.М. Биология насекомых-разрушителей древесины / Б.М. Мамаев // Итоги науки и техники. Серия энтомология. – Москва: Наука, 1977. – 214 с.
6. Мамаев, Б.М. Определитель личинок хищных насекомых-энтомофагов стволовых вредителей / Б.М. Мамаев, Н. П. Кривошеина, В. Д. Потоцкая – Москва: Наука, 1977. – 391 с.
7. Михайлов, Ю. Е. Состав и структура сообществ герпетобионтных членистоногих горных вершин Южного Урала / Ю. Е. Михайлов, А. И. Ермаков // Фауна Урала и Сибири – 2016. – № 1. – С. 61–74.
8. Никитский, Н. Б. Жесткокрылые насекомые (Insecta, Coleoptera) Московской области : Ч. 1 : монография / под ред. Н. Б. Никитского и Б. Р. Стригановой. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – 712 с.
9. Никитский, Н.Б. Жесткокрылые-ксилобионты, мицетобионты и пластинчатоусые Приокско-Террасного биосферного заповедника (с обзором фауны этих групп Московской области). / Н.Б. Никитский, И.Н. Осипов, М.В. Чемерис, В.Б. Семенов, А.А. Гусаков / Под ред. А.В. Свиридова // Сборник трудов Зоологического музея МГУ, том 36. Серия "Исследования по фауне" – Москва: Издательство МГУ, 1996. – 197 с.
10. Никитский, Н.Б. Насекомые – хищники короедов и их экология / Н.Б. Никитский – Москва: Наука, 1980. – 232 с.
11. Плавильщиков, Н.Н. Определитель насекомых: Краткий определитель наиболее распространенных насекомых европейской части России / Н.Н. Плавильщиков – Москва: Топикал, 1994. – 544 с.
12. Растительный мир Таганая // Таганай национальный парк : [Электронный ресурс]. – URL: <https://taganay.org/vegetation> (дата обращения 20.11.2023)
13. Черепанов А.И. Усачи Северной Азии (Prioninae, Disteniinae, Lepturinae, Aseminae) / А.И. Черепанов – Новосибирск: Наука, 1979. – 471 с.

## XYLOBIONTES BEETLES (Coleoptera) OF CONIFERS IN TAGANAI NATIONAL PARK

O. I. Korobchinskaya

Chelyabinsk state University, Chelyabinsk, Russia  
*o.korobchinskaya@yandex.ru*

The species diversity of coleopteran insects capable of colonizing coniferous trees in the Taganay National Park has been studied. An annotated list of xylobiont beetles has been compiled, including 24 species from 12 families. Based on the analysis of the ecological-trophic relationships of the larvae, their main ecological groups were identified.

