

Вестник Сыктывкарского университета (научный журнал)	Серия 2	Выпуск 1(25)
	Биология Геология Химия Экология	2023

СОДЕРЖАНИЕ

СТАТЬИ	
<i>Физиология</i>	
<i>Иржак Л. И., Русских Н. Г., Игнатова А. Н., Дудникова Е. А.</i> Действие физической нагрузки на объем кровотока через митральный клапан сердца человека	7
<i>Irzhak L. I., Russkikh N. G., Ignatova A. N., Dudnikova E. A.</i> The effect of physical activity on the volume of blood flow through the mitral valve of the human heart	
<i>Экология</i>	
<i>Каримов С. Б., Доровских Г. Н., Мамаджонов А. М.</i> Современное состояние паразитофауны промысловых рыб водохранилища Бахри точик	13
<i>Karimov S. B., Dorovskikh G. N., Mamadzhonov A. M.</i> The current state of the parasite fauna of commercial fish in the Bahri Tojik reservoir	
<i>Джумадурдыев О., Оразбердиева М. Р., Шыхыева М. Ш.</i> Изучение возможностей культивирования микроводорослей в дренажных водах	26
<i>Jumadurdyev O., Orazberdiyeva M. R., Shyhyuyeva M. Sh.</i> Studying the possibilities of cultivation of microalgae in drainage waters	
<i>Доровских Г. Н.</i> Число, вес и размеры семян у хурмы сортов «Королек»	31
<i>Dorovskikh G. N.</i> The number, weight and size of seeds in persimmon varieties "Korolek"	
<i>Ширмаммедов Т. А., Агаев А. Я., Батыров С. Р.</i> Коронный разряд и его экологическое влияние	51
<i>Shirmammedov T. A., Agayev A. Ya., Batyrov S. R.</i> Corona discharge and its environmental impact	
<i>Шушпанникова Г. С., Фомина Я. А.</i> Результаты интродукции горечавки желтой в Ботаническом саду Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина (подзона средней тайги)	58
<i>Shushpannikova G. S., Fomina Y. A.</i> The results of the introduction of gentian yellow in the Botanical Garden of SSU named after Pitirim Sorokin (middle taiga subzone)	

<i>Проба пера</i>	
<i>Цимборевич Е. С.</i> Гетеротрофные почвенные микроорганизмы минерализационно-иммобилизационного цикла азота в еловых лесах средней тайги (на примере Ботанического сада СГУ им. Питирима Сорокина)	
<i>Cimborevich E. S.</i> Heterotrophic soil microorganisms of the mineralization-immobilization nitrogen cycle in middle taiga spruce forests (by the example of the Pitirim Sorokin SSU botanical garden)	66
<i>Зарисовки</i>	
<i>Доровских Г. Н.</i> Рождение рассказа...	76
<i>Потери образования и науки</i>	
<i>Силин В. И.</i> Тюрнин Борис Николаевич. Преподаватель-зоолог	82

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина»

(167001, Республика Коми, г. Сыктывкар, Октябрьский просп., д. 55)

Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Биология, геология, химия, экология. Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2023. Выпуск 1 (25). 87 с.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Г. Н. Доровских, д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», Институт социальных технологий, кафедра безопасности жизнедеятельности и физической культуры, профессор (Сыктывкар, Россия)

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Т. В. Разина, д-р психол. наук, доцент, член-корреспондент Российской академии образования, проректор по развитию НАНО ВО «Институт мировых цивилизаций» (Москва, Россия)

Г. О. Пенина, д-р мед. наук, профессор, ФГБОУ ДПО «Санкт-Петербургский институт усовершенствования врачей-экспертов Министерства труда РФ», проректор по учебной и научной работе, профессор кафедры неврологии, медико-социальной экспертизы и реабилитации. ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», медицинский институт, зав. кафедрой неврологии, психиатрии и специальных клинических дисциплин, профессор (Санкт-Петербург, Сыктывкар, Россия)

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ 2

А. В. Адрианов, д-р мед. наук, доцент, ФГБОУ ДПО «Санкт-Петербургский институт усовершенствования врачей-экспертов Министерства труда РФ», зав. кафедрой педиатрии, медико-социальной экспертизы и реабилитации детей-инвалидов.

Главный внештатный детский кардиолог Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга (Санкт-Петербург, Россия)

Е. А. Володарская, д-р психол. наук, ФГБУН «Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова Российской академии наук», ведущий научный сотрудник Центра истории организации науки и науковедения (Москва, Россия)

В. Н. Воронин, д-р биол. наук, доцент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», кафедра аквакультуры и болезней рыб, профессор (Санкт-Петербург, Россия)

Т. А. Воронова, д-р психол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет», кафедра клинической, социальной психологии и гуманитарных наук, зав. кафедрой, профессор (Иркутск, Россия)

Н. Д. Джига, д-р психол. наук, профессор кафедры практической психологии, доцент, УО «Барановичский государственный университет», Республика Беларусь, кафедра практической психологии и физического воспитания, г. Барановичи; УО «Белорусский государственный университет культуры и искусств», г. Минск, кафедра культурологии

и психолого-педагогических дисциплин, профессор кафедры
(г. Минск, Республика Беларусь)

О. В. Ермакова, д-р биол. наук, старший научный сотрудник Института биологии
Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленное
подразделение ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр Уральского отделения
Российской академии наук» (Сыктывкар, Россия)

О. Н. Жигилева, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры экологии и генетики
Института биологии ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»
(Тюмень, Россия)

А. Е. Жохов, д-р биол. наук, ФГБУН «Институт биологии внутренних вод
им. И. Д. Папанина», зав. лабораторией экологической паразитологии
(Борок, Россия)

А. Н. Захарова, канд. психол. наук, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова», доцент кафедры социальной
и клинической психологии, заместитель декана по науке факультета управления
и социальных технологий (Чебоксары, Россия)

Е. П. Иешко, д-р биол. наук, профессор Института биологии – обособленное подразделение
ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук», главный научный
сотрудник лаборатории паразитологии животных и растений (Петрозаводск, Россия)

Е. И. Ильиных, канд. мед. наук, доцент, кафедра терапии ФГБОУ ВО «Сыктывкарский госу-
дарственный университет имени Питирима Сорокина» (Сыктывкар, Россия)

Л. И. Иржак, действительный член Российской академии естественных наук,
д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный
университет имени Питирима Сорокина», руководитель и главный научный сотрудник
Научно-исследовательской лаборатории «Проблемы гипоксии» (Сыктывкар, Россия)

И. М. Каганцов, д-р мед. наук, доцент, главный научный сотрудник НИЛ хирургии
врожденной и наследственной патологии, Институт перинатологии и педиатрии,
ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» МЗ РФ;
ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина»,
медицинский институт, кафедра хирургии, профессор
(Санкт-Петербург, Сыктывкар, Россия)

С. Л. Кандыбович, д-р психол. наук, профессор, академик Российской академии
образования, заслуженный деятель науки РФ, ведущий научный сотрудник
Научно-образовательного центра практической психологии и психологической службы
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет им. С. А. Есенина» (Рязань, Россия)

Д. А. Красавина, д-р мед. наук, профессор, ФГБУ ДПО СПБИУВЭК Минтруда России, зав. ка-
федрой, профессор ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России,
профессор (Санкт-Петербург, Россия)

О. Н. Курочкина, д-р мед. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный уни-
верситет имени Питирима Сорокина», медицинский институт,
профессор кафедры терапии (Сыктывкар, Россия)

Л. Е. Лукьянова, д-р биол. наук, ФГБУН «Институт экологии растений и животных УрО РАН»,
ведущий научный сотрудник (Екатеринбург, Россия)

И. С. Луцкий, д-р мед. наук, доцент, ГОУ ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького», зав. кафедрой детской и общей неврологии Факультета интернатуры и последипломного образования (Донецк, ДНР)

В. В. Мазур, канд. геогр. наук, начальник отдела планирования организации научно-исследовательской деятельности, преподаватель колледжа экономики, права и информатики (Сыктывкар, Россия)

А. Л. Максимов, д-р мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, ФГБУН «Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН», главный научный сотрудник (Сыктывкар, Россия)

А. Ю. Мейгал, д-р мед. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», медицинский институт, кафедра физиологии человека и животных, патофизиологии, гистологии, зав. кафедрой (Петрозаводск, Россия)

Г. М. Насыбуллина, д-р мед. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, зав. кафедрой гигиены и экологии (Екатеринбург, Россия)

В. П. Никишин, д-р биол. наук, старший научный сотрудник, ФГБУН «Институт биологических проблем Севера Дальневосточного отделения Российской Академии Наук», главный научный сотрудник (Магадан, Россия)

В. П. Нужный, д-р мед. наук, доцент, старший научный сотрудник, ФГБУН «Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН» (Сыктывкар, Россия)

А. М. Поляков, д-р психол. наук, доцент, Белорусский государственный университет, кафедра общей и медицинской психологии, зав. кафедрой (Минск, Республика Беларусь)

О. Н. Попова, д-р мед. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет», кафедра гигиены и медицинской экологии, профессор (Архангельск, Россия)

О. В. Рогачевская, канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», институт социальных технологий, кафедра безопасности жизнедеятельности и физической культуры, зав. кафедрой БЖ и ФК (Сыктывкар, Россия)

Н. И. Романчук, канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», институт социальных технологий, кафедра безопасности жизнедеятельности и физической культуры (Сыктывкар, Россия)

О. Т. Русинек, д-р биол. наук, ФГБНУ «Байкальский музей Иркутского научного центра», главный научный сотрудник; ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Географический факультет, кафедра гидрологии и природопользования, профессор (Иркутск, Россия)

В. Г. Сварич, д-р мед. наук, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», медицинский институт, кафедра хирургии, профессор, зав. хирургическим отделением ГУ «Республиканская детская клиническая больница г. Сыктывкара» (Сыктывкар, Россия)

Е. С. Слепович, член-корреспондент Академии образования Республики Беларусь, д-р психол. наук, профессор, Белорусский государственный университет, кафедра общей и медицинской психологии, профессор (Минск, Республика Беларусь)

Ю. Г. Солонин, д-р мед. наук, профессор, действительный член (академик) Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, ФГБУН «Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН», ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, отдел экологической и медицинской физиологии, главный научный сотрудник; ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», медицинский институт, кафедра биохимии и физиологии (Сыктывкар, Россия)

Г. А. Фофанова, канд. психол. наук, доцент, Белорусский государственный университет, факультет философии и социальных наук, доцент кафедры социальной и организационной психологии, заместитель декана по научной работе факультета философии и социальных наук (Минск, Республика Беларусь)

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» 41277.

Адрес редакции
Вестника Сыктывкарского университета:
167001 Сыктывкар, Октябрьский пр., 55
Тел./факс (8212) 390-309

Редактор Е. М. Насирова
Верстка и компьютерный макет Н. Н. Шергиной
Выпускающий редактор Л. Н. Руденко

Подписано в печать 20.02.2023. Дата выхода в свет 23.03.2023.
Формат 70×108/16.
Усл.-печ. л. 10,2.
Заказ № 8. Тираж 300 экз.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «Коми республиканская типография» 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Савина, 81 Тел. 8(8212)-28-46-60
E-mail: ceo@komitip.ru Сайт: komitip.ru

Научная статья / Article

УДК 612.171

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-7>

Действие физической нагрузки на объем кровотока через митральный клапан сердца человека

Лев Исакович Иржак¹, Надежда Геннадьевна Русских²,
Александра Николаевна Игнатова³, Екатерина Александровна Дудникова⁴

^{1,2,3,4}Научно-исследовательская лаборатория «Проблемы гипоксии»
ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина»,
г. Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55,

¹irzhak31@mail.ru, ²rung76@mail.ru, ³sandraign@mail.ru, ⁴dudka81@yandex.ru

Аннотация. В экспериментах с участием 13 юношей в возрасте 18–20 лет рассмотрены соотношения между двумя способами транспорта крови из левого предсердия (ЛП) через митральный клапан (МК) (поток E и поток A) в зависимости от кардиотипа (бради-, нормо-, тахикардия) и физической нагрузки.

В контрольных экспериментах с применением методов ЭКГ и УЗИ показано, что за время диастолы (электрический сегмент TP) длительностью 0.19 способом свободного течения (поток E, первый способ) из ЛП через МК транспортируется 43 см³ крови. За время систолы ЛП (электрический интервал PQ) продолжительностью 0.13 под давлением систолы ЛП (поток A, второй способ) через МК транспортируется 26 см³ крови. Суммарный объем за счет потоков E и A составляет около 70 см³ крови.

В опыте под действием физической нагрузки (проба Мартине, 20 приседаний за 30 с) время диастолы и объем потока значительно снижается. Транспорт крови через МК обеспечивается за счет систолы ЛП – в среднем около 50 см³ крови. Очевидна зависимость от кардиотипа: при брадикардии суммарный поток составляет около 60 см³ за цикл, при нормокардии – около 50 см³, при тахикардии – около 40 см³ за это же время.

Обсуждается значение соотношения длительностей кардиоинтервалов TP и PQ в транспорте крови через МК.

Ключевые слова: митральный клапан, кровоток E, кровоток A, функциональная нагрузка, проба Мартине, фактор времени, кариотип

Для цитирования: Иржак Л. И., Русских Н. Г., Игнатова А. Н., Дудникова Е. А. Действие физической нагрузки на объем кровотока через митральный клапан сердца человека // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2023. № 1 (25). С. 7–12. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-7>.

The effect of physical activity on the volume of blood flow through the mitral valve of the human heart

Lev Irzhak¹, Nadezhda Russkikh², Alexandra Ignatova³,
Yekaterina Dudnikova⁴

^{1,2,3,4}Research Laboratory "Problems of Hypoxia" of Pitirim Sorokin Syktyvkar State University,
Syktyvkar, Russia, ¹irzhak31@mail.ru, ²rung76@mail.ru, ³sandraign@mail.ru, ⁴dudka81@yandex.ru

Abstract. In experiments involving 13 young men aged 18–20 years, the relationship between two methods of blood transport from the left atrium (LA) through the mitral valve (MV) (flow E and flow A) depending on the cardiotype (brady-, normo-, tachycardia) and physical activity. With the use of ECG and ultrasound methods, it was shown in the control that

during diastole (electrical segment of TR) lasting 0.19 with the free flow method (flow E, the first method), 43 cm³ of blood is transported from the LA through the MC. During the LA systole (electrical interval PQ) lasting 0.13 s, under the pressure of the LA systole (flow A, second method), 26 cm³ of blood is transported through the MV.

The total volume due to flows E and A is about 70 cm³ of blood. In the experiment under the influence of physical activity (PE) for 30 seconds of the Martinet test, the time of diastole and the flow volume are reduced to zero. Transport of blood through the MC is provided by the systole of the LA, on average, about 50 cm³ of blood. The dependence on the cardiotype is obvious: with bradycardia, the total flow is about 60 cm³ per cycle, with normocardia – about 50 cm³, with tachycardia – about 40 cm³ during the same time.

The significance of the time factor, which illustrates the duration of the TP and PQ cardiointervals in blood transport through the MV, is discussed.

Keywords: mitral valve, blood flow E, blood flow A, functional load, Martinet test, time factor, karyotype

For citation: Irzhak L. I., Russkikh N. G., Ignatova A. N., Dudnikova E. A. The effect of physical activity on the volume of blood flow through the mitral valve of the human heart. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya = Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology*, 2023. 1 (25): 7–12. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-7>

Введение. Функциональные свойства двустворчатого митрального клапана (МК) представляют интерес для специалистов в области клиники [1–3] и для фундаментальной физиологии [4, 5]. Цель настоящей работы – рассмотреть зависимость транспорта оксигенированной крови через митральный клапан от кардиотипа (бради-, нормо- и тахикардия). Брадикардия – это, по определению, более продолжительные кардиоциклы по сравнению с нормо- и тахикардией. В особенности важные различия проявляются при воздействиях разного рода, в частности физической нагрузки, в длительности наиболее изменчивого элемента ЭКГ – сегмента TP [6]. Отсюда в задачу работы входит анализ особенностей транспорта крови по кардиотипам в зависимости от физической нагрузки.

Материал и методика. Участники эксперимента – юноши 18–20 лет, студенты Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина, давшие добровольное согласие на участие в обследовании (n=13). Их возраст составил 19±1 лет, масса тела – 75±13 кг, длина тела – 177±7 см, индекс массы тела (ИМТ) – 24±4 кг/м². Записывали ЭКГ во II стандартном отведении с помощью аппаратно-программного комплекса «Поли-спектр» (фирма «Нейро-софт», Иваново, Россия). Значения диаметра клапанов, линейной скорости кровотока определяли на ультразвуковом аппарате PHILIPS HD 7 (Нидерланды), применяя четырехкамерную позицию, апикальный доступ и секторный кардиологический датчик S4-2. Результаты обследования с применением ЭКГ и УЗИ соответствуют современным методикам [7; 8]. Показатели получены в положении стоя (контроль) и под действием ФН (стандартная проба Мартине, согласно которой за 30 секунд выполняется 20 приседаний). Измерение проводили по окончании нагрузки в течение 1 мин. ЧСС определяли по ЭКГ. Длительности интервалов ЭКГ – PQ, сегмента TP измеряли в мм и оценивали, исходя из соотношения 50 мм ЭКГ соответствуют 1 с.

Статистическую обработку производили с помощью пакета прикладных программ Excel 2010. В работе учтены показатели средней арифметической величины (M), стандартного отклонения (SD). При обработке результатов использовали метод парных сравнений по критерию знаков z. Корреляцию между показателями r_p рассчитывали по критерию Пирсона. Уровень значимости различий p < 0.05 [9, 10].

Результаты и обсуждение. В контроле индивидуальные результаты ЧСС находятся в пределах от 48 до 97 уд/мин., объём потока через МК от 15 до 215 см³. Полученные данные свидетельствуют о конечном результате действия ФН типа Мартине на кровотоки через МК.

Для анализа механизма этого явления учитываются результаты измерений диаметра и площади МК при максимальном его раскрытии, линейных и объемных потоков и суммарных потоков за счет времени TR и RQ (см. табл.).

При нормальной работе сердца каждый кардиоцикл завершается диастолой, совпадающей по продолжительности с сегментом TR. За время диастолы кровь свободно поступает (поток E) из ЛП через МК в левый желудочек (ЛЖ). Этот период сменяется систолой ЛП, началом которой определяется окончание предыдущего периода. Как видно из данных таблицы, в контроле при длительности диастолы (сегмент TR) в среднем 0.19 с линейная скорость потока E достигает 45 см/с и объемная скорость 225 см³/с. В результате только за счет потока E через МК проходит в среднем 43 см³. С началом систолы ЛП за счет потока A через МК дополнительно проходит объем вдвое меньший, в среднем 26 см³ крови. Итоговый объем потока за счет E и A составляет порядка 70 м³, что при ЧСС около 70 уд/мин. означает величину МОК около 3 л. Под действием ФН длительность диастолы уменьшается практически до нулевых отметок (0.09 с), отчего поток E отсутствует, и за счет систолы ЛП, длительность которой незначительно (на 23%) уменьшается, объем потока достигает в среднем 34 см³. При ЧСС, возросшей до 110 уд/мин., МОК составляет 5 л.

Таблица

Кровоток через митральный клапан (диаметр 2.52±0.23 см, площадь 4.99±0.88 см²*; n=13/37)**

Показатель	Контроль (в положении стоя)	Стандартная проба Мартине
Длительность диастолы (сегмент TR), с	0.19±0.03	0.09±0.04
Линейная скорость потока E, см/с	45±11	40±24
Объемная скорость потока E, см ³ /с	225±69	200±150
Объем потока за время диастолы (сегмент TR), см ³	43±9	18±8
Длительность систолы ЛП (интервал RQ), с	0.13±0.05	0.10±0.05
Линейная скорость потока A, см/с	35±11	53±23
Объемная скорость потока A, см ³ /с	193±62	308±135
Объем потока за время систолы ЛП (интервал RQ), см ³	26±15	34±26
Объем потока за время TR и RQ, см ³	69±40	52±28
ЧСС уд/мин.	69±15	110±16
Минутный объем кровотока, л	3±1	5±2

Примечание. Разница между показателями достоверна при $p \leq 0.05$; * – при максимальном раскрытии клапана; ** – в числителе количество участников эксперимента, в знаменателе – число измерений.

Поток E может рассматриваться как первый способ транспорта крови через МК. Линейная и объемная скорости потока E зависят от ряда показателей работы сердца, среди которых главным является время диастолы (сегмент TR). Объем крови, «не успевший» пройти через МК из-за включения очередного кардиоцикла (систола ЛП), – это поток A (второй способ транспорта крови).

В проведенном исследовании выявили соотношение между возможностями гемодинамики за счет обоих способов. Результаты свидетельствуют об изменении на одну треть соотношений между длительностями интервалов TR и RQ, с одной стороны, и объемами потоков, с другой: $r_p = 0.71$ ($p < 0.05$) в контроле и $r_p = 0.53$ ($p < 0.05$) в опыте. Причина снижения соотношений заключается в том, что под действием ФН вклад диастолы (сегмента TR) оказывается значительно меньшим по сравнению с контролем. Таким образом, в условиях ФН существенно меняются соотношения между потоками E и A, между первым и вторым способами транспорта крови через МК.