**Key words:** coleoptera, xylobionts, food connections, Taganai.

### References

1. Guryeva, E.L. Fauna of the USSR. Coleoptera. T. 12, issue 4. Click beetles (Elateridae). Subfamily Elaterinae. Tribes Megapenthini, Physorhinini, Ampedini, Elaterini, Pomachiliini / E.L. Guryeva - L.: Nauka, 1979. - 453 p.
2. Izhevsky, S.S. Illustrated directory of xylophagous beetles - pests of forests and timber in the Russian Federation / S.S. Izhevsky, N.B. Nikitsky, O.G. Volkov, M.M. Dolgin. – Tula: Grif i K, 2005. – 220 p.
3. Karasev, B.C. On the reasons for the different damage to coniferous timber by the purple longhorned beetle *Callidium violaceum*. / B.C. Karasev. // Zoological Journal. – 1979 – t. 53. – No. 8. – P. 1196–1199.
4. Krasutsky, B.V. Mycetophilic Coleoptera of the Urals and Trans-Urals. Volume 2. System "Mushrooms-insects". / B.V. Krasutsky. – Chelyabinsk, 2005. – 213 p.
5. Mamaev, B.M. Biology of wood destroying insects / B.M. Mamaev // Results of science and technology. Entomology series. – Moscow: Nauka, 1977. – 214 p.
6. Mamaev, B.M. Identifier of larvae of predatory insects-entomophages of stem pests / B.M. Mamaev, N.P. Krivosheina, V.D. Pototskaya - Moscow: Science, 1977. - 391 p.
7. Mikhailov, Yu. E. Composition and structure of communities of herpetobiont arthropods in the mountain peaks of the Southern Urals / Yu. E. Mikhailov, A. I. Ermakov // Fauna of the Urals and Siberia - 2016. - No. 1. - P. 61–74.
8. Nikitsky, N. B. Coleoptera insects (Insecta, Coleoptera) of the Moscow region: Part 1: monograph / ed. N. B. Nikitsky and B. R. Striganova. – Moscow ; Berlin: Direct-Media, 2016. – 712 p.
9. Nikitsky, N.B. Coleoptera-xylobionts, mycetobionts and lamelliformes of the Prioksko-Terrasny Biosphere Reserve (with an overview of the fauna of these groups of the Moscow region). / N.B. Nikitsky, I.N. Osipov, M.V. Chemeris, V.B. Semenov, A.A. Gusakov / Ed. A.V. Sviridova // Collection of works of the Zoological Museum of Moscow State University, volume 36. Series "Research on Fauna" – Moscow: Moscow State University Publishing House, 1996. - 197 p.
10. Nikitsky, N.B. Insects - predators of bark beetles and their ecology / N.B. Nikitsky - Moscow: Nauka, 1980. - 232 p.
11. Plavilshchikov, N.N. Key to insects: A brief guide to the most common insects in the European part of Russia / N.N. Plavilshchikov - Moscow: Topikal, 1994. - 544 p.
12. Flora of Taganay – Text: electronic // Taganay National Park: [Electronic resource]. – URL: <https://taganay.org/vegetation> (accessed November 20, 2023)
13. Cherepanov A.I. Longhorned beetles of Northern Asia (Prioninae, Disteniinae, Lepturinae, Aseminae) / A.I. Cherepanov – Novosibirsk: Nauka, 1979. – 471 p.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КАЧЕСТВО ВОДЫ ПЕЩЕР В РАЙОНЕ Г. АША ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

К. А. Корляков<sup>1</sup>, Д. Ю. Нохрин<sup>1</sup>, С. М. Баранов<sup>2</sup>, В. В. Федяшин<sup>3</sup>, К. С. Нестеркина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», г. Челябинск, Россия

<sup>2</sup> Челябинское региональное отделение РГО, Челябинский клуб спелеологов, г. Челябинск

<sup>3</sup> Клуб туристов «Территория» ЦДЮТур «Космос», г. Челябинск

*korfish@mail.ru*

Впервые изучен химический состав воды из 5 пещер Ашинского района на 22 физико-химических показателя. Результаты биотестирования на инфузориях показали отсутствие токсичности воды.

**Ключевые слова:** пещеры, гидрохимия, биотестирование

Ашинский район включает большое количество в разной степени изученных пещер. Изучены в большей части условия происхождения пещер, сделана топоъемка, описаны особенности гидрологии [1, 2]. Значительное количество работ по водам и бактериям Уральских пещер произведено Рябовой А.С., Кузминой Л.Ю., Галимзяновой Н.Ф. [10, 11]. Ими выявлено, что формирование пещерных вод, связанное с грунтовыми, обусловлено смешением сульфидных и кислородсодержащих поверхностных вод, установлено, что источником железа являются известняки, описаны гидрохимические классы ряда пещерных вод Южного Урала. Однако гидрохимический состав Ашинских пещер до сих пор практически не исследован. Также имеются интересные данные о фунгицидной активности цианобактерий одной из пещер Ашинского района, что свидетельствует об устойчивых биоценозах микроорганизмов в пещерных водах [9]. **Целью** данной работы было изучение химического состава воды 5 пещер Ашинского района, а также оценка её биокондиции методом биотестирования на простейших.

### Краткая характеристика пещер

Пещера Водяная. Находится в Катав-Ивановском районе, на правом берегу р. Сим в 1,2 км к юго-востоку от дер. Серпиевки, в 400 м ниже по течению от моста на дороге Серпиевка – Катав-Ивановск (рис. 1). Представляет собой горизонтальную карстовую полость коридорно-гrotового типа с разветвлённой системой ходов. Заложена в массивных светло-серых доломитизированных толстослоистых палеозойских известняках, в гидродинамической зоне горизонтальной и сифонной циркуляции

карстовых вод. По морфогенетической классификации относится к редкому озерному типу периодически подтапливаемых пещер [4].