Представляет интерес показанный в работе факт увеличения линейной и объемной скорости потока А на 50–60 % и объема кровотока за счет систолы ЛП (потока А) – с 26 см³ в контроле до 34 см³ в опыте (на 31 %). Это происходит, несмотря на уменьшение длительности систолы ЛП, что, очевидно, можно объяснить проявлением закона Франка – Старлинга. Очевидна зависимость объема потоков от кардиотипа. А именно, как пример:

1. Брадикардия: при ЧСС 54 уд/мин. суммарный поток составил 62 см³ за объединенное время TR+PQ, при ЧСС 51 уд/мин. – 60 см³ за то же время.

2. Нормокардия: при ЧСС 65 уд/мин. объем кровотока составил 55 см³ за объединенное время TR+PQ, при ЧСС 63 уд/мин. – 51 см³ за то же время.

3. Тахикардия: при ЧСС 88 уд/мин. суммарный объем потока составил 34 см³ за время TR+PQ, при ЧСС 83 уд/мин. – 41 см³ за это же время.

Заключение. Приведенные в настоящем исследовании результаты, несомненно, представляют интерес для работ фундаментального и прикладного характера. Возможно, свободный поток Е как способ транспорта объема крови через МК в наиболее ярком виде представлен в случаях брадикардии. Так же как и форсированный поток А – это способ, наблюдаемый при тахикардии. В условиях нормокардии наблюдаются тот и другой способы транспорта крови.

Тема работы одобрена комитетом по этике Института физиологии КНЦ УРО РАН от 16.02.2020.

Список источников

1. Толстихина А. А., Левин В. И. Анализ параметров оценки митральной недостаточности: клиническое применение // Медицинский алфавит. 2018. Т. 4. № 37. С. 51–56.

2. Сандриков В. А., Кулагина Т. Ю., Иванов В. А. и др. Феноменологические закономерности в оценке функции левого желудочка сердца при недостаточности митрального клапана // Кардиология. 2018. № 58. С. 32–40.

3. Neufeld E. V., Carney J. J., Dolezal B. A., Boland D. M., Cooper C. B. Exploratory Study of Heart Rate Variability and Sleep among Emergency Medical Services Shift Workers // Prehosp. Emerg. Care. 2016. Vol. 3. P. 1–6.

4. Баранов В. Л., Харитонов М. А., Хрусталева М. И. Сравнительная характеристика доплерографических исследований в оценке диастолической функции у больных бронхиальной астмой // Пульмонология. 2008. № 2. С. 20–24.

5. Аронов Д. М., Лупанов В. П. Функциональные пробы в кардиологии. М.: МЕД пресс-информ, 2007. 328 с.

6. Иржак Л. И., Русских Н. Г. Интервально-амплитудные показатели электрических свойств миокарда у человека при физической нагрузке // Физиология человека. 2021. Т. 47. № 2. С. 1–7.

7. Wilkenshoff U., Kruck I. Handbuch der Echokardiografie. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 2017. 296 p.

8. Шиллер Н. Б., Осипов М. А. Клиническая эхокардиография. М.: МЕДпресс-информ, 2021. 344 с.

9. Унгуряну Т. Н., Гржибовский А. М. Краткие рекомендации по описанию, статистическому анализу и представлению данных в научных публикациях // Экология человека. 2011. № 5. С. 55.

10. Иржак Л. И., Русских Н. Г., Паршукова А. Н. Вариабельность временных и амплитудных показателей ЭКГ у людей пожилого и старческого возраста // Журн. мед.-биол. исследований. 2021. Т. 9. № 4. С. 355–365.

References

1. Tolstikhina A. A., Levin V. I. Analysis of parameters for assessing mitral insufficiency: clinical application. *Medicinskij alfavit*, 2018. Vol. 4. № 37. Pp. 51–56. (In Russ.)

2. Sandrikov V. A., Kulagina TYU., Ivanov V. A. et al. *Fenomenologicheskie zakonomernosti v ocenke funktsii levogo zheludochka serdca pri nedostatochnosti mitral'nogo klapana* [Phenomenological patterns in assessing the function of the left ventricle of the heart in mitral valve insufficiency]. *Kardiologiy.* 2018. No 58. Pp. 32–40. (In Russ.)
3. Neufeld E. V., Carney J. J., Dolezal B. A., Boland D. M., Cooper C. B. Exploratory Study of Heart Rate Variability and Sleep among Emergency Medical Services Shift Workers. *Prehosp. Emerg. Care.* 2016. Vol. 3. Pp. 1–6.
4. Baranov V. L., Haritonov M. A., Hrustaleva M. I. Comparative characteristics of Doppler studies in assessing diastolic function in patients with bronchial asthma. *Pul'monologiya [Pulmonology]*. 2008. No 2. Pp. 20–24. (In Russ.)
5. Aronov D. M., Lupanov V. P. *Funktsional'nye proby v kardiologii* [Functional tests in cardiology]. Moscow: MED press-inform, 2007. 328 p. (In Russ.)
6. Irzhak L. I., Russkikh N. G. Interval-amplitude indicators of the electrical properties of the myocardium in humans during exercise. *Fiziologiya cheloveka [Human physiology]*. 2021. Vol. 47. No 2. Pp. 1–7. (In Russ.)
7. Wilkenshoff U., Kruck I. *Handbuch der Echokardiografie. Handbuch der Echokardiografie. Georg Thieme Verlag Stuttgart.* New York, 2017. 296 p.
8. Shiller N. B., Osipov M. A. *Klinicheskaya ekhokardiografiya* [Clinical echocardiography]. Moscow: MED press-inform, 2021. 344 p. (In Russ.)
9. Unguryanu T. N., Grzhibovskij A. M. Brief recommendations for description, statistical analysis and presentation of data in scientific publications. *Ekologiya cheloveka [Human ecology]*. 2011. No 5. P. 55. (In Russ.)
10. Irzhak L. I., Russkikh N. G., Parshukova A. N. Variability of temporal and amplitude ECG parameters in elderly and senile people. *Zhurn. med.-biol. Issledovaniy [Journal of medical biol. research]*. 2021. Vol. 9. No 4. Pp. 355–365. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the author

Иржак Лев Исакович

д-р биол. наук, профессор, главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Проблемы гипоксии» медицинского института

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55

Русских Надежда Геннадьевна

канд. биол. наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и физической культуры института социальных технологий, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Проблемы гипоксии» медицинского института

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55

Игнатова Александра Николаевна

младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Проблемы гипоксии» медицинского института

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55

Lev I. Irzhak

Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher of the Research Laboratory "Problems of Hypoxia" of the Medical Institute

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University 55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167001, Russia

Nadezhda G. Russkikh

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety and Physical Culture of the Institute of Social Technologies, Senior Researcher of the Research Laboratory "Problems of Hypoxia" of the Medical Institute

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University 55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167001, Russia

Alexandra N. Ignatova

Junior Researcher of the Research Laboratory "Problems of hypoxia" of the Medical Institute

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University 55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167001, Russia

Дудникова Екатерина Александровна
канд. биол. наук, доцент кафедры теоретических и медико-биологических основ физической культуры института социальных технологий

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55

Yekaterina A. Dudnikova

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Theoretical and Biomedical Foundations of Physical Culture of the Institute of Social Technologies

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University 55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167001, Russia

Статья поступила в редакцию / The article was submitted
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing
Принята к публикации / Accepted for publication

15.11.2022
24.11.2022
29.11.2022

Научная статья / Article

УДК 576.8

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-13>

Современное состояние паразитофауны промысловых рыб водохранилища Бахри точик

Саид Бабаевич Каримов¹, Геннадий Николаевич Доровских²,
Амиржон Мухинжонович Мамаджонов³

^{1,3}Худжандский государственный университет имени академика Б. Гафурова,
пр. Мавлонбекова, 1, г. Худжанд, Таджикистан, karimov7227@mail.ru

²Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия,
167001. Октябрьский пр., 55, dorovskg@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7502-8989>

Аннотация. Процесс формирования паразитофауны рыб в водохранилище Бахри Точик не закончился и идет, похоже, по пути, отличному от ранее описанного для равнинных водохранилищ европейской части бывшего СССР.

Ключевые слова: простейшие, цестоды, нематоды, пиявки, ракаобразные, моногенеи, трематоды, водохранилище Бахри точик, Таджикистан

Для цитирования: Каримов С. Б., Доровских Г. Н., Мамаджонов А. М. Современное состояние паразитофауны промысловых рыб водохранилища Бахри точик // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2023. № 1 (25). С. 13–25. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-13>

The current state of the parasite fauna of commercial fish in the Bahri Tojik reservoir

Said B. Karimov¹, Gennady N. Dorovskikh², Amirzhon M. Mamadzhonov³

^{1,3}Khujand State University named after acad. B. Gafurov, pr. Mavlonbekova, 1,
g. Hudzhand, Tajikistan, karimov7227@mail.ru

²Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia, dorovskg@mail.ru,
<http://orcid.org/0000-0001-7502-8989>

Abstract. The process of formation of the parasitic fauna of fish in the Bakhri Tojik reservoir has not ended and, it seems, is proceeding along a path different from that previously described for the flat reservoirs of the European part of the former USSR.

Keywords: protozoa, cestodes, nematodes, leeches, crustaceans, monogeneans, trematodes, Bahri tojik reservoir, Tajikistan.

For citation: Karimov S. B., Dorovskikh G. N., Mamadzhonov A. M. The current state of the parasite fauna of commercial fish in the Bahri Tojik reservoir. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya = Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology*, 2023, 1 (25): 13–25. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-13>

Введение. Водохранилище Бахри точик или Таджикское море, до 2016 г. Кайраккумское водохранилище (по-таджикски Обанбори Қайроққум), создано в 1956–1959 гг.

для развития рыбного хозяйства, водоснабжения населенных пунктов, орошения [1]. Заполняться водой стало в 1950 г. [2]. Зарегулирование стока реки Сырдарья и возникновение водохранилища вследствие сооружения плотины явилось причиной существенных изменений в ее экосистеме. Изменение гидрологического и гидробиологического режима привело к нарушению исходных биоценозов, формированию новых сообществ с новой видовой структурой и численностью гидробионтов.

Это отразилось на паразитологической ситуации во вновь созданном водоеме. В условиях водохранилища паразитофауна Сырдарьи претерпела существенные изменения. Действительно, процесс формирования паразитофауны рыб в водохранилище идет параллельно с общим процессом становления экосистемы водоема, несколько отставая от него, и продолжается несколько лет [3].

Процесс формирования ихтиопаразитофауны Таджикского моря продолжается до сих пор, хотя и не столь интенсивно, как в начальный период. К настоящему времени некоторые виды паразитов значительно расширили свой ареал, появились новые виды, у отдельных паразитов снизилась численность, или они полностью исчезли. В работе дается анализ современного состояния и изменений паразитологической ситуации в водохранилище Бахри точик с учетом последствий усилившейся антропогенной нагрузки. Современная паразитологическая ситуация в бассейне водохранилища формируется под воздействием таких факторов, как изменение гидрологического режима и загрязнение вод различными стоками.

Зарегулирование стока и создание водохранилища привело прежде всего к резкому снижению проточности воды. Это создало неблагоприятные условия для комплекса реофильных видов и, напротив, способствовало процветанию лимнофилов. В результате произошли изменения в составе паразитофауны и уровня зараженности рыб.

Итоги подобных исследований подведены в работах В. П. Столярова [4–6], О. Н. Бауера и В. П. Столярова [7], Н. А. Изюмовой [3], Т. И. Комаровой [8] и др. Установлена общая закономерность формирования паразитофауны рыб в водохранилищах равнинного типа. До образования водохранилищ она носила преимущественно речной характер. В первый период существования водохранилища происходит резкое обеднение русловой (реофильной) фауны, которая в дальнейшем сменяется новой, приближающейся по составу и по численности к озерной (лимнофильной). При этом наблюдается увеличение численности некоторых паразитов. Этот процесс в каждом водохранилище в зависимости от местных условий протекает по-разному. Более того, в некоторых случаях, как справедливо отмечает Н. А. Изюмова [3], те или иные экологические факторы могут сильно влиять на формирование паразитофауны и вызвать ее заметное обеднение. Однако формирование паразитофауны рыб водохранилищ идет параллельно с общим процессом становления флоры и фауны этих водоемов, всей экосистемы [9].

Рассмотрим характер этих изменений на примере некоторых групп паразитов в водохранилище Бахри точик.

Район проведения работ. Водоохранилище Бахри точик (Таджикское море), одно из крупнейших водохранилищ в Таджикистане [10], расположено в Согдийской области (на северо-западе страны) и Ферганской области Узбекистана (небольшой участок на востоке) на реке Сырдарье (40° 17' 34" с. ш., 70° 03' 18" в. д.), в ее среднем течении (рис. 1). Река Сырдарья образуется слиянием рек Нарын и Кара-Дарья. Плотина Кайраккум построена перед выходом реки на равнинную территорию (рис. 2). Кайраккумское водохранилище относится к равнинноречным озеровидным рекообразным [11].

Водоохранилище, образованное плотиной и ГЭС, возведёнными для регулирования стока реки, имеет форму вытянутого озера, площадь его поверхности – 523 км², длина –

56 км, наибольшая ширина – 15–20 км. Максимальная глубина водохранилища – 25 м, средняя – 8 м, площадь мелководья – 18.3 тыс. га, или 35.6 % общей площади водохранилища [1]. Полный обмен воды в водоеме происходит 4 раза в год. Уровень воды в течение года колеблется в пределах 6–8 м [12].

В зимний период года Кайраккумское водохранилище нередко замерзает, а летом вода может прогреваться до +32°C [13].

Водохранилище сильно срабатывается в летний период при орошении земель, особенно в маловодные годы, поэтому использование его для развития рыбного хозяйства затруднено.

Ихтиофауна водохранилища сформировалась за счет рыб, обитающих в р. Сырдарье, и включала 12 видов [11]. В настоящее время она состоит из 36 видов, относящихся к 12 семействам. Среди них семейство карповых Cyprinidae Bonaparte, 1832 является доминирующим, оно представлено 22 видами [14]. В водохранилище хорошо себя чувствуют промысловые виды рыб (щука *Esox lucius* Linnaeus, 1758; сазан *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758; сом *Silurus glanis* Linnaeus, 1758; судак *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) = *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758); лещ *Abramis brama* Linnaeus, 1758, чехонь *Pelecus cultratus* Linnaeus, 1758; жерех *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758); белоглазка *Ballerus sapa* (Pallas, 1814) и др.). От 37.7 до 61.4 % валового улова здесь представлено аральской плотвой *Rutilus rutilus aralensis* Berg, 1916 [14].

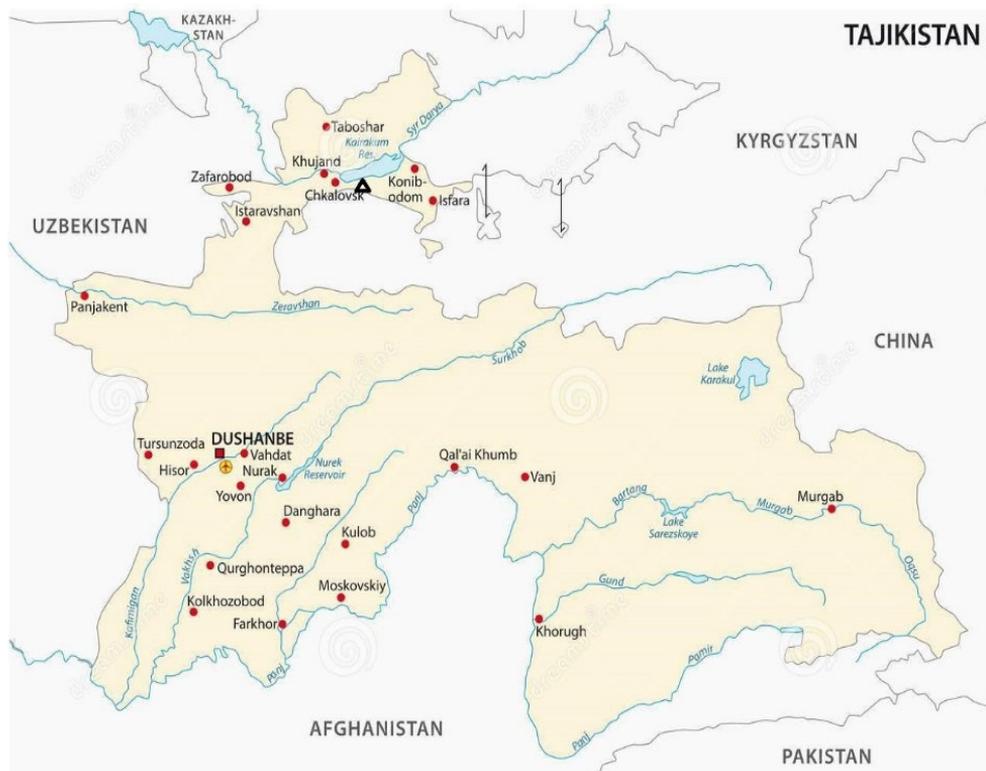


Рис. 1. Расположение водохранилища Бахри точик (Δ) на карте Таджикистана [15]

Здесь обнаружено около 20 видов тропических и субтропических видов Cyclopidae Dana, 1846 и Cladocera Latreille, 1829: *Microcyclops karwei*, *Latonopsis australis*, *L. ferganica*

sp. n., *Diaphanosoma sarsii*, *Daphnia carinata*, *Ceriodaphnia rigaudi*, *Moina weberi*, *Scapholeberis kingi*, *Simocephalus elizabethae*, *Macrothrix spinosa*, *M. odiosa*, *M. shadini sp. n.*, *Pleuroxus similis*, *Alona davidi*, *A. cambouei*, *A. archeri*, *Alonella karua*, *Chydorus barroisi* u *Ch. rybowi sp. n.* [16].

Исследования Ф. Ахророва [17] и Л. В. Кондур [18] в первые годы образования Кайракумского водохранилища показали, что кормовая база промысловых рыб здесь была весьма бедной. Однако в условиях направленного формирования кормовой базы и ихтиофауны, в частности, вселения мизид в 1963 году и креветок, случайно попавших в водоем, а из рыб – судака, карася *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), белого *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) и пестрого *H. nobilis* (Richardson, 1845) толстолобиков, произошли существенные изменения в пищевых связях рыб исследуемого водоема. Сравнительные данные по питанию рыб за 1970 г. и 1985 г. показывают, что вселенные организмы вошли в пищевой рацион многих промысловых рыб. По данным Ф. Ахророва [17], в 1960–1970-х гг. основу питания рыб в Кайракумском водохранилище составляли бентосные организмы (личинки хирономид, олигохет, моллюски), а после вселения дополнительных кормовых организмов в рацион питания рыб вошли мизиды и креветки. По данным Л. В. Кондур [18], в питании туркестанского усача *Luciobarbus capito conocephalus* Kessler, 1872 доля бентосных организмов (хирономид, олигохет, моллюски) составляет 28 % (по весу), у белоглазки – 68.7 %, у сазана – 60 %, у леща – 47 %.



Рис. 2. Водохранилище Бахри точик [19]

На более поздних этапах формирования биологического режима Кайракумского водохранилища водоем из стадии олиготрофного перешел в эвтрофный. Биомасса бентоса в водохранилище с 0.5 г/м^2 в 1961 г. выросла до 3.5 г/м^2 в 1966 г. [17] и в 1990 г. уже достигла 17.0 г/м^2 [20]. Этому способствовало накопление органического вещества, которое вносилось в водоем из коллекторно-дренажных систем и хлопковых полей и за счет

которого в массе развивались одноклеточные водоросли, зоопланктонные организмы, донная фауна и т. д. Улучшению условий питания рыб способствовала акклиматизация трех видов рыб: судака как хищника для подавления численности сорных и малоценных видов рыб, белого и пестрого толстолобиков для использования запасов фитопланктона и зоопланктона. Увеличению продуктивности бентосных организмов способствовал переход отдельных видов рыб на дифференцированное питание [21]. Растительностьных рыб, белого амура *Stenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) и белого толстолобика, в водоемы бассейна р. Сырдарья начали вселять в 1961 г. В настоящее время они встречаются во всех равнинных водоемах и водотоках ее бассейна. Первый, в основном, питается макрофитами и детритом, второй – организмами фитопланктона [22].

Для реки Сырдарья характерно наличие значительного количества твердого стока, что приводит к потере функции Кайракумского водохранилища как регулятора сезонного стока реки из-за его быстрого заиления и уменьшения объема водохранилища. В настоящее время из-за сильного заиления водохранилище уже лишилось способности хранить воду и служить сезонным регулятором, являясь просто транспортным и энергетическим узлом [2].

За 65 лет работы водохранилище накопило более 750 миллионов тонн ила, который занимает объем более 500 миллионов кубометров, что эквивалентно 1/3 мертвого объема. В межень глубина в нижнем его течении не превышает 10 м, а минимальная – менее 1 м. В половодье глубина составляет 17 и 8 м соответственно. При дальнейшем накоплении ила водохранилище потеряет способность к сезонному регулированию воды и перейдет в режим месячного регулирования [2].