Пещера Плутония. Находится в Ашинском районе, на северо-западном отроге хребта Аджигардак (левый берег р. Сим), в 1 км к востоку от г. Аши, в 160 м к юго-западу от автодороги Аша – Миньяр. Представляет собой горизонтальную карстовую полость коридорно-лабиринтового типа сложной формы. Заложена в массиве известняков девонского возраста. Подземные озёра образуются в периоды наиболее интенсивного поступления инфильтрационной воды с поверхности через трещины карстового массива [6].

Пещера Шалашовская. Расположена в Ашинском районе, в 3 км к северо-востоку от восточной окраины Аши, в 200 м к югу от бывшей деревни Старо-Шалашово, в границах т.н. Шалашовско-Миньярского плато. Представляет собой наклонную карстовую полость коридорно-гrotового типа простой формы. Заложена в массиве трещиноватых известняков верхнедевонского возраста. Озеросифон расположено в гроте на дне колодца. По основной галерее течёт ручей, в отдельных местах по уступам глыб срывается водопадом [8].

Пещера Киселёвская. Геолого-геоморфологический памятник природы областного значения (1985). Расположена в Ашинском районе, на правом берегу р. Сим, в 4 км к северо-востоку от ж.-д. вокзала г. Аша. Представляет собой горизонтальную карстовую полость гrotового типа сложной формы. Заложена в массиве светло-серых известняков верхнего девона – нижнего карбона. В Банкетном зале в северной части грота под глыбовым завалом берет начало небольшой ручей, питающийся конденсационной влагой [5].

Пещера Сухая Атя. Геолого-геоморфологический памятник природы областного значения (1981), одна из самых больших по площади и объёму в Челябинской области. Находится в Ашинском районе, в 19 км к юго-востоку от ж.-д. вокзала г. Аши, на юго-восточной окраине пос. Сухая Атя. Представляет собой горизонтальную разветвленную трёхэтажную карстовую полость-понор коридорно-гrotового типа. Заложена в массиве светло-серых мелкозернистых палеозойских известняков. В нижней части грота расположено подземное озеро. Пещера является естественным карстовым каналом в горе, большая её часть расположена ниже уровня р. Ати. Данная пещера – самая длинная карстовая полость Челябинской обл. и 3-я по глубине после пещер Шумиха (Саткинский район) и Комсомольская (Ашинский район). В ней же находится самый

длинный в Челябинской обл. и на Урале гrot Нехоженной глины, а также самый глубокий в Челябинской обл. сифон (№ 2) [7].

**Целью** данной работы было определение химического состава воды из описанных пещер. Поскольку такая вода является основным источником влаги для биоты пещер, также представляло интерес оценить степень её биокондиции.

### Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили 6 проб воды из 5 пещер, расположенных в окрестностях г. Аша Челябинской области. Информация о точках отбора проб представлена на рис. 1 и в табл. 1.

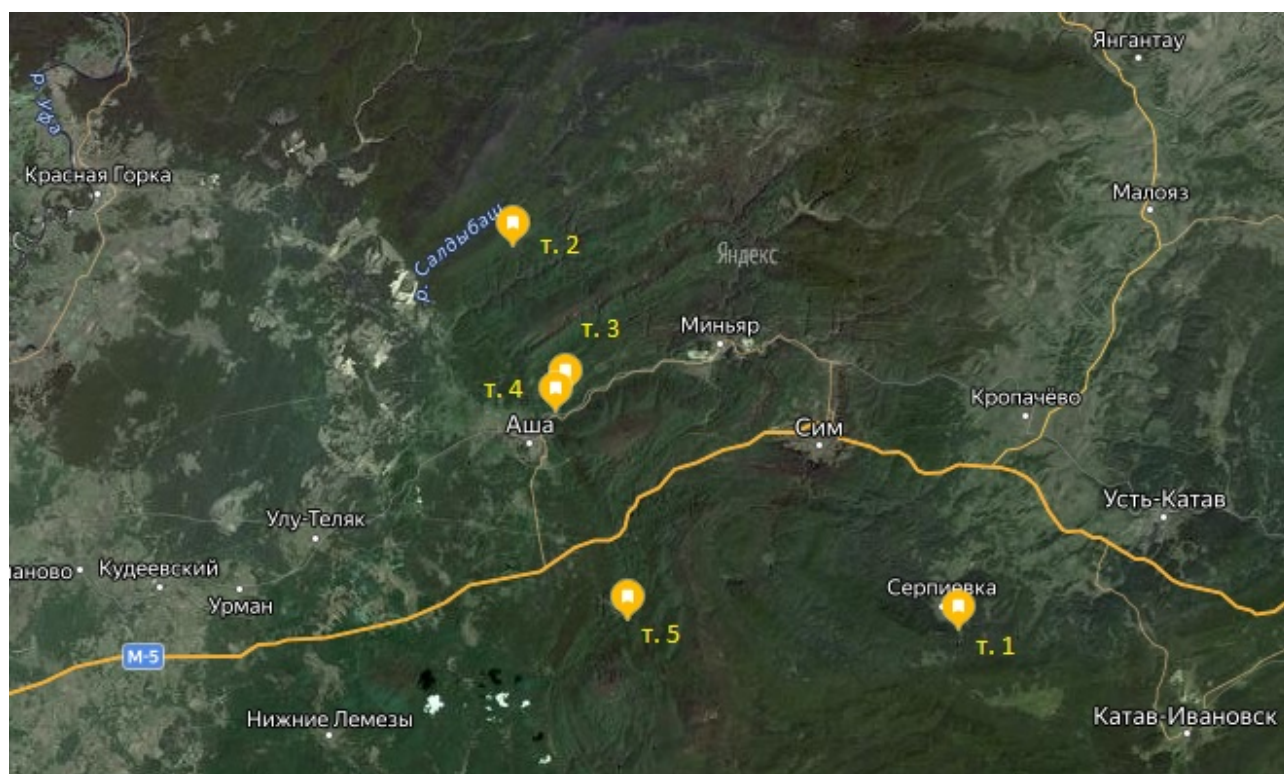


Рис. 1. Фрагмент карты Челябинской области с точками нахождения пещер

Таблица 1. Информация по точкам отбора проб воды из пещер

№ пробы	Название пещеры	Координаты WGS 84	Место обора пробы
1	Водяная	54°50'25"N; 57°52'55"E	1-й Озёрный зал
2	Плутония	55°09'05"N; 57°15'07"E	Углубление в нише, 50 см
3	Шалашовская	55°02'54"N; 57°20'12"E	Первый сифон
4	Киселёвская	55°01'05"N; 57°18'46"E	Чёрный ручей
5.1	Сухая Атя	54°50'57"N; 57°24'48"E	Первый сифон
5.2			Углубление в глиняной почве

Отбор проб проводился 7-9 октября 2023 г. Пробы отбирались в пластиковые бутылки объёмом 0,5 л и транспортировались в лабораторию. Водородный показатель pH измеряли потенциометрией на иономере И-160 МИ (ООО «Измерительная техника», Россия) согласно РД 52.24.495-2017. Концентрацию главных ионов ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), соединений азота и фосфора ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ) определяли методом капиллярного электрофореза («Капель 103-Р», НПФ АП «Люмэкс», Россия) по методикам ГОСТ 31869-2012 (изд. 2019) и ПНД Ф 14.1:2:4.157-99 (2013). Сбор данных, анализ полученных электрофореграмм и расчеты по калибровочным кривым выполнены в пакете для сбора и обработки хроматографических данных "МультиХром для Windows" (версия 1.52u, ЗАО "Амперсэнд"). Общую щёлочность, содержание гидрокарбонат-ионов и карбонат-ионов определяли по точке перегиба кривой титрования 30 мл пробы 0,02 н раствором HCl с потенциометрическим контролем pH и последующим расчётом в программе Alkalinity calculator (v. 2.22Tk) методом «Inflection point», рекомендуемого Национальным полевым руководством по сбору данных о качестве воды Геологической службы США как наиболее точного [15].

Кондуктометрические измерения (удельная электрическая проводимость) выполнены на кондуктометре АНИОН А7000 (НПП «Инфраспек-Аналит», Россия) по ФР.1.34.2005.01904, фотометрические (Si) – на концентрационном фотоэлектрическом колориметре КФК 2 (АО «Загорский оптико-механический завод», Россия) по Ф 14.1:2:4.215-06. Жёсткость рассчитывали по концентрации щелочноземельных металлов (ГОСТ 31865-2012), минерализацию – по сумме ионов (ГОСТ 27065-86). Диаграмму Пайпера [16] строили в пакете GW\_Chart (v. 1.30 [17]).