Заиленные участки характеризуются множеством небольших озер и отмелей с тугайной растительностью из тамариска, олеастра, тополиных зарослей и зарослей тростника, где обитают многие тысячи зимующих водоплавающих птиц, куликов и хищных птиц. Тугай (рис. 3) – это разновидность прибрежного леса или редколесья, связанного с речными и пойменными районами в засушливом климате [23].



Рис. 3. Тугай [23; 24]

Это разновидность пойменных галерейных лесов, специфическая мини-экосистема, возникающая по берегам непересыхающих рек умеренных или субтропических пустынь Средней и Центральной Азии, а также в сухих степях Евразии. Ширина полосы леса обычно невелика – всего лишь пара десятков метров от кромки воды по обоим берегам реки. В дельтовых низовьях таких рек, где увлажнённые площади значительны, тугайные леса превращаются в непроходимые джунгли, напоминающие мангры [24].

Климат региона континентальный и полузасушливый [1].

Результаты и обсуждение. У 12 исследованных промысловых и непромысловых видов рыб Кайракумского водохранилища (сазан, лещ, плотва, жерех, краснопёрка *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) = *Notemigonus crysoleucas roseus* (Bean, 1903), сом, белоглазка, змеёголов *Channa argus* (Cantor, 1842) = *Ophicephalus argus*, туркестанский усач, чехонь, серебряный карась, судак) обнаружено 66 видов паразитов, относящихся к 9 таксономическим группам (рис. 4). Наибольшим числом видов представлены простейшие (19 видов) и моногенеи (27 видов). Найдены 7 видов цестод, 4 вида трематод. У остальных групп паразитических организмов отмечено меньшее число видов. Такое распределение найденных видов паразитов по систематическим группам определяется характером водоема, составом его ихтиофауны и гидрофауны в целом.

Наличие большого числа видов простейших обусловлено тем, что это слабопроточный, хорошо прогреваемый водоем, в котором сложились благоприятные условия для развития представителей этой группы.

Обилие моногеней обусловлено наличием большого числа видов рода *Dactylogyrus* Diesing, 1850. Разнообразие последних объясняется тем, что основу ихтиофауны водохранилища составляют (56 %) карповые рыбы [25], для которых как раз и характерны указанные узкоспецифичные инваденты.

В верховьях водохранилища гнездятся рыбацкие птицы, здесь же в изобилии встречаются моллюски – первые промежуточные хозяева трематод. Тем не менее видовое богатство этой группы организмов здесь невелико (4 вида).

Относительно немного видов ленточных червей (7 видов). Немногочисленность видов цестод, промежуточными хозяевами которых большей частью служат веслоногие раки *Sorepoda* Milne-Edwards, 1840, объясняется незначительной численностью последних в отличие от Красноярского водохранилища, где они составили основу (78 % общей численности) рачкового зоопланктона [26]. Рачковый планктон водохранилища Бахри точик представлен преимущественно ветвистоусыми рачками [18]. *Cladocera* Latreille, 1829, как правило, не являются промежуточными хозяевами паразитов рыб.

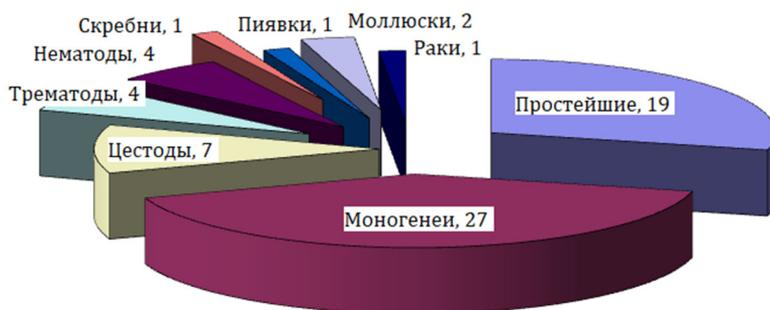


Рис. 4. Распределение обнаруженных видов ихтиопаразитов по систематическим группам в водохранилище Бахри точик (данные 1983–2003 гг.)

Небольшое число видов нематод (4 вида) и скребней (1), развивающихся с участием различных бентосных животных, обусловлено общей бедностью бентоса [27], чему способствует уже произошедшее и периодическое падение уровня воды в водохранилище. В свое время показано [28], что снижение уровня воды в Кайраккумском водохранилище на 10 м ведет к гибели 77 % бентоса.

По одному виду отмечено у паразитических рачков и пиявок. Слабая изрезанность береговой линии, незначительная зарастаемость водоема, узкая зона литорали, за которой сразу следует крутой склон дна (рис. 2), местами большие глубины водохранилища не способствуют развитию бентоса, а также раков и пиявок.

Фауна паразитических ракообразных Кайраккумского водохранилища не получила прогрессивного развития, что подтверждено исследованиями У. Д. Джалилова [29] и У. Д. Джалилова, С. Б. Каримова [30]. Отсутствие пиявки *Piscicola geometra* (Linnaeus, 1761) и ее исчезновение из водохранилища связано, по-видимому, также со слабой его зарастаемостью [12].

Процесс формирования паразитофауны рыб в каждом вновь создаваемом водохранилище протекает по-разному, в зависимости от местных условий. В некоторых случаях те или иные экологические факторы могут сильно влиять на формирование паразитофауны и вызвать ее заметное обеднение [3]. В первый период существования водохранилища происходит резкое обеднение русловой, реофильной фауны, которая в дальнейшем сменяется новой, приближающейся по составу и по численности к озерной, лимнофильной. При этом нередко наблюдается увеличение численности одних видов паразитов, снижение других.

Продолжительность формирования ихтиопаразитофауны водохранилища зависит, прежде всего, от водного режима вновь создаваемого водоема и может быть растянуто на несколько лет, а то и десятилетия [3; 31]. Конечно, на этот процесс в значительной степени влияет скорость становления биоценоза, в частности, таких его частей, как зоопланктон и бентос, представители которых служат промежуточными хозяевами паразитов рыб [32, 33]. Изменение фауны рыбоядных птиц и млекопитающих, служащих окончательными хозяевами и распространителями ряда гельминтов рыб, также оказывает существенное влияние на этот процесс [34]. Немаловажное значение имеют гидрологические и гидрохимические условия в зарегулированных водоемах [7; 35]. Показано, что паразиты рыб четко реагируют на зарегулирование рек. При этом реакция представителей разных систематических групп различна [3].

В первые годы существования водохранилища Бахри точик, возможно, в связи с замедлением течения воды зараженность миксоспоридиями рыбы усилилась. Однако сразу после создания Кайраккумского водохранилища был обнаружен всего один вид миксоспоридий *Myxidium lieberkuehni* Bütschli, 1882 у щуки [36]. В последующие годы (1958–1959) количество видов этой группы увеличилось до десяти: *Myxidium pfeifferi* Auerbach, 1908, *Myxosoma branchiale* (Markewitsch, 1932), *Myxobolus muelleri* Bütschli, 1882, *M. musculi* Keysseltz, 1908, *M. cyprini* Doflein, 1898, *M. dispar* Thélohan, 1895, *M. carassii* Klokaceva, 1914, *M. dogieli* I. et B. Vychowsky, 1940, *M. oviformis* Thélohan, 1882, *M. bramae* Reuss, 1906 [36]. К настоящему времени из миксоспоридий, видимо, сохранились всего три их вида: *Myxobolus cyprinicola* Reuss, 1906, *M. carassii* и *M. bramae*. Такое снижение видового разнообразия миксоспоридий, вероятно, связано с ежегодными значительными колебаниями уровня воды в водоеме и с общим его обмелением. В настоящее время в межень глубина водохранилища в нижнем его течении не превышает 10 м, а минимальная менее 1 м [2]. Заиленные участки характеризуются множеством небольших озер и отмелей с тугайной растительностью, где обитают многие тысячи зимующих водоплавающих птиц, куликов

и хищных птиц [23]. В весенне-летне-осенний период площадь водохранилища сильно уменьшается и мелководные участки, на которых рыба скапливается в период нереста, осушаются. Цикл развития большинства видов миксоспоридий заканчивается к периоду нереста их хозяина-рыбы, именно в этот промежуток времени происходит массовое выделение спор миксоспоридий и яиц гельминтов, которые, не успевая попасть в новых хозяев, остаются на осушенных нерестилищах и погибают [12; 37; 38]. Половозрелые рыбы, уходя с нерестилищ после нереста, уносят небольшое количество спор и яиц паразитов в обводненные участки водохранилища. Вылупившаяся молодь рыб, теснимая отступающей водой, уходит из этих мест и часто не успевает приобрести паразитов. Именно за счет этого небольшого инвазионного начала и поддерживается некоторая зараженность водных организмов инвадентами. Так, вероятно, и происходит постепенное исчезновение некоторых видов паразитов, снижение численности других.

К нашему времени отмечены существенные изменения в зараженности гельминтом *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 рыбы Таджикского моря. В период формирования водохранилища этот вид ленточных червей встречался у семи видов рыб, таких как жерех, белоглазка, лещ, туркестанский и аральский *Barbus brachycephalus brachycephalus* Kessler, 1872 усачи, чехонь и судак [36]. Из этих рыб нами на наличие паразитов изучены лещ, белоглазка и чехонь. *B. acheilognathi* у этих видов рыб не обнаружен. Зато *B. acheilognathi* найден у сазана, для которого этого гельминта ранее не указывали. *B. acheilognathi* нами обнаружен у сазана возрастов 0+–1+, активно потребляющих зоопланктон. У рыбы старших возрастов, перешедших на питание бентосом, этот паразит отсутствует.

В подавляющем большинстве водохранилищ, в том числе и Кайраккумском, наблюдается высокая смертность воспроизводимого популяциями рыб потомства, связанная с воздействием комплекса неблагоприятных факторов в период подготовки производителей к размножению, в период икротетания, на ранних этапах развития молоди и во взрослом состоянии. Неблагоприятное воздействие оказывают необеспеченность рыб нерестовым субстратом, резкие изменения гидрофизических и гидрохимических условий при повышенных и пониженных уровнях вод, снижение иммунобиологической устойчивости особей в результате действия на них промышленных и сельскохозяйственных стоков и в случае, когда сезонная и годовая динамика температуры воды резко отличается от естественной [39]. Эти условия неблагоприятно влияют не только на реофильные и сравнительно холодолюбивые виды, но и на паразитов большинства других групп.

В водохранилище продолжают происходить сукцессионные процессы, в экосистему вторгаются новые экологические и антропогенные факторы, которые могут привести к серьезным нарушениям установившейся системы. Эти нарушения затрагивают, как правило, и отношения между хозяевами-рыбами и их паразитами. В результате складывается сложная паразитологическая ситуация, которая может породить массовые заболевания рыб и людей, связанных с водоемами.

Итак, к этому моменту процесс формирования паразитофауны рыб в водохранилище Бахри точик не закончился и идет, похоже, по пути, отличному от ранее описанного [3] для равнинных водохранилищ европейской части бывшего СССР.

Список источников

1. Кайраккумское водохранилище. URL: <https://www.activestudy.info/kajrakkumskoe-vodoxranilishhe/> © Зооинженерный факультет МСХА (дата обращения: 28.11.2022).

2. Абдушукуров Д. А., Азимов Ш. Ш., Джураев А. А., Петухов В. Н. Состояние Кайракумского водохранилища // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2016. № 1/1 (192). С. 218–223.

3. Изюмова Н. А. Паразитофауна рыб водохранилищ СССР и пути ее формирования. Л.: Наука, 1977. 283 с.

4. Столяров В. П. К паразитофауне рыб Рыбинского водохранилища // Тр. Ленингр. о-ва естествоиспыт. 1952. Т. 71. № 4. С. 261–285.

5. Столяров В. П. Паразитическая фауна рыб Рыбинского водохранилища и закономерности ее формирования : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1959. 27 с.

6. Столяров В. П. Закономерности и особенности формирования фауны паразитов рыб в водохранилищах равнинных рек европейской части СССР // Зоол. журн. 1961. Т. 40. № 8. С. 1125–1137.

7. Бауер О. Н., Столяров В. П. Формирование паразитофауны и паразитарные болезни рыб в водохранилищах // Основные проблемы паразитологии рыб. 1958. С. 247–255.

8. Комарова Т. И. Паразиты молоди рыб Кременчугского водохранилища и их влияние на организм хозяев. Киев: Наукова думка, 1982. 224 с.

9. Изюмова Н. А. Паразиты рыб в условиях зарегулированного стока // Биологические ресурсы водохранилищ. М.: Наука, 1984. С. 243–251.

10. Кайракумское водохранилище – Википедия (turbopages.org). URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.a321f9a6-637a8119-7505f228-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Kayrakkum_Reservoir (дата обращения: 28.11.2022).

11. Исаев А. И., Карпова Е. И. Рыбное хозяйство водохранилищ : справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ВО «Агропромиздат», 1989. 255 с.

12. Гаврилова Н. Г., Каримов С. Б. Об изменении паразитофауны рыб Кайракумского водохранилища за длительный период // Паразитология. 1989. Т. 23. Вып. 3. С. 250–256.

13. Кайракумское водохранилище (Таджикистан), бухта "Мирная": отдых. URL: <https://fb.ru/article/258641/kayrakkumskoe-vodohranilische-tadjikistan-buhta-mirnaya-otdyih> (дата обращения: 24.11.2022).

14. Мирзобаходурова Ш. Р., Мухамеджанова А. М., Хакимов М. И. Современное состояние аральской плотины Кайракумского водохранилища. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-aralskoy-plotvy-kayrakkumskogo-vodohranilisha> (дата обращения: 23.11.2022).

15. Карта URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Шаблон:ПозКарта_Таджикистан#/media/Файл:Tajikistan_adm_location_map.svg (дата обращения: 21.11.2022).

16. Мухамедиев А. М. Некоторые итоги гидробиологических исследований водоемов Ферганской долины. URL: <https://biblio.arktikfish.com/index.php/1/1133-a-m-mukhamediev-nekotorye-itogi-gidrobiologicheskikh-issledovaniy-vodoev-ferganskoj-doliny> (дата обращения: 23.11.2022).

17. Ахроров Ф. А. Особенности видового состава и качественного развития донной фауны Кайракумского водохранилища // Изв. Академии наук ТаджССР. Отд. биол. наук. 1968. № 2 (31). С. 12–15.

18. Кондур Л. В. Динамика питания и суточный рацион леща Кайракумского водохранилища // Изв. Академии наук ТаджССР. Отд. биол. наук. 1982. № 3 (88). С. 44–48.

19. Обанбори Қайроққум – поисковая система Яндекс. URL: <https://tiroz.org/bahri-tochik-behtarin-makon-baroi-istirohat/> (дата обращения: 21.11.2022).

20. Алибаева М. М. Многолетние изменения донной фауны Кайракумского водохранилища в условиях антропогенного фактора : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ташкент, 1996, 20 с.

21. Алибаева М. М. Степень использования кормовой базы рыб Кайракумского водохранилища // Изв. Академии наук республики Таджикистан. Отд. биол. и мед. наук. 2013. № 1 (182). С. 20–26.

22. Аль Маджит Зухейр. Биология и хозяйственное значение растительноядных видов рыб в водоемах бассейна реки Сырдарья : автореф. дис. канд. биол. наук. Ташкент, 1995. 22 с.

23. Тугай. URL: <https://translated.turbopages.org/> (дата обращения: 21.11.2022).

24. Тугай. URL: https://yandex.ru/search/?text=тугаи+это+в+географии&clid=2271259&search_source=dzen_desktop_safe&src=suggest_B&lr=19 (дата обращения: 21.11.2022).

25. Мирзобаходурова Ш. Р. Современное состояние, охрана и рациональное использование редких и исчезающих видов позвоночных животных бассейнов рек Сырдарья и Зеравшан (в пределах Таджикистана) : автореф. дис. докт. биол. наук. Душанбе, 2021. 40 с.
26. Чугунова Ю. К., Вышегородцев А. А. Зараженность цестодами отряда Pseudophyllidea Cagus, 1863 рыбы Красноярского водохранилища // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2015. Вып. 5. С. 47–54.
27. Ахроров Ф. А. Донная фауна Кайракумского водохранилища и ее использование промысловыми рыбами : автореф. дис. канд. биол. наук. Ташкент, 1970. 18 с.
28. Алибаева М. М. Многолетние изменения донной фауны Кайракумского водохранилища в условиях антропогенного воздействия : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ташкент, 1996. 20 с.
29. Джалилов У. Д. Паразиты некоторых промысловых рыб Кайракумского водохранилища (по материалам 1972 г.) // Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. Душанбе, 1976. С. 279–283.
30. Джалилов У. Д., Каримов С. Б. О паразитофауне сазана нерестово-выростного хозяйства и Кайракумского водохранилища // Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана. Ташкент: Фан, 1983. С. 321–323.
31. Куперман Б. И., Жохов А. Е. Современная паразитологическая ситуация в бассейне реки Волги при антропогенном воздействии // Сб. научн. трудов ГосНИОРХ «Проблемы паразитологии, болезней рыб и рыбоводства в современных условиях». 1997. Вып. 321. С. 29–44.
32. Алланиязова Т. Промежуточные хозяева цестод рыб и водных птиц в низовьях Амударьи // Паразиты рыб и водных беспозвоночных низовьев Амударьи. Ташкент: Фан, 1980. С. 128–144.
33. Арыстанов Е. Фауна парентит и личинок трематод моллюсков дельты Амударьи и юга Аральского моря. Ташкент: Фан, 1986. 158 с.
34. Бигеева Д. А., Иванов Ю. Е. Температурный режим Кайракумского водохранилища в 1959 г. // Сб. работ по Кайракумскому водохранилищу. Душанбе, 1963. Т. 26. С. 18–24.
35. Изюмова Н. А., Жарикова Т. И., Маштаков А. В., Степанова М. А. Некоторые факторы, определявшие численность и структуру популяций дактилогирид карповых рыб // Гельминты в пресноводных биоценозах. М.: Наука, 1982. С. 17–31.
36. Гаврилова Е. Г. О паразитофауне рыб Кайракумского водохранилища // Биологические основы рыбного хозяйства на водоемах Средней Азии и Казахстана. Алма-Ата: Изд-во "Наука" Казахской ССР, 1966. С. 320–343.
37. Мольнар К. Экспериментальные исследования роли микроспоридии *Sphaerospora renicole* в этиологии ВПП карпа // Болезни и паразиты в тепловодном рыбном хозяйстве. Душанбе: До-ниш, 1988. С. 50–56.
38. Михайлов Т. К., Ибрагимов Ш. Р. Экология и зоогеография паразитов рыб водоемов Ленкоранской природной области. Баку: Элм, 1980. 115 с.
39. Биологические ресурсы водохранилищ. М.: Наука, 1984. 277 с.

References

1. *Kajrakkumskoe vodohranilishche* [Kairakkum reservoir]. Available at: <https://www.activestudy.info/kajrakkumskoe-vodoxranilishhe/> © Zooinzhenernyj fakul'tet MSKHA (accessed: 28.11.2022) (In Russ.)
2. Abdushukurov D. A., Azimov SH. SH., Dzhuraev A. A., Petuhov V. N. The state of the Kairakum reservoir. *Vestnik Tadzhijskogo Nacional'nogo universiteta. Seriya estestvennyh nauk. [Bulletin of the Tajik National University. Natural Sciences Series]*. 2016. No 1/1 (192). Pp. 218–223. (In Russ.)
3. Izumova N. A. *Parazitofauna ryb vodohranilishch SSSR i puti ee formirovaniya* [Parasitic fauna of fishes of reservoirs of the USSR and ways of its formation]. Leningrad: Nauka, 1977. 283 p. (In Russ.)
4. Stolyarov V. P. To the parasite fauna of fishes of the Rybinsk Reservoir. *Trudy Leningradskogo obshchestva yestestvoispytateley* [Proceedings of the Leningrad Society of Naturalists]. 1952. Vol. 71. No 4. Pp. 261–285. (In Russ.)

5. Stolyarov V. P. *Paraziticheskaya fauna ryb Rybinskogo vodohranilishcha i zakonomernosti ee formirovaniya* [Parasitic fish fauna of the Rybinsk Reservoir and patterns of its formation]: Abstract of the dissertation ... candidate of biol. Sciences. Leningrad, 1959. 27 p. (In Russ.)
6. Stolyarov V. P. Patterns and Features of the Formation of the Fauna of Fish Parasites in Reservoirs of Plain Rivers in the European Part of the USSR. *Zoologicheskij zhurnal. [Zoological journal]*. 1961. Vol. 40. No 8. Pp. 1125–1137. (In Russ.)
7. Bauer O. H., Stolyarov V. P. Formation of parasite fauna and parasitic diseases of fish in reservoirs. *Osnovnye problemy parazitologii ryb* [Main problems of fish parasitology]. 1958. Pp. 247–255. (In Russ.)
8. Komarova T. I. *Parazity molodi ryb Kremenchugskogo vodohranilishcha i ih vliyanie na organizm hozyaev* [Parasites of juvenile fish of the Kremenchug reservoir and their effect on the host organism]. Kiev: Naukova dumka, 1982. 224 p. (In Russ.)
9. Izyumova N. A. Fish parasites under conditions of regulated flow. *Biologicheskie resursy vodohranilishch. [Biological Resources of Reservoirs]*. Moscow: Nauka, 1984. Pp. 243–251. (In Russ.)
10. *Kajrakkumskoe vodohranilishche* [Kairakkum reservoir] – Vikipediya (turbopages.org). Available at: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.a321f9a6-637a8119-7505f228-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Kayrakkum_Reservoir (accessed: 28.11.2022) (In Russ.)
11. Isaev A. I., Karpova E. I. *Rybnoe hozyajstvo vodohranilishch. Spravochnik* [Fisheries of reservoirs. Directory]. 2-e izd., pererab. i dop. Moscow: VO «Agropromizdat», 1989. 255 p. (In Russ.)
12. Gavrilova N. G., Karimov S. B. On changes in the parasite fauna of fish in the Kairakkum reservoir over a long period. *Parazitologiya. [Parasitology]*. 1989. Vol. 23. Iss. 3. Pp. 250–256. (In Russ.)
13. *Kajrakkumskoe vodohranilishche (Tadzhikistan), buhta "Mirnaya": otdyh* [Kairakkum reservoir (Tajikistan), "Mirnaya" bay: rest]. Available at: <https://fb.ru/article/258641/kayrakkumskoe-vodohranilishche-tadzhikistan-buhta-mirnaya-otdyih> (accessed: 24.11.2022) (In Russ.)
14. Mirzobahodurova SH. R., Muhamedzhanova A. M., Hakimov M. I. *Sovremennoe sostoyanie aral'skoj plotvy Kajrakkumskogo vodohranilishcha* [The current state of the Aral roach of the Kairakkum reservoir]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-aral'skoj-plotvy-kayrakkumskogo-vodohranilishcha> (accessed: 23.11.2022) (In Russ.)
15. *Karta* [Map]. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/SHablon:PozKarta_Tadzhikistan#/media/Fajl:Tajikistan_adm_location_map.svg (accessed: 21.11.2022).
16. Muhamediev A. M. *Nekotorye itogi gidrobiologicheskikh issledovanij vodoemov Ferganskoj doliny* [Some results of hydrobiological studies of reservoirs of the Ferghana Valley]. Available at: <https://biblio.arktifikish.com/index.php/1/1133-a-m-mukhamediev-nekotorye-itogi-gidrobiologicheskikh-issledovanij-vodoemov-ferganskoj-doliny> (accessed: 23.11.2022) (In Russ.)
17. Ahrorov F. A. Peculiarities of the species composition and qualitative development of the benthic fauna of the Kairakum reservoir. *Izvestiya Akademii nauk TadzhSSR. Otdeleniye biologicheskikh nauk* [Proceedings of the Academy of Sciences of the TadzhSSR. Department of Biological Sciences]. 1968. No 2 (31). S. 12–15. (In Russ.)
18. Kondur L. V. Feeding dynamics and daily diet of bream of the Kairakkum reservoir. *Izvestiya Akademii nauk TadzhSSR. Otdeleniye biologicheskikh nauk* [Proceedings of the Academy of Sciences of the TadzhSSR. Department of Biological Sciences]. 1982. No 3 (88). Pp. 44–48. (In Russ.)
19. *Obanbori Kajroqum* [Kairakkum reservoir] – *poiskovaya sistema YAndeks* [Yandex search engine]. Available at: <https://tiroz.org/bahri-tochik-behtarin-makon-baroi-istirohat/> (accessed: 21.11.2022).
20. Alibaeva M. M. *Mноголетние изменения донной фауны Kajrakkumskogo vodohranilishcha v usloviyah antropogennogo faktora* [Long-term changes in the benthic fauna of the Kairakkum reservoir under the conditions of the anthropogenic factor]: Abstract of the dissertation ... candidate of biol. Sciences. Tashkent, 1996, 20 p. (In Russ.)
21. Alibaeva M. M. The degree of use of the forage base of fish in the Kairakkum reservoir. *Izvestiya Akademii nauk respubliki Tadzhikistan. Otdeleniye biologicheskikh i meditsinskikh nauk* [News of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of Biological and Medical Sciences]. 2013. No 1 (182). Pp. 20–26. (In Russ.)

22. Al' Madzhit Zuhejr. *Biologiya i hozyajstvennoe znachenie rastitel'noyadnyh vidov ryb v vodoemah bassejna reki Syrdar'i* [Biology and Economic Importance of Herbivorous Fish Species in the Water Bodies of the Syrdarya River Basin]: Abstract of the dissertation ... candidate of biol. Sciences. Tashkent, 1995. 22 p. (In Russ.)
23. Tugai [Tugai]. Available at: <https://translated.turbopages.org/> (accessed: 21.11.2022) (In Russ.)
24. Tugai [Tugai]. Available at: https://yandex.ru/search/?text=tugai+eto+v+geografii&clid=2271259&search_source=dzen_desktop_safe&src=suggest_B&lr=19 (accessed: 21.11.2022) (In Russ.)
25. Mirzobahodurova SH. R. *Sovremennoe sostoyanie, ohrana i racional'noe ispol'zovanie redkih i ischezayushchih vidov pozvonochnyh zivotnyh bassejnov rek Syrdar'ya i Zeravshan (v predelah Tadjikistana)* [The current state, protection and rational use of rare and endangered species of vertebrates in the basins of the Syrdarya and Zeravshan rivers (within Tajikistan)]: Abstract of the dissertation ... doctor. of biol. sciences. Dushanbe, 2021. 40 p. (In Russ.)
26. Chugunova YU. K., Vyshegorodcev A. A. Infection with cestodes of the order Pseudophyllidea Carus, 1863 in fish of the Krasnoyarsk reservoir. *Vestnik Syktyvskarskogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya*. [Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology], 2015. Iss. 5. Pp. 47–54. (In Russ.)
27. Ahrorov F. A. *Donnaya fauna Kajrakkumskogo vodohranilishcha i ee ispol'zovanie promyslovymi rybami* [Bottom fauna of the Kairakkum reservoir and its use by commercial fish]: Abstract of the dissertation ... candidate of biol. sciences. Tashkent, 1970. 18 p. (In Russ.)
28. Alibaeva M. M. *Mnogoletnie izmeneniya donnoj fauny Kajrakkumskogo vodohranilishcha v usloviyah antropogennogo vozdejstviya* [Long-term changes in the benthic fauna of the Kairakkum reservoir under anthropogenic impact]: Abstract of the dissertation ... candidate of biol. Sciences. Tashkent, 1996. 20 p. (In Russ.)
29. Dzhililov U. D. Parasites of some commercial fish of the Kairakkum reservoir (based on materials from 1972). *Biologicheskie osnovy rybnogo hozyajstva respublik Srednej Azii i Kazahstana* [Biological foundations of the fish industry of the republics of Central Asia and Kazakhstan]. Dushanbe, 1976. Pp. 279–283. (In Russ.)
30. Dzhililov U. D., Karimov S. B. On the parasite fauna of the carp of the spawning and rearing farm and the Kairakkum reservoir. *Biologicheskie osnovy rybnogo hozyajstva respublik Srednej Azii i Kazahstana* [Biological foundations of the fish industry of the republics of Central Asia and Kazakhstan]. Tashkent: Izd-vo «Fan», 1983. Pp. 321–323. (In Russ.)
31. Kuperman B. I., Zhohov A. E. Modern parasitological situation in the Volga river basin under anthropogenic impact. *Sbornik nauchnykh trudov GosNIORKH «Problemy parazitologii, bolezney ryb i rybovodstva v sovremennykh usloviyakh»* [Collection of scientific works of GosNIORKH "Problems of parasitology, fish diseases and fish farming in modern conditions"]. 1997. Iss. 321. Pp. 29–44. (In Russ.)
32. Allaniyazova T. Intermediate hosts of cestodes of fish and water birds in the lower reaches of the Amu Darya. *Parazity ryb i vodnyh bespozvonochnyh nizov'ev Amudar'i* [Parasites of fish and aquatic invertebrates of the lower reaches of the Amu Darya]. Tashkent: Izd-vo «Fan», 1980. Pp. 128–144. (In Russ.)
33. Arystanov E. *Fauna partenit i lichinok trematod mollyuskov del'ty Amudar'i i yuga Aral'skogo moray* [Fauna of parthenites and larvae of trematode molluscs of the Amudarya delta and the south of the Aral Sea]. Tashkent: Izd-vo «Fan», 1986. 158 p. (In Russ.)
34. Bigeeva D. A. Ivanov YU. E. Temperature regime of the Kairakkum reservoir in 1959. *Sbornik rabot po Kayrakkumskomu vodokhranilishchu* [Collection of works on the Kairakkum reservoir]. Dushanbe, 1963. Vol. 26. Pp. 18–24. (In Russ.)
35. Izyumova N. A., Zharikova T. I., Mashtakov A. V., Stepanova M. A. Some factors that determined the abundance and structure of cyprinid dactylohyrid populations. *Gel'minty v presnovodnyh biocenozah* [Helminths in freshwater biocenoses]. Moscow: Nauka, 1982. Pp. 17–31. (In Russ.)
36. Gavrilova E. G. About parasite fauna of fishes of Kairakkum reservoir. *Biologicheskie osnovy rybnogo hozyajstva respublik Srednej Azii i Kazahstana* [Biological foundations of the fish industry of the republics of Central Asia and Kazakhstan]. Alma-Ata: Izd-vo "Nauka" Kazahskoj SSR, 1966. Pp. 320–343. (In Russ.)
37. Mol'nar K. Experimental studies of the role of myxosporidium *Sphaerospora renicole* in the etiology of carp runaway. *Bolezni i parazity v teplovodnom rybnom hozyajstve* [Diseases and parasites in warm-water fisheries]. Dushanbe: Izd-vo «Donish», 1988. Pp. 50–56. (In Russ.)

38. Mihailov T. K., Ibragimov SH. R. *Ekologiya i zoogeografiya parazitov ryb vodoemov Lenkoranskoj prirodnoj oblasti* [Ecology and zoogeography of fish parasites in reservoirs of the Lankaran natural region]. Baku: Izd-vo «Elm», 1980. 115 p. (In Russ.)

39. *Biologicheskije resursy vodohranilishch* [Biological resources of reservoirs]. Moscow: Nauka, 1984. 277 p. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Каримов Саид Бабаевич

д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой биологии и методики преподавания

ГОО «Худжандский государственный университет имени академика Б. Гафурова», пр. Мавлонбекова, 1, г. Худжанд, Таджикистан

Доровских Геннадий Николаевич

д-р биол. наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и физической культуры, Researcher ID: B-3209-2014

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55

Мамаджонов Амиржон Мухинжонович, магистрант кафедры зоологии и физиологии человека и животных

ГОО «Худжандский государственный университет имени академика Б. Гафурова», пр. Мавлонбекова, 1, г. Худжанд, Таджикистан

Said B. Karimov

Doctor of Biological Sciences, Professor, the Head of the Department of Biology and its Methods of Teaching

Khujand State University named after acad. B. Gafurov, pr. Mavlonbekova, 1, g. Hudzhand, Tajikistan

Gennady N. Dorovskikh

Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Life Safety and Physical Education, Researcher ID: B-3209-2014

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University 55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167000, Russia

Amirzhon M. Mamadzhonov

Master student of the Department of Zoology and Physiology of Humans and Animals

Khujand State University named after acad. B. Gafurov, pr. Mavlonbekova, 1, g. Hudzhand, Tajikistan

Статья поступила в редакцию / The article was submitted

27.10.2022

Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing

24.11.2022

Принята к публикации / Accepted for publication

29.11.2022

Изучение возможностей культивирования микроводорослей в дренажных водах

Джумадурдыев Овездурды¹, Оразбердиева Мяхрибан Реджепмырадовна²,
Шыхыева Мылайым Шохрадовна³

^{1,2}Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары Туркменистан,
745400, ул. Байрамхана, 62, amirhan31071989@mail.ru

³Средняя школа №14, г. Мары, Туркменистан

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности культивирования для энергетических целей микроводорослей в дренажных водах, сформированных орошаемыми землями Мургабского оазиса в Туркменистане. С развитием орошаемых земель увеличивается объем коллекторно-дренажных вод. Они образуются в результате периодических поливов, когда отмечается избыточный полив, а также при рассолении почв промывкой. Во время избыточного полива определенная часть минеральных удобрений смывается и затем попадает в дренаж. Дренажные воды региона характеризуются как среднеминерализованные воды. Основными загрязнителями воды в открытой дренажной сети являются: ионы кальция, магния, натрия, гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды, формирующие ионно-солевой состав дренажных вод. Дренажные воды также содержат основные биогенные элементы (N, P, S, Mg, K, Ca). Количественный и качественный анализ ионного состава дренажных вод показал, что дренажные воды Мургабского оазиса могут быть применены для разработки технологий питательной среды для выращивания микроводорослей. Была установлена жизнеспособность микроводоросли *Chlorella vulgaris* в дренажной воде.

Ключевые слова: микроводоросли, дренажные воды орошаемых земель, жизнеспособность, питательная среда, Мургабский оазис

Для цитирования: Джумадурдыев О., Оразбердиева М. Р., Шыхыева М. Ш. Изучение возможностей культивирования микроводорослей в дренажных водах // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2023. № 1 (25). С. 26–30. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-26>

Studying the possibilities of cultivation of microalgae in drainage waters

Ovezdurdy Jumadurdyev¹, Mahriban R. Orazberdiyeva²
and Mylayym Sh. Shyhyuyeva³

^{1,2}State Energy Institute of Turkmenistan, Mary, Turkmenistan, amirhan31071989@mail.ru

³Secondary school No. 14 in Mary, Turkmenistan

Abstract. This article discusses the possibilities of cultivating microalgae for energy purposes in drainage waters formed by irrigated lands of the Murgab oasis in Turkmenistan. With the development of irrigated lands, the volume of collector-drainage waters increases. They are formed as a result of periodic watering, when excessive watering is noted, as well as when the soil is desalinated by leaching. During excessive watering, a certain part of the mineral fertilizers is washed off and then enters the drain. The drainage waters of the region are characterized as moderately mineralized waters. The main water pollutants in the open drainage network are: calcium, magnesium, sodium ions, bicarbonates, sulfates, chlorides that form the ion-salt composition of drainage water. Drainage waters also contain the main biogenic elements (N, P, S, Mg, K, Ca). Quantitative and qualitative analysis of the ionic composition of drainage waters showed that

the drainage waters of the Murghab oasis can be used to develop nutrient medium technologies for growing microalgae. The viability of microalgae *Chlorella vulgaris* in drainage water was established.

Keywords: microalgae, drainage waters of irrigated lands, viability, nutrient medium, Murghab oasis

For citation: Jumadurdyev O., Orazberdiyeva M. R., Shyhyyyeva M. Sh. Studying the possibilities of cultivation of microalgae in drainage waters. *Vestnik Syktyvkarского universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya = Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology*, 2023. 1(25): 26–30. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-26>

Введение. Туркменистан, будучи экономически развивающейся страной, придает большое значение использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В 2021 г. Постановлением Президента Туркменистана была принята «Национальная стратегия по развитию возобновляемой энергетики в Туркменистане до 2030 года». Целью национальной стратегии является развитие и эффективное использование ВИЭ, что обусловит сокращение количества выбросов парниковых газов в окружающую среду. Для достижения этой цели целесообразно использовать ВИЭ из растительной биомассы на основе местных ресурсов. Сегодня производство биомассы требует огромное количество орошаемых земель и оросительной воды, но, к сожалению, невозможно использовать землю в орошаемом земледелии без воздействия на окружающую среду.

В настоящее время в Туркменистане сельское хозяйство рассматривается не только как вид экономической деятельности, но и как фактор, воздействующий на окружающую среду. Поэтому производство биомассы из микроводорослей как энергетическое сырье обеспечит не только энергетическую устойчивость, но и экономию земельно-водных ресурсов [1–4]. Биомасса водорослей по своим характеристикам превосходит другие биоресурсы [5; 6]. В этом контексте производство биомассы из микроводорослей для энергетических целей с использованием дренажных вод является весьма актуальным.

Цель исследования – изучение жизнеспособности микроводоросли *Chlorella vulgaris* Beijerinck, 1890 в дренажных водах, образованных на орошаемых площадях Мургабского оазиса.

Объект исследования – дренажная вода и зеленая одноклеточная микроводоросль *Ch. vulgaris*.

Методика исследования. Анализ химического состава дренажных вод приводится исходя из потребностей в питательных элементах микроводоросли *Ch. vulgaris*. Минеральный состав хлореллы представлен макроэлементами, такими как К, Са, Na, Р, и микроэлементами – Fe, I, Co, Cu, Mg, Mo, Zn.

Штамм *Ch. vulgaris* культивируется в фотобиореакторе объемом 18 литров на питательной среде дренажной воды в течение 20 суток в лабораторных условиях. Для выращивания микроводоросли хлореллы использована исходная культура клеток, которая содержалась в жидкой питательной среде 0.5 Тамия. Оптимальное значение pH среды принято в пределах 6.0–6.5. В случае повышения pH среды произведена коррекция с помощью 10 %-ной серной кислоты, в случае понижения – 10%-ным раствором гидроксида калия. Для приведения значения pH среды в норму можно использовать разбавленную суспензию свежей питательной среды.

Результаты и обсуждение. Как отмечено рядом авторов, жизнеспособность микроводорослей возрастает в прямой зависимости от увеличения доз питательных элементов до определенного уровня, при котором достигается наибольший выход биомассы. Основные элементы питательной среды для выращивания – это азот, фосфор, сера, магний и железо. Микроводоросли могут расти в питательных растворах с разным ко-

личеством азота, которое влияет на результаты биосинтеза белков и липидов. Для энергетической цели важно накопление липидов. Дренажная вода бедна азотом, но богата другими компонентами питательной среды. С этой точки зрения для оценки использования дренажных вод в качестве питательной среды отбирали образцы дренажных вод из восьми разных источников. В табл. 1 приводится химический состав дренажных вод по восьми образцам.

Таблица 1

Результаты проверки химического состава дренажных вод

№	pH	μS мСм/ см	TDS мг/д м ³	Общ. ще- лоч- Ммоль/дм ³	Сухой оста- ток мг/дм ³	Общая жесткость ммоль/дм ³	Содержание химических соединений (мг/дм ³)						
							CH ₃ O ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
1	7.84	2083	1953	3.80	1850	6.00	231	358	734	52	41	530	5.8
2	7.28	1502	1261	5.80	1100	11.40	353	206	342	128	60	165	3.7
3	7.57	1843	1521	5.00	1390	12.00	305	286	488	84	94	255	7.5
4	7.28	4380	4046	6.20	3880	31.50	378	1060	1355	280	212	750	8.3
5	7.32	2338	1885	4.40	1770	15.40	268	436	623	100	126	325	5.0
6	7.52	3440	2690	5.40	2820	24.80	329	759	964	240	155	505	5.8
7	7.75	4530	3952	5.80	3804	30.00	353	1060	1306	280	194	750	6.7
8	7.37	2001	1705	5.40	1550	14.60	329	329	542	152	85	260	6.7

Как видно из табл. 1, в составе дренажных вод в достаточном количестве имеются ионы сульфата и магния. Они используются микроводорослями в качестве питательных веществ. Более оптимальным оказался седьмой образец, так как он богат сульфатом магния, а pH среды дренажных вод оказался завышенным. С целью восполнения недостающего количества азота и фосфора в питательной среде добавлен аммофос. Опыт заложен в двух вариантах. В первом варианте микроводоросли посеяны в дренажной воде, а во втором – к дренажной воде добавлено 2.5 г/л аммофоса.

Продуктивность микроводоросли при культивировании в фотобиореакторе оценивали по оптической плотности с использованием спектрофотометра PD-3000UV (производство Япония). Оптическую плотность микроводорослей определяли при длине волны 750 нм. Результаты измерений приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерения оптической плотности микроводорослей

Варианты	Оптическая плотность суспензий, через каждый три суток						
1	63.5	59.8	48.7	36.2	25.1	16.9	11.2
2	63.5	56.2	44.1	31.2	18.2	9.8	5.2

Оптическая плотность суспензий хорошо коррелируется накоплением биомассы. Как видно из табл. 2, нарастание биомассы хлореллы идет в соответствии с возрастом культуры.

Заключение. В данной научной статье апробирован способ использования дренажных вод в качестве питательной среды для выращивания микроводоросли *Ch. vulgaris*. Полученные результаты исследований по изучению жизнеспособности микроводоросли в дренажных водах показали, что дренажные воды Мургабского оазиса вполне применимы для выращивания биомассы микроводорослей при условии смешивания удобрением-аммофосом. Определение оптимальных параметров для интенсивного роста микроводоросли *Ch. vulgaris* в дренажной воде является задачей для дальнейших научных исследований.

В работе представлена утилизация дренажных вод, сформированных на орошаемых полях и негативно влияющих на окружающую среду и трансформация возобновляемой энергии с целью получения энергетического сырья. Энергетическое сырье из микроводорослей окажет во многом меньшее воздействие на окружающую среду и продовольственную безопасность, чем из масличных культур. Таким образом, возможно совмещение технологий очистки загрязнений дренажной воды с получением водорослевой биомассы для задач биоэнергетики.