Биотестирование образцов воды проводили на импульсном фотометре «Биотестер-2» (ЦНТТМ «Квант», Санкт-Петербург, Россия) в соответствии с методикой ФР.1.39.2015.19242. Тест-объектом служила культура инфузориитуфельки *Paramecium caudatum*, а в качестве контроля использовали отстоянную и прокипяченную водопроводную воду (г. Челябинск).

### Результаты и обсуждение

Результаты анализа химического состава воды пещер представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Химический состав воды 5 пещер

№ п/п	Показатель	Единицы измерения	Пробы*					
			1	2	3	4	5.1	5.2
<b>Общие</b>								
1	Водородный показатель	pH	7,52	7,26	7,60	7,45	7,59	7,31
2	Жесткость общая	°Ж	4,46	6,09	2,89	5,21	4,41	4,77
3	Щёлочность общая	ммоль/дм <sup>3</sup>	3,75	5,75	2,58	4,42	4,25	4,46
4	Минерализация	мг/дм <sup>3</sup>	340	488	240	399	353	378
5	Эл. проводимость удельная	мкСм/см	361	502	277	417	394	436
<b>Главные ионы</b>								
6	Гидрокарбонаты ( $\text{HCO}_3^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>	228,0	350,1	156,9	268,6	258,2	272,1
7	Карбонаты ( $\text{CO}_3^{2-}$ )	мг/дм <sup>3</sup>	0,40	0,36	0,32	0,42	0,55	0,30
8	Сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	мг/дм <sup>3</sup>	8,30	5,67	4,75	9,85	4,08	8,24
9	Хлориды ( $\text{Cl}^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>	1,61	0,27	0,18	12,7	0,08	1,49
10	Кальций ( $\text{Ca}^{2+}$ )	мг/дм <sup>3</sup>	67,3	71,4	49,5	76,8	54,8	51,3
11	Магний ( $\text{Mg}^{2+}$ )	мг/дм <sup>3</sup>	13,0	30,1	4,53	16,1	20,1	26,4
12	Натрий ( $\text{Na}^+$ )	мг/дм <sup>3</sup>	2,16	0,38	0,32	0,94	0,08	0,54
13	Калий ( $\text{K}^+$ )	мг/дм <sup>3</sup>	3,50	0,25	0,63	1,64	0,51	3,52
<b>Биогенное и органическое вещество</b>								
14	Аммония ион ( $\text{NH}_4^+$ )	мг/дм <sup>3</sup>	2,08	0,61	0,27	0,87	0,55	0,29
15	Нитриты ( $\text{NO}_2^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>	0,82	7,67	2,00	<0,20	2,53	0,41
16	Нитраты ( $\text{NO}_3^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>	4,20	9,13	11,1	1,08	2,45	3,18
17	Фосфаты ( $\text{HPO}_4^{2-}$ )	мг/дм <sup>3</sup>	1,37	2,99	2,18	1,30	2,99	2,08
18	Окисляемость перманганатная	мгО/дм <sup>3</sup>	1,90	0,62	1,90	0,16	0,79	2,98
<b>Микроэлементы и тяжёлые металлы</b>								
19	Барий ( $\text{Ba}^{2+}$ )	мг/дм <sup>3</sup>	0,05	2,07	0,21	0,88	0,94	0,99
20	Стронций ( $\text{Sr}^{2+}$ )	мг/дм <sup>3</sup>	1,30	1,13	2,05	1,74	0,43	0,97
21	Фтор, фториды ( $\text{F}^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>	1,25	2,78	0,77	3,06	1,49	2,05
22	Кремний (Si)	мг/дм <sup>3</sup>	4,49	2,90	4,39	2,95	2,74	4,16

Примечание. \* 1 – Водяная, 2 – Плутония, 3 – Шалашовская, 4 – Киселёвская, 5.1. и 5.2. – Сухая Атя.

Вода изученных образцов имеет нейтральную (рН в пределах 6,5–7,5) или слабощелочную (рН в пределах 7,5–8,5) реакцию среды: в 3 образцах – 7,26, 7,31, 7,45, в 3 образцах – 7,52, 7,59, 7,60. Минерализация варьировала от 240 мг/дм<sup>3</sup> в п. Шалашовская до 488 мг/дм<sup>3</sup> в п. Плутония и составила в среднем 366 мг/дм<sup>3</sup>. По величине минерализации по классификации И.К. Зайцева (1972) вода всех образцов относится к группе «пресных вод» подгруппе «нормальных пресных вод» (минерализация 0,2–0,5 г/л). По величине жёсткости по гидрохимической классификации она варьирует от «мягкой» в п. Шалашовская до «повышенной жёсткости» в п. Плутония, но в большинстве образцов относится к категории «средней жёсткости» (4–6 град. жёсткости, °Ж).

По соотношению эквивалентных концентраций главных ионов вода имеет выраженный гидрокарбонатный тип по анионному составу и кальциевый и магниевый-кальциевый тип – по катионному, т.е. относится к гидрокарбонатным кальциевым или гидрокарбонатным магниевый-кальциевым водам (рис. 2), что закономерно, учитывая формирование вод в карбонатных породах карста. Видно, что максимальная доля  $Ca^{2+}$

характерна для п. Шалашовская, а  $Mg^{2+}$  – для пещер Плутония и Сухая Атя. В проекции на ромб поля классификации диаграммы Пайпера все образцы попадают в зону вод с временной, или устранимой жёсткостью. При кипячении такой воды карбонаты кальция и магния реагируют с карбонат-ионом, образующимся при диссоциации гидрокарбонатов, и выпадают в осадок, а жёсткость снижается.

В целом, по минерализации, жёсткости и типу изученные воды близки к поверхностным водам Урала и водопродной воде г. Челябинска (Шершнёвское водохранилище). Отличие заключается в почти полном отсутствии хлоридов и сульфатов в анионном составе и натрия с калием – в катионном. Этим же они отличаются и от большинства подземных вод из водоносных горизонтов, используемых частными водопользователями после бурения скважин: такие воды часто имеют смешанный ионный состав и на треугольниках Ферре анионного и катионного состава (нижняя часть диаграммы рисунка) попадают в центральный треугольник [14].