Список источников

1. Хамидов М. Х., Жураев У. А. Снижение минерализации коллекторно-дренажных вод биологическим способом и использование их в орошаемом земледелии //Аграрная наука. 2018. № 10. С. 52–54. URL: <https://doi.org/10.3263/0869-8155-2018-319-10-52-54> (дата обращения: 11.11.2022).
2. Seyitgeldiyew N., Seyitgeldiyew Ý. N. Mikrosuwotylary ösdürmek we olaryň biomassasyny senagat derejesinde öndürmegiň tehnologiýasy. Innnowasiýa tehnologiýalarynyň katalogy. Aşgabat, “Ylym” neşirýaty, 2020. 150 s. (in Turkmen)
3. Рогов Б. М. Стеклопипа как фотоприемник культиватора микроводорослей // Тезисы докладов научно-практической конференции «Об использовании солнечной энергии в народном хозяйстве и возможные социально-бытовые преобразования села в условиях Туркменской ССР». Ашхабад: Ылым, 1983. 136 с.
4. Аманов Ч. А. Исследование температурных и радиационных режимов промышленных реакторов по производству хлореллы с использованием солнечной энергии: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Ашхабад, 1982. 52 с.
5. Сейитгельдыев Н. Выбор оптимального варианта установки закрытого типа по выращиванию микроводорослей с использованием солнечной энергии: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ашхабад, 1982. 54 с.
6. Курбанниязов Ч. С. Комбинированное использование энергии солнца и искусственного света в многосекционной установке по выращиванию микроводорослей : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ашхабад, 1984. 17 с.

References

1. Hamidov M. H., Zhuraev U. A. Reducing the salinity of collector-drainage waters by biological means and their use in irrigated agriculture. *Agrarnaya nauka [Agricultural science]*. 2018. No 10. Pp. 52–54. Available at: <https://doi.org/10.3263/0869-8155-2018-319-10-52-54> (accessed: 11.11.2022). (In Russ.)
2. Seyitgeldiyew N., Seyitgeldiyew Ý. N. *Mikrosuwotylary ösdürmek we olaryň biomassasyny senagat derejesinde öndürmegiň tehnologiýasy. Innnowasiýa tehnologiýalarynyň katalogy*. Aşgabat: Ylym neşirýaty, 2020. 150 s. (In Turkmen)
3. Rogov B. M. Glass pipe as photodetector of microalgae cultivator. *Tezişy dokladov nauchno-prakticheskoy konferencii «Ob ispol'zovanii solnechnoj energii v narodnom hozyajstve i vozmozhnye social'no-bytovye preobrazovaniya sela v usloviyah Turkmenskoy SSR»* [Abstracts of the scientific-practical

conference "On the use of solar energy in the national economy and possible social transformations of the village in the conditions of the Turkmen SSR"]. Ashkhabad: Ylym, 1983. 136 p. (In Russ.)

4. Amanov CH. A. *Issledovanie temperaturnyh i radiacionnyh rezhimov promyshlennyh reaktorov po proizvodstvu hlorelly s ispol'zovaniem solnechnoj energii* [Study of temperature and radiation regimes of industrial reactors for the production of chlorella using solar energy]: Abstract of the dissertation ... candidate of tekhn. Sciences. Ashkhabad, 1982. 52 p. (In Russ.)

5. Sejitgel'dyev N. *Vybor optimal'nogo varianta ustanovki zakrytogo tipa po vyrashchivaniyu mikrovodoroslej s ispol'zovaniem solnechnoj energii* [Seyitgeldiyev N. Selection of the optimal option for a closed-type plant for growing microalgae using solar energy]: Abstract of the dissertation ... candidate of tekhn. Sciences. Ashkhabad, 1982. 54 p. (In Russ.)

6. Kurbanniyazov CH. S. *Kombinirovannoe ispol'zovanie energii solnca i iskusstvennogo sveta v mnogosekcionnoj ustanovke po vyrashchivaniyu mikrovodoroslej* [Combined use of solar energy and artificial light in a multi-section plant for growing microalgae]: Abstract of the dissertation ... candidate of tekhn. Sciences. Ashkhabad, 1984. 17 p (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Джумадурдыев Овездурды

старший научный сотрудник НПЦ «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана, канд. техн. наук

Ovezdurdy Jumadurdyev

Senior researcher on Scientific – productional center on “Renewable energy sources” State Energy institute of Turkmenistan, PhD

Оразбердиева Мяхрибан Реджепмырадовна

научный сотрудник НПЦ «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана

Mahriban R. Orazberdiyeva

Researcher on Scientific – productional center on “Renewable energy sources” State Energy institute of Turkmenistan

Шыхыева Мылайым

ученица 11 класса средней школы № 14 г. Мары

Mylayym Sh. Shyhyyeva

Secondary school No. 14 in Mary, Turkmenistan

Статья поступила в редакцию / The article was submitted

01.12.2022

Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing

04.12.2022

Принята к публикации / Accepted for publication

12.12.2022

Число, вес и размеры семян у хурмы сортов «Королек»

Доровских Геннадий Николаевич

Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55. dorovskg@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7502-8989>

Аннотация. Цель работы – выяснить число, вес и размеры семян у хурмы сортов «Королек».

Осуществлен сбор семян из плодов хурмы урожая 2003 и 2004 гг. Плоды приобретали в торговых сетях г. Сыктывкара. Извлеченные семена очищали от мякоти и помещали в бумажные пакетики. Семена от каждого плода держали в отдельном пакете.

Взвешивание семян проводили на портативных весах марки KERN CM 60-2N Version 1.5 08/2003. Измеряли семена с помощью штангенциркуля. Всего обследовано 484 плода, 1662 семени.

Выявлены существенные различия формы и окраски семян хурмы. В плодах их может быть от 1 до 9 и даже 10 семян. На одну ягоду хурмы в среднем приходится 3.43 ± 0.10 семени. Значение коэффициента вариации этого признака $64.7 \pm 0.07\%$. Семена отсутствуют у $2.9 \pm 0.41\%$ плодов.

У хурмы из Словакии масса всех семян в ягоде составляет $0.05-1.71$ г, у таковых из нашей коллекции $0.45-3.36$ г.

Самые легкие семена отмечены у растений из Таджикистана, самые тяжелые из Словакии. По размерам более других отличаются семена хурмы из Таджикистана, они крупнее таковых из наших сборов и из Словакии. В условиях Таджикистана семена у *D. lotus* округлые, приплюснутые, что, видимо, и делает их более легкими.

Полученные данные позволяют предполагать влияние числа семян в плоде на вес всех семян в ягоде, на средний вес одного семени и на его величину.

Ключевые слова: хурма, хурма сортов «Королек», Хиакуме, хурма кавказская, хурма обыкновенная, *Diospyros lotus*

Для цитирования: Доровских Г. Н. Число, вес и размеры семян у хурмы сортов «Королек» // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2023. № 1 (25). С. 31–50. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-31>

The number, weight and size of seeds in persimmon varieties "Korolek"

Gennady N. Dorovskikh

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia, dorovskg@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7502-8989>

Abstract. The purpose of the work is to find out the number, weight and size of seeds in persimmon varieties "Korolek".

Seeds were collected from persimmon fruits harvested in 2003 and 2004. The fruits were purchased in retail chains in Syktyvkar. The extracted seeds were cleaned of pulp and placed in paper bags. Seeds from each fruit were kept in a separate bag.

Seeds were weighed on a portable scale brand KERN CM 60-2N Version 1.5 08/2003. The seeds were measured with a caliper. A total of 484 fruits and 1662 seeds were examined.

Significant differences in the shape and color of persimmon seeds were revealed. In their fruits there can be from 1 to 9 and even 10 seeds. One persimmon berry has an average of 3.43 ± 0.10 seeds. The value of the coefficient of variation for this trait is $64.7 \pm 0.07\%$. Seeds are absent in $2.9 \pm 0.41\%$ of fruits.

In a persimmon from Slovakia, the weight of all seeds in a berry is $0.05-1.71$ g, in those from our collection, $0.45-3.36$ g.

The lightest seeds were found in plants from Tajikistan, the heaviest from Slovakia. Persimmon seeds from Tajikistan differ in size more than others, they are larger than those from our collections and from Slovakia. Under the conditions of Tajikistan, the seeds of *D. lotus* are rounded, flattened, which, apparently, makes them lighter.

The data obtained allow us to assume the influence of the number of seeds in the fruit on the weight of all seeds in the berry, on the average weight of one seed and on its size.

Keywords: persimmon, persimmon varieties "Korolek", Khiakume, Caucasian persimmon, common persimmon, *Diospyros lotus*

For citation: Dorovskikh G. N. The number, weight and size of seeds in persimmon varieties "Korolek". *Vestnik Syktyvkarskogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya = Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology*, 2023. 1 (25): 31–50. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-31>

Введение. Хурма *Diospyros lotus* Linnaeus, 1753 в природе распространена в Японии, Китае, Индии, Ираке [1], Иране (север), Кавказе (Западное и Восточное Закавказье – среднее течение р. Куры, Аджаро-Имеретинский хребет, Ленкоранская низменность, Сванетский, Рачинский, Триалетский хребты и др., Талыш), Средней Азии (Памиро-Алай – южные склоны Гиссарского хребта, бассейны рек Варзоб, Сангардакдарья, Тупаланг, Тамшуш и Кштут; Дарвазский хребет – по р. Пяндж; Копет-Даг) [2–5]. Культурные формы выращивают в Коре, Пакистане, Афганистане, Турции, Албании, Испании, Франции, Польше [1].

D. lotus используется в большинстве европейских стран в качестве подвоя для *D. kaki* [6].

Хурма кавказская, или обыкновенная, *D. lotus* относится к цветковым (*Magnoliophyta* Cronq., Takht. & W. Zimm., 1966 или *Angiospermae* Lindl. (P. D. Cantino & M. J. Donoghue)) двудольным (*Magnoliopsida* Brongn., 1843) растениям, порядку Верескоцветные (*Ericales* Bercht. & J. Presl, (1820)), семейству Эбеновые (*Ebenaceae* Gürke, *nomen conservandum*). Имеет плод в виде мясистой кожистой ягоды, обычно ярко-оранжевого цвета с крупной чашечкой. Семян в ягоде хурмы от 1 до 10 [6] и более (рис. 1). Имеется сообщение о 5–9 семенах в ягоде [17] и 5–10 [18; 19].

Семена хурмы, произрастающей в Словакии, часто сжаты по бокам (рис. 2), их длина 6.89–13.79 мм, ширина – 3.40–9.26 мм, масса всех семян в плоде 0.05–1.71 г [6; 10]. В условиях Таджикистана семена у *D. lotus* округлые, приплюснутые, длиной 20–22 мм, шириной 20–23 мм, масса одного семени – 0.16–0.20 г [11].

Семена хурмы служат сырьем для получения активированного угля, а в обжаренном и измельченном виде используются в качестве заменителя кофе [12].

Корольки – группа сортов хурмы. Хурма развивается из женского цветка, а королек – из мужского. У корольков, как правило, отсутствует вяжущий вкус, они темно-оранжевого или темно-коричневого цвета, круглые с коричневой мякотью, за что их еще называют шоколадными. Они сладкие и достаточно крупные – весят в среднем 150–200 г. У дикорастущей хурмы кавказской в условиях Таджикистана средняя масса плода составляет 3.7–4.8 г [11], в Словакии масса плода у *D. lotus* 0.8–8.1 г, длина 9.62–22.07 мм, диаметр – 10.21–23.06 мм [6]. Плоды, не содержащие семян, образуются без оплодотворения [10].

Королек, или Хиакуме, – поздний, высокоурожайный партенокарпический (самоопыляющийся) сорт [13]. Начинает плодоносить в октябре, ягоды на ветке могут держаться до ноября. Растение достигает 10 м в высоту и выдерживает 30-градусные морозы. Королек не страдает от осенних и весенних болезней [14]. Деревья доживают до пятисот лет [15]. Календарные сроки наступления той или иной фенологической фазы, а также их продолжительность у дикорастущего субтропического вида *D. lotus* варьируют в зависимости от условий произрастания. Адаптивные свойства вида отчетливо проявляются в процессе вегетации, и, вероятно, температурные оптимумы для разных физиологических процессов различаются в разных эколого-географических условиях [13].



А



Б



В



Г



Д



Е

Рис. 1. А, Б - дерево [16;17]; В, Г - плоды [18]; Д, Е - семена [19; 20] хурмы сортов «Королек»

Цель работы – выяснить число, вес и размеры семян у хурмы сортов «Королек», плоды которых приобретены в торговых сетях г. Сыктывкара.

Таблица 1

Весовая характеристика семян хурмы сортов «Королек»

Показатели	Количество семян в одном плоде, экз.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Средний вес всех семян в плоде, г	0.45±0.02	0.82±0.03	1.21±0.23	1.63±0.09	2.16±0.06	2.44±0.09	2.76±0.16	3.36±0.18	2.35
Вес всех семян в плоде, min-max	0.25-0.57	0.31-1.02	0.59-1.64	0.82-2.62	1.49-2.58	1.34-3.10	1.62-3.57	2.10-4.35	2.35
Объем выборки, экз.	20	33	28	23	20	20	15	13	1
Коэффициент вариации, %	20.5±3.2	17.9±2.2	23.4±3.1	25.6±3.8	12.4±2.0	16.5±2.6	22.5±4.1	18.8±3.7	-
Средний вес 1-го семени, г	0.45±0.02	0.41±0.01	0.41±0.02	0.41±0.01	0.43±0.07	0.41±0.08	0.39±0.01	0.42±0.01	0.26±0.01
Вес семени, min-max	0.25-0.57	0.06-0.60	0.14-0.63	0.14-0.71	0.10-0.66	0.08-0.59	0.15-0.64	0.14-0.71	0.22-0.31
Средняя разница между минимальным и максимальным весом семени в одном плоде	-	0.08±0.01	0.08±0.01	0.13±0.01	0.16±0.02	0.14±0.01	0.17±0.02	0.20±0.02	0.09
Разница между минимальным и максимальным весом семени в одном плоде	-	0-0.27	0.01-0.15	0.04-0.30	0.06-0.32	0.07-0.29	0.05-0.27	0.07-0.35	0.09
Объем выборки, экз.	20	64	84	92	100	120	105	104	9
Коэффициент вариации, %	20.5±3.2	20.5±1.8	44.1±2.2	31.3±2.3	10.2±0.7	19.5±1.3	32.0±2.2	20.5±1.4	10.7±2.5

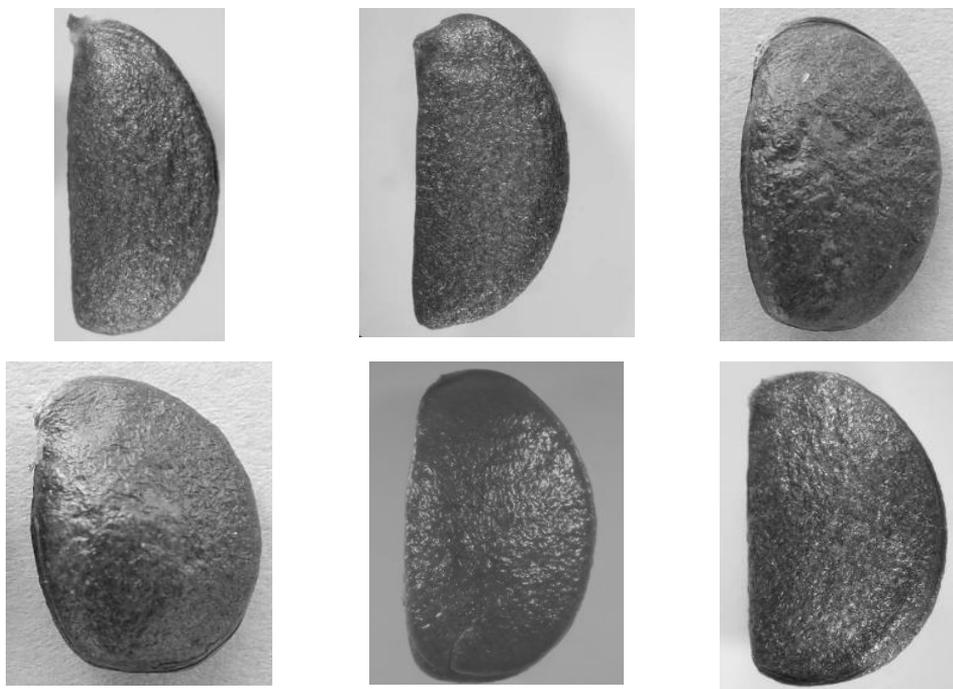


Рис. 2. Изменчивость формы семян в популяции хурмы *Diospyros lotus* в Дендрарии Млыняны в Словакии [6]

Таблица 2

Вес (г) семян хурмы сорта «Королек» в плодах с разным их числом

Плод с числом семян, шт.	Порядковый номер семени по весу								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одно	0.45±0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Два	0.45±0.01	0.38±0.02	-	-	-	-	-	-	-
Три	0.42±0.02	0.41±0.02	0.39±0.02	-	-	-	-	-	-
Четыре	0.44±0.02	0.41±0.02	0.41±0.03	0.38±0.03	-	-	-	-	-
Пять	0.51±0.02	0.47±0.01	0.44±0.01	0.40±0.01	0.34±0.02	-	-	-	-
Шесть	0.45±0.02	0.44±0.02	0.43±0.02	0.40±0.02	0.39±0.01	0.34±0.02	-	-	-
Семь	0.47±0.03	0.44±0.03	0.42±0.03	0.40±0.02	0.38±0.02	0.34±0.02	0.31±0.02	-	-
Восемь	0.52±0.03	0.46±0.02	0.44±0.02	0.43±0.02	0.41±0.02	0.39±0.02	0.37±0.02	0.32±0.02	-
Девять	0.31	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.23	0.23	0.22

Материал и методика. Осуществлен сбор семян из плодов хурмы урожая 2003 (рис. 3) и 2004 гг. (рис. 4). Плоды приобретали в торговых сетях г. Сыктывкара. Извлеченные семена очищали от мякоти и помещали в бумажные пакетики. Семена от каждого плода держали в отдельном пакете.

Взвешивание семян проводили на портативных весах марки KERN CM 60-2N Version 1.5 08/2003. Измеряли семена с помощью штангенциркуля.

Всего обследовано 484 плода, 1662 семени.

Статистическую обработку собранных данных проводили с использованием ряда руководств [15; 21].

Результаты и обсуждение. В одной ягоде хурмы сорта «Королек», приобретенных в торговых сетях г. Сыктывкара, присутствует от 1 до 9 семян. Последние отсутствуют у $2.9 \pm 0.41\%$ плодов. На один плод хурмы в среднем приходится 3.43 ± 0.10 семени. Средний вес семени 0.41 ± 0.06 г, его длина – 19.14 ± 0.09 мм, ширина – 7.91 ± 0.04 , толщина – 2.67 ± 0.03 мм.



Рис. 3. Изменчивость формы и размеров семян урожая 2003 г.
Масштабная линейка 10 мм



Рис. 4. Изменчивость формы и размеров семян урожая 2004 г.
Масштабная линейка 10 мм

Эмпирические ряды числа плодов с тем или иным количеством семян ($K_{\lambda} = 3.864$; $P < 0.001$) и числа семян ($K_{\lambda} = 11.864$; $P < 0.001$), собранных от этих плодов, не совпадает с частотами нормальной кривой (рис. 5).

Самый высокий совокупный вес семян в плодах, в которых их восемь штук (табл. 1). Отмечена статистически достоверная зависимость общего веса семян в плоде от их числа в нем ($\rho = 0.983$; $\nu = 7$; $t = 19.947$; $P < 0.001$). Самый низкий коэффициент вариации веса семян в плоде зарегистрирован в случае, когда их содержится пять штук. Самый высокий – при наличии четырех и трех семян в одном плоде соответственно. Фото семян из ягод с разным их числом приведены в конце статьи (рис. 6–14).

Таблица 3

Коэффициент вариации (%) веса семян хурмы сорта «Королек» в плодах с разным их числом

Плод с числом семян, шт.	Порядковый номер семени по весу							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Одно	20.5±3.2	–	–	–	–	–	–	–
Два	17.0±2.1	23.7±3.0	–	–	–	–	–	–
Три	24.7±3.3	22.9±3.1	24.5±3.3	–	–	–	–	–
Четыре	23.5±3.5	27.8±4.1	28.7±4.2	34.1±5.0	–	–	–	–
Пять	13.7±2.2	13.0±2.1	11.3±1.8	12.9±2.0	25.6±4.1	–	–	–
Шесть	18.7±2.9	16.5±2.6	20.4±3.2	16.6±2.6	15.9±2.5	26.2±4.1	–	–
Семь	21.9±4.0	23.7±4.3	23.4±4.3	20.7±3.8	20.8±3.8	25.4±4.6	28.3±5.2	–
Восемь	19.2±3.7	18.8±3.7	18.4±3.6	18.6±3.6	18.6±3.6	19.6±3.8	18.5±3.6	27.2±5.3

Наиболее высокие значения среднего веса семени наблюдаются у плодов с одним и пятью семенами. В последнем случае отмечена и самая низкая величина коэффициента вариации. В силу небольшого объема выборки плоды с девятью семенами не рассматриваем. Наибольшие коэффициенты вариации веса семян зарегистрированы у плодов с тремя и семью семенами. Показано, что средний вес семян не коррелирует с их количеством в плоде ($\rho = -0.475$; $\nu = 7$; $t = 1.035$; $P >> 0.05$). Однако отрицательное значение показателя корреляции рангов по Спирмэну указывает на слабую статистически недостоверную обратную зависимость веса семени от их числа в ягоде.

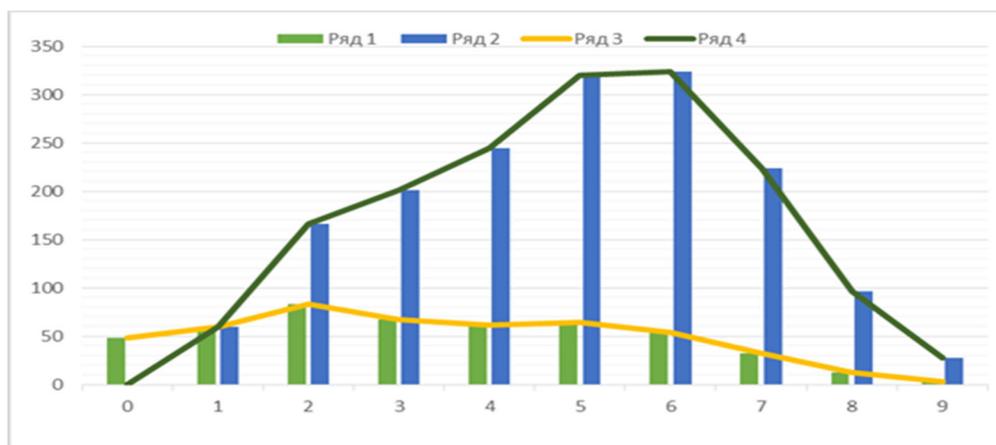


Рис. 5. Число плодов (ряды 1 и 3) с соответствующим количеством семян (по горизонтали) и число семян (по вертикали) в исследуемых плодах (ряды 2 и 4)

Таблица 4

Размерная характеристика семян хурмы сорта «Королек»

Показатели	Количество семян в одном плоде, экз.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Средняя длина 1-го семени, мм	19.7±0.37	19.3±0.34	19.6±0.21	19.2±0.24	18.9±0.23	18.8±0.20	18.9±0.21	19.7±0.24	16.6±0.55
Длина семян в плоде, min-max	17.0-23.0	16.0-23.0	16.0-23.0	11.0-22.0	14.0-22.0	13.5-24.0	15.0-23.0	14.0-25.0	14.0-19.0
Объем выборки, экз.	20	30	45	60	55	96	105	80	9
Коэффициент вариации, %	8.15±0.25	9.5±0.24	6.9±0.14	9.7±0.17	9.0±0.16	10.6±0.14	11.4±0.15	11.0±0.17	9.49±0.37
Средняя ширина 1-го семени, мм	8.22±0.25	7.81±0.17	7.68±0.13	7.60±0.10	7.51±0.11	7.94±0.07	8.10±0.07	8.28±0.08	7.28-0.15
Ширина семени, min-max	7.0-11.0	6.0-10.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.2-10.5	6.5-11.0	6.0-10.0	7.0-8.0
Объем выборки, экз.	20	30	45	60	55	96	105	80	9
Коэффициент вариации, %	13.1±0.17	12.2±0.12	11.2±0.09	10.3±0.07	10.3±0.07	8.6±0.05	8.8±0.05	8.7±0.06	5.71±0.10
Средняя толщина 1-го семени, мм	3.6±0.15	2.94±0.14	3.25±0.08	3.01±0.07	2.71±0.07	2.52±0.06	2.37±0.06	2.39±0.06	2.03-0.13
Толщина семени, min-max	1.5-4.0	2.0-5.0	1.5-4.0	2.0-4.0	1.6-4.0	1.6-4.0	0.5-3.5	1.2-3.5	1.7-3.0
Объем выборки, экз.	20	30	45	60	55	96	105	80	9
Коэффициент вариации, %	17.9±0.10	25.1±0.09	17.1±0.06	18.2±0.05	19.2±0.05	13.0±0.04	23.9±0.04	21.0±0.04	18.1±0.09

Таблица 5

Длина (мм) семян хурмы сорта «Королек» в плодах с разным их числом

Плод с числом семян, шт.	Порядковый номер семени по длине								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одно	19.7±0.37	-	-	-	-	-	-	-	-
Два	19.7±0.45	18.9±0.49	-	-	-	-	-	-	-
Три	20.5±0.33	19.8±0.39	18.5±0.32	-	-	-	-	-	-
Четыре	20.1±0.42	19.8±0.33	19.3±0.31	17.7±0.59	-	-	-	-	-
Пять	19.9±0.55	19.5±0.50	19.2±0.51	18.4±0.47	17.5±0.53	-	-	-	-
Шесть	19.9±0.58	19.5±0.57	19.1±0.51	18.5±0.43	18.2±0.46	17.6±0.42	-	-	-
Семь	19.9±0.55	19.5±0.61	19.1±0.53	18.9±0.53	18.6±0.55	18.3±0.59	17.7±0.53	-	-
Восемь	21.2±0.78	20.5±0.70	20.2±0.74	20.0±0.63	19.7±0.65	19.3±0.62	19.1±0.60	17.8±0.74	-
Девять	19.0	18.0	18.0	17.0	17.0	16.0	15.0	15.0	14.0

Таблица 6

Коэффициент вариации (%) длины семян хурмы сорта «Королек» в плодах с разным их числом

Плод с числом семян, шт.	Порядковый номер семени по длине							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Одно	8.15±0.25	-	-	-	-	-	-	-
Два	8.64±0.31	9.73±0.34	-	-	-	-	-	-
Три	6.08±0.23	7.32±0.26	6.49±0.22	-	-	-	-	-
Четыре	7.82±0.29	6.15±0.22	6.10±0.21	12.47±0.40	-	-	-	-
Пять	8.69±0.37	8.11±0.34	8.40±0.34	8.13±0.32	9.52±0.36	-	-	-
Шесть	11.34±0.40	11.32±0.39	10.30±0.35	9.03±0.30	9.76±0.31	9.35±0.29	-	-
Семь	10.41±0.38	11.69±0.41	10.48±0.36	10.55±0.36	11.17±0.38	11.98±0.40	11.13±0.36	-
Восемь	11.13±0.53	10.29±0.47	11.00±0.50	9.43±0.42	9.91±0.44	9.67±0.42	9.42±0.40	12.51±0.50

Таблица 7

Ширина (мм) семян хурмы сорта «Королек» в плодах с разным их числом

Плод с числом семян, шт.	Порядковый номер семени по ширине								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одно	8.22±0.25	-	-	-	-	-	-	-	-
Два	7.87±0.28	7.76±0.21	-	-	-	-	-	-	-
Три	7.96±0.20	7.67±0.24	7.40±0.23	-	-	-	-	-	-
Четыре	8.12±0.17	7.61±0.14	7.62±0.16	7.05±0.15	-	-	-	-	-
Пять	7.86±0.25	7.82±0.23	7.64±0.17	7.27±0.24	6.96±0.26	-	-	-	-
Шесть	8.75±0.22	8.31±0.19	8.07±0.14	7.72±0.17	7.55±0.16	7.24±0.13	-	-	-
Семь	8.79±0.19	8.23±0.20	8.27±0.16	8.00±0.15	7.96±0.22	7.68±0.19	7.74±0.16	-	-
Восемь	8.82±0.23	8.75±0.26	8.72±0.20	8.15±0.29	8.20±0.26	8.20±0.20	8.05±0.24	7.35±0.19	-
Девять	8.0	8.0	7.5	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0

Таблица 8

Коэффициент вариации (%) ширины семян хурмы сорта «Королек» в плодах с разным их числом

Плод с числом семян, шт.	Порядковый номер семени по ширине							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Одно	13.11±0.17	-	-	-	-	-	-	-
Два	13.69±0.19	10.45±0.15	-	-	-	-	-	-
Три	9.30±0.13	11.58±0.16	11.62±0.16	-	-	-	-	-
Четыре	8.11±0.12	6.86±0.09	7.95±0.11	8.17±0.10	-	-	-	-
Пять	10.17±0.17	9.16±0.15	7.20±0.12	10.30±0.16	12.05±0.18	-	-	-
Шесть	9.67±0.15	8.98±0.13	6.93±0.10	8.67±0.12	8.05±0.11	6.87±0.09	-	-
Семь	8.03±0.13	9.11±0.14	7.31±0.11	7.27±0.11	10.54±0.15	9.16±0.13	8.00±0.11	-
Восемь	7.87±0.15	8.95±0.17	6.83±0.13	10.64±0.19	9.52±0.17	7.32±0.13	8.98±0.16	7.26±0.13

Толщина (мм) семян хурмы сорта «Королек» в плодах с разным их числом

Плод с числом семян, шт.	Порядковый номер семени по толщине								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одно	3.60±0.15	-	-	-	-	-	-	-	-
Два	3.01±0.19	2.87±0.19	-	-	-	-	-	-	-
Три	3.33±0.12	3.10±0.16	3.31±0.15	-	-	-	-	-	-
Четыре	3.01±0.15	3.17±0.17	2.86±0.11	3.00±0.13	-	-	-	-	-
Пять	2.81±0.12	2.72±0.14	2.64±0.12	2.79±0.22	2.58±0.16	-	-	-	-
Шесть	2.62±0.13	2.52±0.11	2.50±0.14	2.33±0.13	2.52±0.15	2.59±0.18	-	-	-
Семь	2.49±0.17	2.47±0.14	2.38±0.13	2.39±0.14	2.37±0.14	2.40±0.13	2.11±0.16	-	-
Восемь	2.53±0.16	2.16±0.15	2.39±0.16	2.49±0.12	2.24±0.14	2.10±0.12	2.27±0.22	2.32±0.24	-
Девять	3.0	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.8	1.7	1.7

Таблица 10

Коэффициент вариации (%) толщины семян хурмы сорта «Королек» в плодах с разным их числом

Плод с числом семян, шт.	Порядковый номер семени по толщине							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Одно	17.89±0.10	-	-	-	-	-	-	-
Два	23.53±0.13	25.05±0.13	-	-	-	-	-	-
Три	13.04±0.08	19.71±0.11	16.58±0.10	-	-	-	-	-
Четыре	18.85±0.10	19.92±0.12	14.47±0.08	15.73±0.09	-	-	-	-
Пять	13.52±0.08	16.89±0.10	14.20±0.08	10.30±0.16	19.56±0.11	-	-	-
Шесть	19.63±0.09	17.60±0.08	21.68±0.10	22.38±0.09	22.73±1.10	26.69±0.12	-	-
Семь	24.96±0.11	21.38±0.10	21.16±0.09	21.66±0.09	22.39±0.10	20.87±0.09	28.62±0.11	-
Восемь	18.85±0.11	20.74±0.10	20.08±0.11	14.98±8.34	18.97±0.10	16.76±0.8	29.03±0.15	30.77±0.16

Вес семян хурмы в плодах с разным их числом приведен в табл. 2. Наиболее тяжелые семена отмечены в плодах, в которых их содержится пять и восемь штук. Наиболее мелкие семена найдены в ягодах, где их семь и восемь штук. Наименьшие значения коэффициента вариации веса семян отмечены у плодов с двумя, пятью, шестью и восемью семенами. У этих плодов наиболее переменными семенами являются самые мелкие (табл. 3).

Двухфакторный дисперсионный анализ подтвердил отсутствие значимого влияния числа семян в плоде на средний вес одного семени ($F'_1 = 1.179$; $\nu_1 = 8$; $\nu_2 = 28$; $F'_{\text{табл.}} = 2.290$). На вес всех семян в плоде их число в нем, возможно, может оказывать некоторое влияние ($F'_2 = 2.207$; $\nu_1 = 8$; $\nu_2 = 28$; $F'_{\text{табл.}} = 2.290$). Примененный для сравнения по массе групп семян из плодов с разным их числом (табл. 2) ранговый критерий Крускала-Уоллиса позволяет уверенно предполагать наличие такого статистически значимого влияния ($\chi^2 = 16.231$; $\nu = 5$; $P < 0.01$; $\chi^2_{\text{табл.}} = 11.070$).

Размерная характеристика семян хурмы приведена в табл. 4. Установлено, что ни длина ($\rho = -0.542$; $\nu = 7$; $t = 1.154$; $P >> 0.05$), ни ширина ($\rho = -0.117$; $\nu = 7$; $t = 0.275$; $P >> 0.05$) и толщина ($\rho = -0.950$; $\nu = 7$; $t = 1.800$; $P >> 0.05$) семян не коррелируют с их числом в ягоде. Однако отрицательные значения показателя корреляции рангов по Спирмэну указывает на слабую статистически недостоверную обратную зависимость линейных размеров семян от их числа в плоде.

Не найдена и зависимость изменчивости размеров семян от их количества в ягоде (по длине: $\rho = -0.55$; $\nu = 7$; $t = 2.169$; $P > 0.05$; $t_{\text{табл.}} = 2.365$). Однако близкие величины вычисленного и табличного критериев Стьюдента могут указывать на наличие слабой статистически недостоверной обратной зависимости линейных размеров семян от их числа в плоде.

Размеры семян в плодах хурмы с разным их количеством различаются несущественно (табл. 5, 7, 9), как и уровень их изменчивости (табл. 6, 8, 10). Однако величина рангового критерия Крускала–Уоллиса указывает на некоторое статистически значимое влияние количества семян в ягоде на их размер ($\chi^2 = 11.295$; $\nu = 5$; $P < 0.05$; $\chi^2_{\text{табл.}} = 11.070$).

Закключение. Итак, выявлены существенные различия формы и окраски семян хурмы. В плодах их может быть 5–9 [7], 7–9 [1; 9], 6–10 [11], 1–10 [6] или, по нашим данным, от 1 до 9 семян. На одну ягоду хурмы в среднем приходится 3.43 ± 0.10 семени. Значение коэффициента вариации этого признака $64.7 \pm 0.07\%$. Семена отсутствуют у $2.9 \pm 0.41\%$ плодов.

У хурмы из Словакии масса всех семян в ягоде составляет 0.05–1.71 г [6], у таковых приобретенных в торговых сетях г. Сыктывкара 0.45–3.36 г.

Таблица 11

Вес и размеры семян хурмы *Diospyros lotus* по разным авторам

Показатель	Объем выборки, экз.	Масса семени, г	Длина семени, мм	Ширина семени, мм
Словакия [6].				
Мин. – макс.	345	0.05–1.71	6.89–13.79	3.40–9.26
Среднее, ошибка		0.60 ± 0.01	10.26 ± 0.07	5.73 ± 0.03
Коэффициент вариации, %		52.25	12.88	11.37
Таджикистан [16]				
Мин. – макс.	–	0.16–0.20	20–22	20–23
Торговые сети г. Сыктывкара				
Мин. – макс.	698 экз. по весу,	0.06–0.71	11.0–25.0	6.0–11.0
Среднее, ошибка	500 экз. по длине	0.41 ± 0.06	19.14 ± 0.09	7.91 ± 0.04
Коэффициент вариации, %	и ширине	26.48 ± 0.003	10.15 ± 0.06	11.04 ± 0.03

Самые легкие семена отмечены у растений из Таджикистана, самые тяжелые из Словакии (табл. 11). По размерам более других отличаются семена хурмы из Таджикистана, они крупнее таковых из наших сборов и из Словакии. В условиях Таджикистана семена у *D. lotus* округлые, приплюснутые [11], что, видимо, и делает их более легкими.



Рис. 6. Семена из плодов, в которых их по одному экземпляру. Масштабная линейка 10 мм



Рис. 7. Семена из плодов, в которых их по два экземпляра.
Масштабная линейка 10 мм



Рис. 8. Семена из плодов, в которых их по три экземпляра.
Масштабная линейка 10 мм



Рис. 9. Семена из плодов, в которых их по четыре экземпляра.
Масштабная линейка 10 мм



Рис. 10. Семена из плодов, в которых их по пять экземпляров.
Масштабная линейка 10 мм



Рис. 11. Семена из плодов, в которых их по шесть экземпляров.
Масштабная линейка 10 мм



Рис. 12. Семена из плодов, в которых их по семь экземпляров.
Масштабная линейка 10 мм

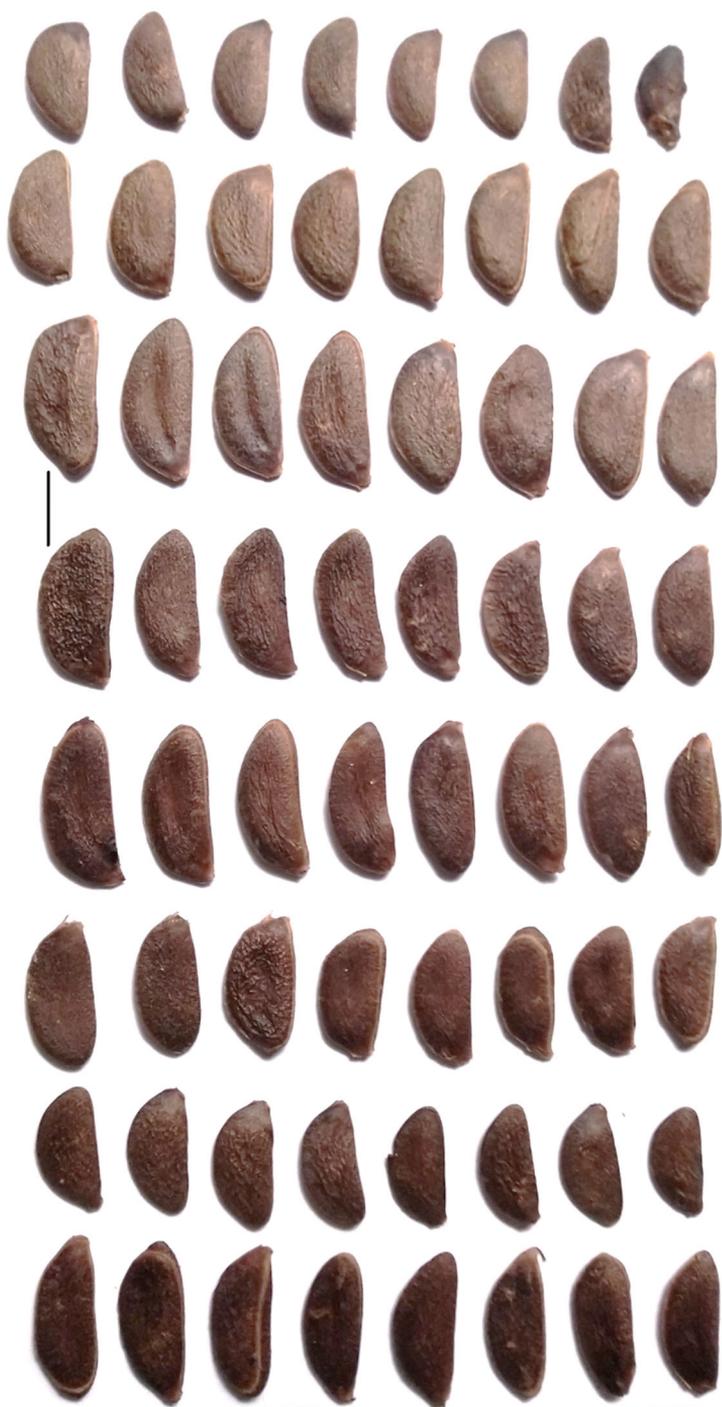


Рис. 13. Семена из плодов, в которых их по восемь экземпляров.
Масштабная линейка 10 мм



Рис. 14. Семена из плодов, в которых их по девять экземпляров.
Масштабная линейка 10 мм

Полученные данные указывают на влияние числа семян в плоде на вес всех семян в ягоде и позволяют предполагать, что их число в ягоде может оказывать влияние на средний вес одного семени и на его величину.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кулиева Х. Г. Материалы к изучению кавказской хурмы // Труды Ботанического института имени В. Л. Комарова АН СССР. 1964. № 14. С. 47–56.
2. Дикie родичи культурных растений. *Diospyros lotus* L. – Хурма обыкновенная // Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения. URL: http://www.agroatlas.ru/ru/content/related/Diospyros_lotus/index.html (дата обращения: 15.11.2022).
3. Соколов С. Я., Связева О. А., Кубли В. А. и др. Ареалы деревьев и кустарников СССР. Л.: Наука, 1986. Т. 3. 182 с.
4. Брежнев Д. Д., Коровина О. Н. Дикie сородичи культурных растений флоры СССР. Л.: Колос, 1981. 376 с.
5. Гроссгейм А. А. Флора Кавказа. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Изд-во АН СССР, 1967. Т. 7. 894 с.
6. Grygorieva O., Klymenko S., Brindza J., Kochanova Z., Toth D., Derevjanko V., Grabovecka O. Morphometrical Analysis of *Diospyros lotus* Population in the Mlyňany Arboretum, Slovakia // Acta Horticulturae, 2009. № 833. Pp. 145–150. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.833.23
7. Pilát A. *Listnate stromy a kere nasich zahrad a parku*. SPN, Praha, 1953. 1104 p.
8. Кулиева Х. Г. Кавказская хурма (*Diospyros lotus* L.) и ее хозяйственное значение : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1956. 17 с.
9. Кулиева Х. Г. Морфологические особенности кавказской хурмы (*Diospyros lotus* L.) // Ботанический журнал. 1962. Т. 47. № 10. С. 1446–1454.
10. Бобоев И. А. Биоэкологические и физиологические особенности *Punica granatum* L. и *Diospyros lotus* L. в условиях Таджикистана : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2014. 20 с.
11. Briand C. H. The common persimmon (*Diospyros virginiana* L.): The history of an underutilized fruit tree (16th–19th centuries) // Huntia. A Journal of Botanical History. Pittsburgh, PA, USA: Hunt Institute for botanical Documentation, 2005. Vol. 12. № 1. Pp. 71–90.
12. URL: <https://www.activestudy.info/vozdelyvanie-xurmy-na-territorii-sssr/> © Зооинженерный факультет МСХА (дата обращения: 27.10.2022).
13. URL:<https://abekker.ru/articles/hurma-korolek-rossiyanka-i-drugie-populyarnye-raznovidnosti> (дата обращения: 10.07.2022).
14. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/11599> (дата обращения: 28.10.2022).