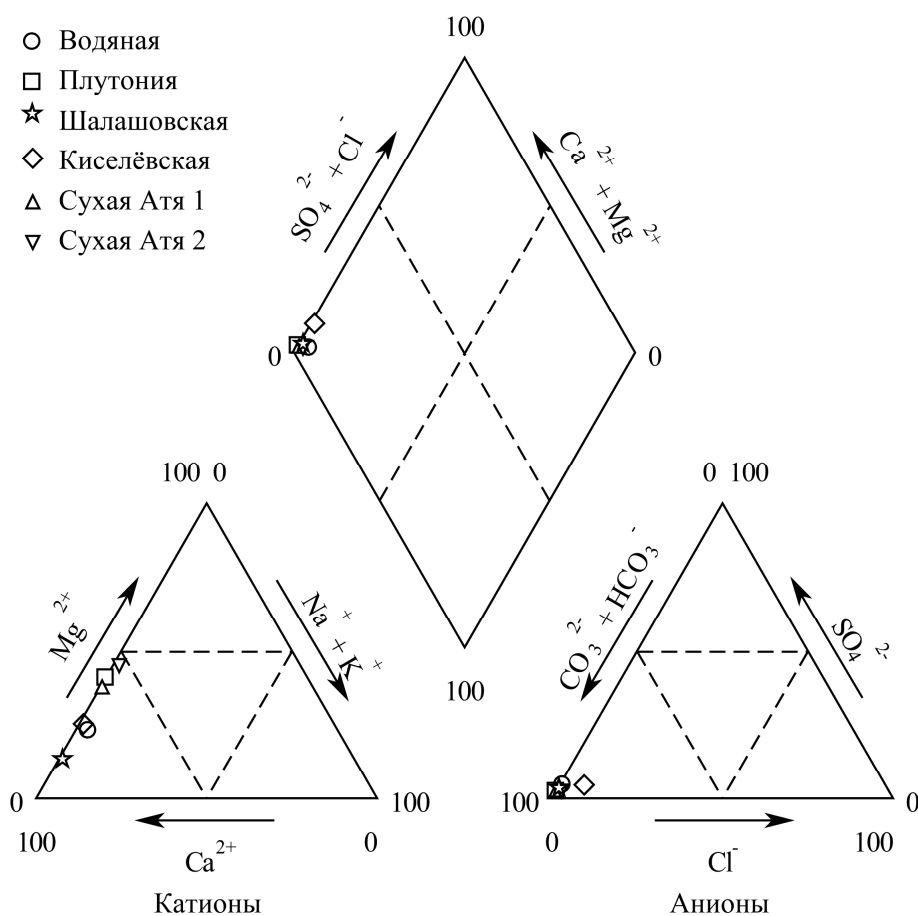


Рис. 2. Классификация вод из пещер на диаграмме Пайпера

Содержание органического вещества во всех образцах невысокое (по величине перманганатной окисляемости 0,16-2,98 мгО/дм<sup>3</sup>, в среднем – 1,27 мгО/дм<sup>3</sup>), но оно есть. Также в воде присутствуют продукты минерализации (распада) органического вещества – соединения азота и фосфора. Катион аммония – показатель «свежего» органического загрязнения – в заметном количестве обнаружен только в п. Водяная (2,08 мг/дм<sup>3</sup>), в остальных обнаруживался в концентрациях, близких к пределу чувствительности капиллярно-электрофоретического метода определения (0,5 мг/дм<sup>3</sup>). Нитриты – продукты дальнейшего окисления аммонийного азота – обнаружены в небольших концентрациях во всех образцах

кроме п. Киселёвская (Чёрный ручей). Больше всего во всех образцах было нитратов – конечной стадии окисления азота: от 1,08 до 11,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Из микроэлементов были определены: барий, стронций и кремний. Содержание кремния варьировало в узких пределах от 2,7 до 4,5 1 мг/дм<sup>3</sup> и составило в среднем 3,6 мг/дм<sup>3</sup>. Это больше, чем в поверхностных водах, но меньше, чем в большинстве проб воды из скважин (часто более 10 мг/дм<sup>3</sup>). В целом, полученные данные по гидрохимии уральских пещер соответствуют представлениям о составе вод карстовых пещер [3, 13].

Данные по токсичности воды из 5 пещер Челябинской области представлены в табл. 3.

**Таблица 3. Токсичность подземных вод из 5 пещер Челябинской области**

№ п/п	Название пещеры	Индекс токсичности
1	Водяная	-0,35
2	Плутония	-0,16
3	Шалашовская	-0,17
4	Киселевская	-0,23
5.1	Сухая Атя	-0,12
5.2	- // -	-0,11
Среднее [95% ДИ]		-0,19 [-0,26; -0,13]

Из представленных данных видно, что для всех пещер был получен отрицательный индекс токсичности. Это означает, что все эти пробы оказались более предпочтительными для инфузорий по сравнению с контрольным образцом. В целом это указывает на отсутствие токсического эффекта и на необходимость классификации всех 6 проб как имеющих «допустимую» степень токсичности согласно

методике ФР.1.39.2015.19242. Следует отметить, что в доступной литературе данных по биотестированию подземных вод почти не встречается. Нами были обнаружены только результаты биотестирования водных вытяжек из пещер, используемых для складирования отходов, содержащих карбид кальция [12]. Поэтому полученные нами данные имеют научную новизну.

#### Список использованных источников

1. Баранов С.М. Исследование сифонов в пещерах Ашинского района Челябинской области // Пещеры: сб. науч. трудов. / Естественнонаучный институт Перм. гос. нац. иссл. Инст-та., – Пермь, 2016. – Вып. 39. – 192 с.
2. Баранов С.М., Калашников В.А., Отставнов А.П., Щерба Е.Е., Щерба О.С. Спелеолагерь "Сухая Атя 2018" // Спелеология и спелестология: сборник материалов конференции. – 2018. – № 9. – С. 75-78.
3. Основы гидрогеологии. Гидрогеохимия. / Под ред. С. Л. Шварцева. – Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1982. – 288 с.
4. Пещера Водяная [Электронный ресурс] / Челябинская область. География. Пещера Водяная. – Режим доступа: <http://chel-portal.ru/enc/vodyanaya> (дата обращения: 20.11.2023).
5. Пещера Киселёвская [Электронный ресурс] / Челябинская область. География. Пещера Киселёвская. – Режим доступа: [http://chel-portal.ru/enc/Пещера\\_Киселёвская](http://chel-portal.ru/enc/Пещера_Киселёвская) (дата обращения: 20.11.2023).
6. Пещера Плутония [Электронный ресурс] / Челябинская область. География. Пещера Плутония. – Режим доступа: <http://chel-portal.ru/enc/Плутония> (дата обращения: 20.11.2023).