15. Ивантер Э. В. Основы практической геометрии (введение в статистический анализ биологических явлений). Петрозаводск: Карелия, 1979. 94 с.
16. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/200412-_Plaqueminier_et_ses_kakis.jpg (дата обращения: 10.07.2022).
17. URL: <https://na-dache.pro/rasteniya/44315-hurma-kavkazskaja-93-foto.html> (дата обращения: 27.10.2022).
18. URL: <https://ecosystema.ru/08nature/fruits/108.htm> (дата обращения: 27.10.2022).
19. URL: https://yandex.ru/images/search?pos=3&img_url=https%3A%2F%2Fvsegda-pomnim.com%2Fuploads%2Fposts%2F2022-04%2F1651242345_61-vsegda-pomnim-com-p-sharon-frukt-foto-74.jpg&text=хурма%20королек&lr=19&rpt=simage&source=serp (дата обращения: 10.07.2022).
20. Хурма кавказская. URL: <https://www.plantarium.ru/page/image/id/608793.html> (дата обращения: 14.11.2022).
21. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.

References

1. Kulieva H. G. Materials for the study of the Caucasian persimmon. *Trudy Botanicheskogo instituta imeni V. L. Komarova AN SSSR. [Proceedings of the V. L. Komarov Botanical Institute of the USSR Academy of Sciences]*. 1964. No 14. Pp. 47–56. (In Russ.)
2. Wild relatives of cultivated plants. *Diospyros lotus* L. – Common persimmon. *Agroekologicheskij atlas Rossii i sopedel'nyh stran: ekonomicheski znachimye rasteniya, ih bolezni, vrediteli i sornye rasteniya* [Agroecological atlas of Russia and neighboring countries: economically significant plants, their diseases, pests and weeds]. Available at: http://www.agroatlas.ru/ru/content/related/Diospyros_lotus/index.html (accessed: 15.11.2022) (In Russ.)
3. Sokolov S. YA., Svyazeva O. A., Kubli V. A. et al. *Arealny derev'ev i kustarnikov SSSR*. [Habitats of trees and shrubs of the USSR]. Vol. 3. Leningrad: Nauka, 1986. 182 p. (In Russ.)
4. Brezhnev D. D., Korovina O. N. *Dikie sorodichi kul'turnyh rastenij flory SSSR* [Wild relatives of cultivated plants of the flora of the USSR]. Leningrad: Kolos, 1981. 376 p. (In Russ.)
5. Grossgejm A. A. *Flora Kavkaza. T. 7. Vtoroe, pererab. i dop. Izdanie* [Flora of the Caucasus. Vol. 7. Second, revised. and additional edition]. Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1967. 894 p. (In Russ.)
6. Grygorieva O., Klymenko S., Brindza J., Kochanova Z., Toth D., Derevjanko V., Grabovecka O. Morphometrical Analysis of *Diospyros lotus* Population in the Mlyňany Arboretum, Slovakia. *Acta Horticulturae*, 2009. No 833. Pp. 145–150. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.833.23.
7. Pilát A. *Listnate stromy a kere nasich zahrady*. SPN, Praha, 1953. 1104 p.
8. Kulieva H. G. *Kavkazskaya hurma (Diospyros lotus L.) i ee hozyajstvennoe znachenie* [Caucasian persimmon (*Diospyros lotus* L.) and its economic importance]: Abstract of the dissertation ... candidate of biol. Sciences. Leningrad, 1956. 17 p. (In Russ.)
9. Kulieva H. G. Morphological features of the Caucasian persimmon (*Diospyros lotus* L.). *Botanicheskij zhurnal*. [Botanical magazine]. 1962. Vol. 47. No 10. Pp. 1446–1454. (In Russ.)
10. Boboev I. A. Bioekologicheskie i fiziologicheskie osobennosti *Punica granatum* L. i *Diospyros lotus* L. v usloviyah Tadjikistana: Abstract of the dissertation ... candidate of biol. [Bioecological and physiological features of *Punica granatum* L. and *Diospyros lotus* L. in the condition of Tajikistan: Abstract of the ... cand. biol. sciences.] Sciences. Kazan', 2014. 20 p. (In Russ.)
11. Briand C. H. The common persimmon (*Diospyros virginiana* L.): The history of an underutilized fruit tree (16th-19th centuries). *Huntia. A Journal of Botanical History*. Pittsburgh, PA, USA: Hunt Institute for botanical Documentation, 2005. Vol. 12. No 1. Pp. 71–90.
12. URL: <https://www.activestudy.info/vozdelyvanie-xurmy-na-territorii-sssr/> © Zooinzhenernyy fakul'tet MSKHA (accessed: 27.10.2022).
13. URL: <https://abekker.ru/articles/hurma-korolek-rossiyanka-i-drugie-populyarnye-raznovidnosti> (accessed: 10.07.2022).
14. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/11599>: (accessed: 28.10.2022).

15. Ivanter E.V. *Osnovy prakticheskoj geometrii (vvedenie v statisticheskiy analiz biologicheskikh yavlenij)* [Fundamentals of Practical Geometry (Introduction to Statistical Analysis of Biological Phenomena)]. Petrozavodsk: Izd-vo Kareliya, 1979. 94 p. (In Russ.)

16. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/200412_-Plaqueminier_et_ses_kakis.jpg (accessed: 10.07.2022).

17. URL: <https://na-dache.pro/rasteniya/44315-hurma-kavkazskaja-93-foto.html> (accessed: 27.10.2022).

18. URL: <http://ecosystema.ru/08nature/fruits/108.htm> (accessed: 27.10.2022).

19. URL: https://yandex.ru/images/search?pos=3&img_url=https%3A%2F%2Fvsegda-pomnim.com%2Fuploads%2Fposts%2F2022-04%2F1651242345_61-vsegda-pomnim-com-p-sharon-frukt-foto-74.jpg&text=hurma%20korolek&lr=19&rpt=simage&source=serp (accessed: 10.07.2022).

20. *Hurma kavkazskaya* [Caucasian persimmon]. Available at: <https://www.plantarium.ru/page/image/id/608793.html>. (accessed: 14.11.2022). (In Russ.)

21. Zaitsev G. N. *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noj botanike* [Mathematical statistics in experimental botany]. Moscow: Nauka, 1984. 424 p. (In Russ.)

Информация об авторе / Information about the author

Доровских Геннадий Николаевич

д-р биол. наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и физической культуры, Researcher ID: B-3209-2014

Gennady N. Dorovskikh

Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Life Safety and Physical Education, Researcher ID: B-3209-2014

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University 55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167000, Russia

Статья поступила в редакцию / The article was submitted

21.11.2022

Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing

24.11.2022

Принята к публикации / Accepted for publication

29.11.2022

Коронный разряд и его экологическое влияние

Ширмаммедов Тойлыныяз Ашырмырадович¹,
Агаев Арслан Язмухаммедович², Батыров Сердар Реджепдурдыевич³

^{1,2,3}Государственный энергетический институт Туркменистана, Мары, Туркменистан,
745400, ул. Байрамхана, 62, arslanagayyev89@mail.ru

Аннотация. Сегодня с ростом потребления электрической энергии по всему миру строятся десятки тысяч километров линии электропередач. Высокие темпы электрификации страны приводят к быстрому росту протяжённости воздушных линий электропередач и повышению их номинальных напряжений – 220 кВ, 330 кВ, 500 кВ, 750 кВ. При учёте воздействия на окружающую среду (механическое и электромагнитное влияние высоковольтных линий), необходимо также учитывать и химическое загрязнение воздуха продуктами, возникающими при коронных разрядах, радио- и телевизионные помехи, шум.

Проектирование, подъездные пути, опоры ВЛ оказывают влияние на функционирование элементов экологических систем, изменяя ландшафтные, микроклиматические условия.

Ключевые слова: высоковольтная линия электропередач, коронный разряд, радиопомехи, шум, экология

Для цитирования: Ширмаммедов Т. А., Агаев А. Я., Батыров С. Р. Коронный разряд и его экологическое влияние // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2023. № 1 (25). С. 51–57. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-51>

Corona discharge and its environmental impact

Toyly A. Shirmammedov¹, Arslan Ya. Agayev² and Serdar R. Batyrov³

^{1,2,3}State Energy institute of Turkmenistan, Mary, 745400, Bayramhan str. 62 Turkmenistan,
arslanagayyev89@mail.ru

Abstract. Today, with the growing consumption of electrical energy, tens of thousands of kilometers of power transmission lines are being built around the world. High rates of electrification of the country lead to a rapid increase in the length of overhead power lines and an increase in their rated voltages - 220 kV, 330 kV, 500 kV, 750 kV. When taking into account the impact on the environment (mechanical and electromagnetic) of the influence of high-voltage lines, it is also necessary to take into account chemical air pollution by products arising from corona discharges, radio and television interference, and noise.

Clearings, access roads, overhead line supports affect the functioning of the elements of ecological systems, changing landscape, microclimatic conditions.

Keywords: High-voltage power line, corona discharge, radio interference, noise, ecology

For citation: Shirmammedov T. A., Agayev A. Ya., Batyrov S. R. Corona discharge and its environmental impact. *Vestnik Syktyvkarского университета. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya = Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology*, 2023. 1 (25): 51–57. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-51>

Введение. Коронный разряд, или корона, – это самостоятельный разряд, возникающий в резконеоднородных полях, в которых ионизационные процессы могут происходить только в узкой области вблизи электродов. К такого рода полям относятся и электрическое поле проводов воздушных линий электропередачи [1].

Материал и методы исследования. Начальная напряженность коронного разряда определяется для проводов радиусом r по формуле

$$E_{nom} = 24,5m\delta \left[1 + \frac{0,65}{(\delta r)^{0,38}} \right] \quad (1),$$

которая справедлива при отрицательной полярности провода, однако может использоваться и при положительной полярности, поскольку влияние полярности невелико (рис. 1).

При малых радиусах проводов ($1 < 1\text{см}$) можно использовать формулу Ф. Пика:

$$E_{nom} = 30,3m\delta \left(1 + \frac{0,3}{\sqrt{\delta r}} \right). \quad (2)$$

В формулах (1) и (2) E_{nom} выражается в киловольтах на сантиметр (кВ/см); r – в сантиметрах (см); m – коэффициент гладкости провода. На линиях электропередачи применяются провода, свитые из большого числа проволок. Витые провода не имеют гладкой поверхности, поэтому при одинаковых с гладкими проводами напряжениях и внешних диаметрах напряженность электрического поля вблизи их поверхности бывает выше и корона возникает при меньшем напряжении.

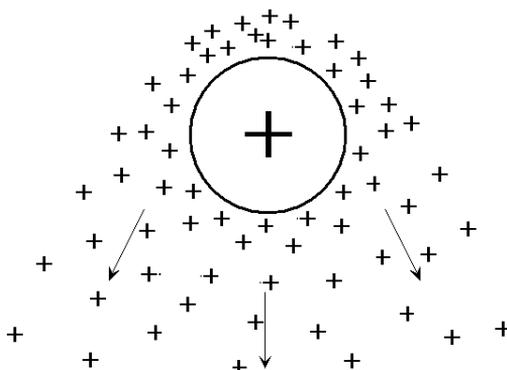


Рис. 1. Распределение объемного заряда при униполярной короне на проводе

При больших диаметрах проводов напряженность электрического поля в окрестности провода уменьшается значительно медленнее, чем вблизи проводов малого диаметра. Поэтому зона ионизации – «чехол» короны – имеет большие размеры, и даже при начальном напряжении лавины могут достигать критической длины. Корона в этом случае возникает сразу в стримерной форме; структура зоны ионизации дискретна, светятся многочисленные стримерные каналы (рис. 2а).

На проводах малых диаметров (до 1 см) корона возникает в лавинной форме. Зона ионизации достаточно однородна, свечение сосредоточено в узком чехле (рис. 2б). Однако при увеличении напряжения сверх начального размеры зоны ионизации возрастают и корона из лавинной переходит в стримерную.

Ток стримерной короны состоит из отдельных импульсов с очень крутым фронтом (длительность фронта порядка десятков наносекунд). Эта высокочастотная составляющая тока короны является источником интенсивного электромагнитного излучения с широким спектром частот, которое создает помехи радио- и телевизионному приему.

При коронировании проводов линий сверхвысокого напряжения может также возникать звуковой эффект, особенно сильный при дожде [2].

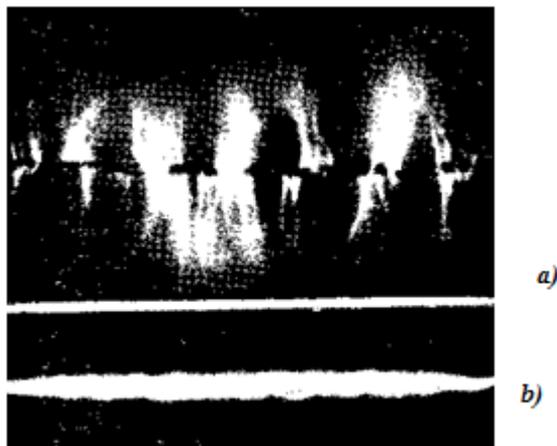


Рис. 2. Стримерная (а) и лавинная (b) короны на проводе

Основная причина радиопомех и шума – стримерная корона на проводах. Поскольку наиболее благоприятные условия для возникновения стримерной короны складываются при различных осадках, когда значительно снижается начальная напряженность поля, а также при применении проводов большого диаметра, наиболее сильные радиопомехи и акустический шум возникают при коронировании линий сверхвысокого напряжения во время дождя и снега. В хорошую погоду помехи возрастают при загрязнении проводов.

Спектр частот излучения, создающего радиопомехи, охватывает диапазон от 10 кГц до 1 ГГц. Помехи на частотах выше 30 МГц оказывают мешающее влияние на телеприем и возникают только при коронировании линий 750 кВ. Источниками помех в этом случае, помимо короны на проводах, служат частичные разряды в зазорах и трещинах изоляторов и корона на заостренных элементах арматуры. В хорошую погоду корона на проводах практически не создает помех телевизионному приему.

Интенсивность радиопомех характеризуется вертикальной составляющей напряженности электрического поля вблизи поверхности земли (E_2). Уровень радиопомех, дБ, определяется величиной:

$$Y = 10 \lg \left(\frac{E_2}{E_1} \right)^2 = 20 \lg \frac{E_2}{E_1}, \quad (3)$$

где E —напряженность электрического поля, мкВ/м.

Обычно за базовое значение принимают $E_1 = 1$ мкВ/м, тогда

$$Y = 20 \lg E. \quad (4)$$

В качестве расчетной частоты по рекомендации Международного комитета по радиопомехам принимается 0.5 МГц. Уровень полезного сигнала при этой частоте составляет примерно 60 дБ. Радиоприем считается удовлетворительным, если полезный сиг-

нал превышает помехи на 20 дБ. Поэтому допустимый уровень радиопомех в хорошую погоду составляет 40 дБ, что в соответствии с формулой (4) дает $E = 100$ мкВ/м. Это значение напряженности электрического поля радиопомех принято в качестве допустимого на расстоянии 100 м от проекции на землю крайнего провода линии электропередачи напряжением 330 кВ и выше.

По мере удаления от линии уровень помех снижается. Между уровнями радиопомех Y_1 и Y_2 на расстояниях соответственно l_1 и l_2 существует зависимость

$$Y_2 - Y_1 = 20k \lg \frac{l_1}{l_2}, \quad (5)$$

где k – коэффициент затухания, равный 1.6 в диапазоне частот 0.15–1 МГц.

Зависимость между уровнем радиопомех и напряженностью электрического поля на поверхности проводов линейна и выражается эмпирической формулой

$$Y_2 - Y_1 = k_l (E_2 - E_1), \quad (6)$$

где Y_1 и Y_2 – уровни радиопомех, дБ, при напряженностях на проводах $E_1 - E_2$, кВ/см;

k_l – коэффициент, равный 1.8 при напряженностях поля на проводах 20–30 кВ/см.

Увеличение радиуса проводов при неизменной напряженности поля на них приводит к росту уровня радиопомех, поскольку спад напряженности поля у провода в радиальном направлении при этом замедляется и создаются условия для развития более интенсивной стримерной короны. Связь между уровнями радиопомех и радиусами проводов устанавливается эмпирической формулой:

$$Y_2 - Y_1 = 20 \lg \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2, \quad (7)$$

Радиопомехи практически не зависят от числа составляющих проводов расщепленной фазы, поскольку происходит взаимное электромагнитное экранирование проводов фазы.

Уровень радиопомех уменьшается с ростом частоты излучения. В диапазоне 0.15–5 МГц уровень радиопомех на различных частотах Y_f по отношению к их уровню на частоте 0.5 МГц определяется, дБ, по уравнению

$$Y_f = 5,5 \left[1 - 2(\lg 10f)^2 \right], \quad (8)$$

где f – частота излучения, МГц.

Если известны уровень радиопомех Y_1 на нормированном расстоянии от линии и параметры E и r_1 тщательно исследованной базовой линии электропередачи, то уровень радиопомех при хорошей погоде Y_2 , создаваемый другой линией, например проектируемой с параметрами E_2 и r_2 , может быть с учетом (6) и (7) определен по обобщенной формуле:

$$Y_2 = Y_1 + 1,8(E_2 - E_1) + 40 \lg \frac{r_2}{r_1}, \quad (9)$$

Подставив в (8) нормированное значение Y_2 и параметры базовой линии, получим зависимость амплитудного значения допустимой напряженности поля на поверхности проводов, при которой обеспечивается нормированный уровень радиопомех, в виде

$$E_{дон} = 32 - 17,4 \lg r. \quad (10)$$

Акустический шум возникает главным образом в плохую погоду, когда усиливается интенсивность коронирования проводов. Звуковой эффект при этом имеет две составляющие: 1) шипение, соответствующее частоте 100 Гц и кратным ей частотам; 2) широкополосный шум. Первая составляющая обусловлена движением объемного заряда у проводов, что дважды за период создает волны звукового давления. Вторая генерируется стримерной короной.

Уровни громкости шумов [дБ(А)] измеряются с применением корректирующих фильтров, которые позволяют учесть физиологические особенности органов слуха человека (псофометрическую характеристику).

Особенно интенсивный шум от короны возникает при сильном дожде, однако такой дождь сам создает шум, превышающий по громкости возможные акустические помехи от линии электропередачи. Поэтому более существенны помехи при морозящем дожде, в туман, при мокрых проводах после сильного дождя. Уровень громкости в этих случаях на 5–6 дБ (А) ниже, чем в сильный дождь, но значительно превышает общий звуковой фон. Оценка акустического шума делается по условиям «влажных» проводов.

По санитарным нормам допустимый уровень громкости равен 45 дБ (А). Линии высокого и сверхвысокого напряжения приближаются к границам населенных пунктов ближе чем на 300 м. На таком расстоянии уровни громкости при влажных проводах ниже допустимого значения.

Для оценки громкости при дожде может быть использована эмпирическая формула:

$$A = 16 + 1,14E_{\text{maks}} + 9r + 15 \lg n - 10 \lg l, \quad (11)$$

где A – уровень громкости, дБ (А); r – радиус провода, см; E_{maks} – максимальная напряженность поля на поверхности проводов, кВ/см; n – число проводов в расщепленной фазе; l – расстояние от крайней фазы, м.

На рис. 3 приведены допустимые напряженности электрического поля на поверхности проводов линий 500 кВ в зависимости от их диаметров по условиям ограничения потерь энергии на корону ($E_{\text{maks}} / E_{\text{ном}} \leq 0,9$), радиопомех и уровней громкости на расстоянии 300 м от крайней фазы.