7. Пещера Сухая Атя [Электронный ресурс] / Челябинская область. География. Пещера Пещера Сухая Атя. – Режим доступа: [http://chel-portal.ru/enc/suhaya\\_atyа](http://chel-portal.ru/enc/suhaya_atyа) (дата обращения: 20.11.2023).
8. Пещера Шалашовская [Электронный ресурс] / Челябинская область. География. Пещера Шалашовская. – Режим доступа: <http://chel-portal.ru/enc/shalashovskaya> (дата обращения: 20.11.2023).
9. Попкова А.В., Багмет В.Б., Егупова Е.Ю. Абдуллин Ш.Р. Сравнительный анализ особенностей совместного культивирования цианобактерий пещер и микромицетов // Успехи современной науки, 2017. – Т. 5, № 1. – С. 22-25.
10. Рябова А.С., Кузьмина Л.Ю., Галимзянова Н.Ф. Микробное сообщество пещеры Аскинская // Экобиотех – 2021, Т. 4, № 3, – С. 186-194.
11. Рябова А.С., Кузьмина Л.Ю., Галимзянова Н.Ф. Микробные сообщества карстовых пещер // Известия уфимского научного центра РАН. Биология, биохимия, генетика. – 2022. – № 4. – С. 18–25.
12. Семиколенных, А.А. Оценка воздействия на окружающую среду в зависимости от размещения отхода отработки карбида кальция в пещерах и каменоломнях / А.А. Семиколенных, А. А. Рахлеева, Т.В. Попутникова // Межвузовский сборник научных трудов «Пещеры». – Выпуск 33. – Пермь, 2010. – С. 143-152.
13. Токарев С.В. Гидрология пещер [Электронный ресурс] / Пещеры. Информационно-поисковая система. О пещерах. – Режим доступа: <https://speleoatlas.ru/about-caves/natural-caves/gidrologiya-peshcher> (дата обращения: 16.11.2023)
14. Экологическое и ветеринарно-санитарное состояние водохранилищ Челябинской области : монография / под ред. Д.Ю. Нохрина. – Екатеринбург : Новый формат, 2020. – 226 с.
15. Alkalinity Calculator [Электронный ресурс] / U. S. Geological Survey. – Режим доступа: <http://or.water.usgs.gov/alk/index.html> (дата обращения: 20.11.2023).
16. Piper, A. M. A graphic procedure in geochemical interpretation of water analyses / A. M. Piper // Trans. Am. Geophys. Union. – 1944. – V. 25. – P. 914-923.
17. Winston, R.B. Graphical User Interface for MODFLOW, Version 4 / R. B. Winston. – U.S. Geological Survey Open-File Report 00-315, 2000. – 27 p.

## CHEMICAL COMPOSITION AND QUALITY OF WATER IN CAVES NEAR THE ASHA CITY, CHELYABINSK REGION

**K. A. Korlyakov<sup>1</sup>, D. Yu. Nokhrin<sup>1</sup>, S. M. Baranov<sup>2</sup>, V. V. Fedyashin<sup>3</sup>, K. S. Nesterkina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Chelyabinsk State University", Chelyabinsk, Russia

<sup>2</sup> Chelyabinsk regional branch of the Russian Geographical Society, Chelyabinsk speleologists club, Chelyabinsk

<sup>3</sup> Tourist club "Territoriya" Central Children's and Youth Tour "Cosmos", Chelyabinsk  
*korfish@mail.ru*

For the first time, the chemical composition of water from 5 caves of the Ashinsky cave complex was studied for 22 physical and chemical indicators. The results of biotesting on ciliates showed the absence of water toxicity.

**Key words:** caves, hydrochemistry, botesting