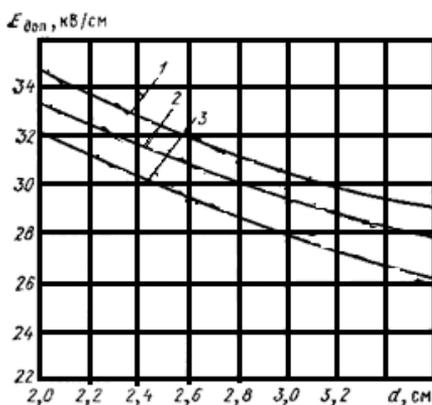


Рис. 3. Допустимые напряженности электрического поля на поверхности проводов в зависимости от их диаметров по условиям ограничения радиопомех (1 – чистые районы; 2 – сельские районы с отдельными промышленными предприятиями; 3 – районы с промышленными загрязнениями)

Кривые построены по формулам, аналогичным (8) и (11), однако с учетом ряда дополнительных факторов (степени загрязненности атмосферы на трассе линии, высоты подвеса проводов и др.). Для чистых районов допустимые напряженности определяются потерями энергии на корону при $d < 3.26$ см и акустическими помехами при $d > 3.26$ см. В районах с промышленным загрязнением – потерями энергии при $d < 2.7$ см, радиопомехами при $d = 2.7-3.3$ см и акустическим шумом при $d > 3.3$ см.

Интенсивность акустических помех существенно возрастает при увеличении числа проводов в фазе, вследствие чего допустимая напряженность электрического поля на поверхности проводов снижается [3].

Увеличение мощностей промышленных предприятий (энергетических, металлургических, химических и др.) сопровождается резким ростом объемов газа, подлежащего технологической или санитарной очистке в электрофильтре. Поэтому задача очистки газа, т. е. интенсификация процесса электрогазоочистки, приобретает все большую актуальность. Уже сейчас в некоторых промышленных районах и городах концентрация ядовитых веществ в атмосфере достигает опасных пределов. Примеси поступают в атмосферу от естественных и антропогенных источников. Уровень загрязнения естественными источниками является фоновым и мало изменяется с течением времени. Антропогенное загрязнение – это загрязнение, связанное с жизнедеятельностью человека. Задача очистки газа возникает в многочисленных производствах. Для очистки газа применяют много различных методов. Один из них основан на использовании коронного разряда. Непременным условием возникновения коронного разряда является резкая неоднородность электрического поля. Вследствие этого ударная ионизация, а значит, и электрический разряд могут возникнуть у поверхности провода, где напряженность поля достаточно высока, но не распространяется до другого электрода. По мере удаления от провода напряженность поля уменьшается и скорость движения электронов в газе становится уже недостаточной для поддержания процесса лавинообразного образования новых ионов. Электрический разряд такого незавершенного характера носит название коронного разряда. Внешними проявлениями его служит слабое голубовато-фиолетовое свечение вокруг провода, негромкое потрескивание, запах озона и окислов газов (если коронный разряд происходит в атмосферном воздухе) [3].

Результаты. Коронный разряд используют в электрофильтрах многих производств, где необходимо очищать газы от твердых и жидких примесей. Это улучшает экологию, так как теперь из газов можно получать ценные продукты, которые раньше уходили в атмосферу и загрязняли ее. Электрофильтр помещают внутри заводской трубы. Установка с электрофильтром для очистки газов состоит в большинстве случаев из двух частей: собственно электрофильтра – осадительной камеры, через которую пропускают газы, подлежащие очистке, и преобразовательной подстанции с соответствующей аппаратурой. Для питания электрофильтра выпрямленным током высокого напряжения используют электрические агрегаты, основными элементами которых являются: регулятор напряжения, повышающий трансформатор, преобразующий переменный ток напряжением 380/220 В в ток с напряжением 100 кВ, и высоковольтный выпрямитель для выпрямления переменного тока. Выпрямленный ток высокого напряжения подводится к электродам электрофильтра по высоковольтному кабелю или по шинам. В электрофильтр вмонтированы электроды двух типов: осадительные и коронирующие. Осадительные электроды выполняются из пластин либо из труб, а коронирующие – из проволоки, круглого или иного профиля.

Закключение. Заряженные взвешенные частицы под действием электрического поля движутся к электродам и оседают на них, а очищенные газы, пройдя электрическое поле, выходят из электрофильтра. Электрофильтр при использовании должен

быть устойчивым по отношению к случайной конденсации. Однако следует иметь в виду, что на его работу влажность не оказывает особого влияния, если приняты меры против коррозии и он снабжен эффективным механизмом для встряхивания, обеспечивающим очистку фильтра даже от незначительных наслоений пыли и предотвращающим постепенное уменьшение его производительности. Единственным требованием, которое должно быть удовлетворено в отношении газоочистки, является то, чтобы объем поступающих в систему газов превосходил объем газов, выделяющихся из печи, причем настолько, чтобы предотвратить выделение газов из всех отверстий. Если работа происходит по сухому процессу, то температура газов бывает значительно выше точки росы, и поэтому можно не сомневаться, что дымовое облако рассеется и не создаст неудобства для окружающего района.

Список источников

1. Харлов Н. Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2007. 207 с.
2. Маслеева О. В., Курагина Т. И. Электрическое поле и шум, создаваемые воздушными линиями электропередач высокого напряжения : методические указания по выполнению практических работ по курсу «Экология». Н. Новгород: НГТУ, 2005. 9 с.
3. Дударев А. А., Турубаров В. И. Актуальные проблемы гигиенического нормирования ионов в воздухе // Медицина труда и промышленная экология. 2002. № 9. С. 35–39.

References

1. Harlov N. N. *Elektromagnitnaya sovместimost' v elektroenergetike: Uchebnoe posobie* [Electromagnetic compatibility in the electric power industry: Textbook]. Tomsk: TPU Publishing House, 2007. 207 p. (In Russ.)
2. Masleeva O. V., Kuragina T. I. *Elektricheskoe pole i shum, sozdavaemye vozduzhnymi liniyami elektroperedach vysokogo napryazheniya. Metodicheskie ukazaniya po vypolneniyu prakticheskikh rabot po kursu «Ekologiya»* [Electric field and noise generated by high voltage overhead power lines. Guidelines for the implementation of practical work on the course "Ecology"]. Nizhnij Novgorod: NGTU Publishing House, 2005. 9 p. (In Russ.)
3. Dudarev A. A., V. I. Turubarov. Actual problems of hygienic regulation of ions in the air. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya [Occupational Health and Industrial Ecology]*. 2002. No 9. Pp. 35–39. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Ширмаммедов Тойлыныяз Ашырмадович
старший преподаватель Государственного энергетического института Туркменистана

Toyly A. Shirmammedov,
Senior –lecturer of the State Energy institute of Turkmenistan

Агаев Арслан Язмухаммедович
старший преподаватель Государственного энергетического института Туркменистана

Arslan Ya. Agayev
Senior –lecturer of the State Energy institute of Turkmenistan

Батыров Сердар Реджепдурдыевич
старший преподаватель Государственного энергетического института Туркменистана

Serdar R. Batyrov
Senior –lecturer of the State Energy institute of Turkmenistan

Статья поступила в редакцию / The article was submitted
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing
Принята к публикации / Accepted for publication

01.12.2022
04.12.2022
12.12.2022

Результаты интродукции горечавки желтой в Ботаническом саду Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина (подзона средней тайги)

Галина Сергеевна Шушпанникова¹, Яна Александровна Фомина²

^{1,2}Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина,
Сыктывкар, Россия, 167001, Октябрьский пр., 55,

¹shushpannikova.galina@yandex.ru. <https://orcid.org/0000-0003-0421-3452>

²yafo2602@mail.ru

Аннотация. Изучение биологии интродуцентов помогает определить перспективность видов для использования их в озеленении северных городов. *Gentiana lutea* L., являясь высокогорным видом Евразии, обладает не только декоративными, но и лекарственными свойствами. Исследования были проведены в Ботаническом саду Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина с применением стандартных биоморфологических методов, используемых при изучении интродуцентов. Изучены морфологические показатели, проанализировано сезонное развитие за 2016–2021 гг. При интродукции в ботаническом саду высота растений – 128.75±2.6 см, в естественных условиях – 60–90 см. Размеры стеблевых листьев (длина – 23.7±0.4 см, ширина – 11.4±0.6 см) соответствуют показателям особей из природных популяций. При интродукции в условиях средней тайги горечавка желтая развивается более быстрыми темпами, успевая пройти весь вегетационный период до формирования плодов и созревания семян за 117–145 дней в отличие от природных условий высокогорной Евразии (162–182 дней). Исследование семенного материала показало, что семена *G. lutea* местной репродукции соответствуют средним показателям растений из природных популяций. Растения в условиях Ботанического сада СГУ обладают высокой реальной семенной продуктивностью (1110 семян на одно растение). Семена требуют длительной стратификации более 30 дней.

Благодаря успешному выращиванию *G. lutea* в Ботаническом саду СГУ мы можем рекомендовать данный вид для озеленения городов и населенных пунктов в подзоне средней тайги Республики Коми в групповых и партерных посадках, а также в альпинариях.

Ключевые слова: *Gentiana lutea* L., интродукция, фенология, подзона средней тайги, ботанический сад, биоморфология, фенология

Для цитирования: Шушпанникова Г. С., Фомина Я. А. Результаты интродукции горечавки желтой в Ботаническом саду Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина (подзона средней тайги) // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2023. № 1 (25). С. 58–65. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-58>

The results of the introduction of gentian yellow in the Botanical Garden of Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin (middle taiga subzone)

Galina S. Shushpannikova¹, Yana A. Fomina²

^{1,2}Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia,

¹shushpannikova.galina@yandex.ru. <https://orcid.org/0000-0003-0421-3452>, ²yafo2602@mail.ru

Abstract. The study of the biology of introduced species helps to determine the prospects of species for their use in the landscaping of northern cities. *Gentiana lutea* L., being an alpine species of Eurasia, has not only decorative, but also medicinal properties. The research was carried out in the botanical garden of the Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin using standard biomorphological methods used in the study of introduced

species. Morphological indicators were studied, seasonal development for 2016-2021 was analyzed. When introduced in the botanical garden, the plants height is $128.7.5 \pm 2.6$ cm, under natural conditions it is 60–90 cm. When introduced in the conditions of the middle taiga, gentian yellow develops at a faster pace, having time to go through the entire growing season before the formation of fruits and ripening of seeds in 117–145 days in contrast to the natural conditions of high-mountainous Eurasia (162–182 days). The study of seed material showed that the seeds of *Gentiana lutea* local reproduction correspond to the average indicators of plants from natural populations. Plants in the SSU Botanical Garden have a high real seed productivity (1110 seeds per plant). Seeds require long-term stratification for more than 30 days. Thanks to the successful cultivation of *Gentiana lutea* in the SSU Botanical Garden, we can recommend this species for landscaping cities and towns in the middle taiga subzone of the Komi Republic in group and parterre plantings as well as in rock gardens.

Keywords: *Gentiana lutea* L., introduction, phenology, seasonal development, botanical garden, middle taiga subzone

For citation: Shushpannikova G. S., Fomina Y. A. The results of the introduction of gentian yellow in the Botanical Garden of SSU named after Pitirim Sorokin (middle taiga subzone). *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 2. Biologiya. geologiya. himiya. ekologiya = Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology*, 2023. 1 (25): 58–65. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-58>

Введение. Ботанический сад Сыктывкарского университета имени Питирима Сорокина (далее – БС СГУ) занимается интродукцией декоративных и лекарственных растений на северо-востоке европейской части России. В интродукционное исследование включены растения со всего мира, полученные путем обмена семенами и другими зачатками из ботанических садов и опытных сортоиспытательных станций, а также из природных местообитаний разных регионов. В коллекциях БС СГУ насчитывается около одной тысячи таксонов (видов, форм и сортов) растений открытого грунта. Более 150 видов из них являются лекарственными растениями [1]. Однако, несмотря на значительное количество работ, посвященных изучению интродуцентов БС СГУ, остаются малоизученными виды рода горечавка.

Растения рода горечавка обладают декоративными и лекарственными свойствами, поэтому вводятся в культуру. Они применяются в народной медицине. Входят в государственные фармакопеи стран Европы и Америки. Наличие данных свойств обусловлено химическим составом растений (гликозиды, алкалоиды, ксантоны, флавоноиды, тритерпеноиды, сахара, пектиновые вещества и др.) [2]. Горечавки используются в качестве декоративных растений в групповых и партерных посадках, а также в альпинарии. Среди горечавок, обитающих в высокогорьях, много реликтовых и эндемичных видов.

В БС СГУ произрастает два вида этого рода (*Gentiana lutea* L., *G. dahurica* Fisch.). В данной работе проанализируем состояние горечавки желтой (морфологические показатели вегетативных и генеративных органов), биологические особенности ее развития (цветения, плодоношения) и проведем оценку ее адаптационных возможностей при интродукции в условиях средней тайги (рис. 1).

Материал и методы. Исследование проводили на территории БС СГУ, расположенном в 8 км к югу от г. Сыктывкара (61°40'с. ш. и 50°49'в. д.). При изучении биоморфологических особенностей вида применена малая выборка объемом 10 особей. Изучение ритмов роста и развития проводили по методикам Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина [3]. Экспериментальный материал обработан при помощи стандартных статистических методов [4] с использованием стандартного пакета MS Excel '07.

Изучение семенного материала, собранного в БС СГУ в 2020 г., проводили в лабораторных условиях. Сравнение семян горечавки желтой местной репродукции проводили с семенами *G. asclepiadea* 'alba' L., *G. elegans* A. Nelson, *G. dahurica* Fisch., *G. septemfida* Pall., полученными по делектусам из ботанических садов Челябинского государственного университета и Шауляйской академии Вильнюсского университета. Массу 1000 семян и всхожесть

определяли по стандартным методикам [5]. Проращивание семян проводили в три повторности по 50 штук в чашках Петри при температуре 20–23°C. Определение потенциальной и реальной продуктивности семян осуществляли по методике И. В. Вайнагий [6]. При описании семян использованы общепринятые морфологические термины [7].



Рис. 1. Горечавка желтая *Gentiana lutea* L.,
Ботанический сад СГУ имени Питирима Сорокина. 2022

Результаты и обсуждение. Вегетационный период горечавки желтой в естественных местах своего произрастания, а именно в высокогорьях Евразии, приходится на начало–сердину мая [8]; в интродукции БС СГУ данные сроки сдвинуты на середину мая – начало июня, когда среднесуточная температура достигает 8–10°C. Самая ранняя вегетация наблюдалась в 2021 г. в связи с достаточно ранней и теплой весной и самая поздняя – в 2017 г. (табл. 1).

Таблица 1

Сроки наступления основных фенологических фаз развития растений *Gentiana lutea* в культуре Ботанического сада СГУ

Год	Вегетация	Цветение	Плодоношение
2021	3.05	23.06	21.07
2020	17.05	03.07	07.08
2019	16.05	02.07	15.08
2018	17.05	04.07	13.08
2017	05.06	11.07	15.08
2016	16.05	01.07	09.08

Цветение начинается в начале июля при среднесуточной температуре воздуха +20°C. Самое раннее – в 2021 г. в связи с благоприятными погодными условиями. Согласно данным Т. А. Ильиной [8], цветение горечавки желтой в горах Центральной Европы начинается в июле, как и при интродукции в БС СГУ. Однако Г. А. Волкова с соавторами [9] отмечает, что в 1991–1997 гг. у данного вида наблюдались сдвиги в наступлении фазы цветения от 20.06 до 12.07 (21 день). В период наших исследований этот сдвиг составил всего 10 дней (01.07–11.07).

Таблица 2

Средние морфологические показатели *Gentiana lutea* в Ботаническом саду СГУ

Параметры	Высота растения. см	Лист			Длина соцветия. см	Число цветков	Размер цветков		
		длина. см	ширина. см	черешок. см			длина. см	ширина. см	
2021 г.									
Средняя, М	128.7	23.7	11.4	7.3	45	73	3.1	0.8	
Ошибка средней, m	2.6	0.4	0.6	0.2	3.8	7	0.05	0.12	
Стандартное отклонение, σ	12.2	2.7	2.24	1.03	9.47	2.4	0.41	0.1	
Коэффициент вариации*, CV%	10.0	12.3	21.0	11.0	21.2	3	13	12	
Критерий достоверности, t	3.2	10	10.1	10.1	3.2	3.2	10.1	10.1	
Доверительные интервалы***	Верхний	139.2	28.4	11.8	8.7	44.8	77	4.1	1.2
	Нижний	126.9	12.8	9.7	6.2	35.6	69	2.6	0.5
2020 г.									
Средняя, М	127.6	20.4	9.2	8.5	39.9	69	2.8	0.6	
Ошибка средней, m	3.9	0.3	0.2	0.1	2.7	5	0.1	0.1	
Стандартное отклонение, σ	12.4	2.92	2.18	1.18	8.43	1.5	0.37	0.1	
Коэффициент вариации*, CV%	9	14	23	13	21	2	13	16	
Критерий достоверности, t	3.2	10.1	10.1	10.1	3.2	3.2	10.0	10.0	
Доверительные интервалы**	Верхний	135.3	21.0	9.6	8.7	45.2	73	3.8	1.1
	Нижний	119.9	19.9	8.8	8.3	34.7	65	1.8	0.5

Примечание. * Коэффициент вариационного ряда входит в интервал до 25 % (среднее разнообразие). Степень разбросанности говорит о неоднородности выборки.

** С доверительной вероятностью $P > 0.095$ можно утверждать, что истинное среднее значение параметрических показателей всех морфологических данных горечавки находится в указанных пределах. Ширина полученного доверительного интервала показывает, с какой уверенностью мы можем перенести данные по нашей выборке на всю совокупность особей.

Формирование плодов приходится на август, за исключением 2021 г., который отличался самым ранним созреванием плодов в связи с более высокими суммами активных и эффективных температур. В условиях интродукции БС СГУ (подзона средней тайги) высота горечавки варьирует от 126 до 150 см (табл. 2), что значительно больше размеров особей из природных популяций – 60–90 см [8]. Г. А. Волкова с соавторами [9] отмечает, что горечавка желтая в условиях интродукции чутко реагирует на колебания температур. Длина листьев изменяется в пределах от 15 до 26 см, ширина – от 5 до 15 см, что соответствует показателям особей из природных популяций [10].

В культуре БС СГУ горечавка желтая сформировала многоцветковые цимозные колосовидные соцветия, которые не распадаются после завершения фазы цветения в отличие от соцветий, представленных Т. В. Кузнецовой с соавторами [11], как синфлоресценция. Длина цветоноса изменяется от 30 до 53.5 см (среднее – 45 см). Цветки чуть мельче (1.5–2 см), чем у особей из природных популяций – 2.5 (3) см [12].

Горечавки размножаются двумя способами – семенами и вегетативно (участками куста, а именно корневища). Многолетние виды возобновляются преимущественно вегетативным путем, образуя клоны, которые могут полностью дезинтегрироваться в пространстве. Большой вегетативной подвижностью обладают корневищные горечавки. Именно к короткорневищным относятся горечавка желтая, образующая более или менее широко рассредоточенные раметы, что зависит от длины корневища и числа его разветвлений [13].



Рис. 2. Плод горечавки желтой

Плоды горечавки – двустворчатые коробочки зеленого цвета, но при засыхании приобретают бурый цвет (рис. 2). Средняя длина плодов горечавки желтой составила 2.06 ± 0.01 см, в каждом из них сформировалось в среднем 15 семян. Потенциальная продуктивность горечавки составляет 1750 семян; реальная – 1110 семян на одно растение, что соответствует средним показателям для горечавки. Наибольшие значения потенциальной семенной продуктивности отмечены для *G. cruciata* в Томской области (8390.4), самые низкие значения – у *G. acaulis* (114.3) и *G. paradoxa* (528.8), которые обусловлены минимальным количеством цветков в соцветии. По данным литературы [13] известно, что большинству видов горечавок свойственна высокая фертильность, жизнеспособность пыльцы и высокие показатели семенной продуктивности.

Форма семян горечавок может быть округлой (*Gentiana lutea*, *G. elegans*, *G. asclepiadea* 'alba') или удлинненно-овальной (*G. dahurica* и *G. septemfida*). Они мелкобугорчатые, за исключением семян *G. elegans*, большинство из них крылатые (*Gentiana lutea*, *G. Elegans*, *G. asclepiadea* 'alba'). Бескрылые семена имеют *G. dahurica* и *G. septemfida*. Цвет семян изменяется от желтоватых (*Gentiana lutea*, *G. asclepiadea* 'alba', *G. elegans*) до коричневых (*G. Dahurica*, *G. septemfida*) (рис. 3). Масса семян варьирует от 0.01 г до 0.1 г, самыми крупными из них являются семена вида *G. lutea* (масса – 0.11 ± 0.05 ; диаметр – 0.3 ± 0.05); самыми легкими (0.01 ± 0.001 г) и мелкими (0.2 ± 0.01 см) – *G. septemfida* (табл. 3). Семена горечавки желтой местной репродукции не значительно отличаются по массе и размерам от семян репродукции из Вильнюса.

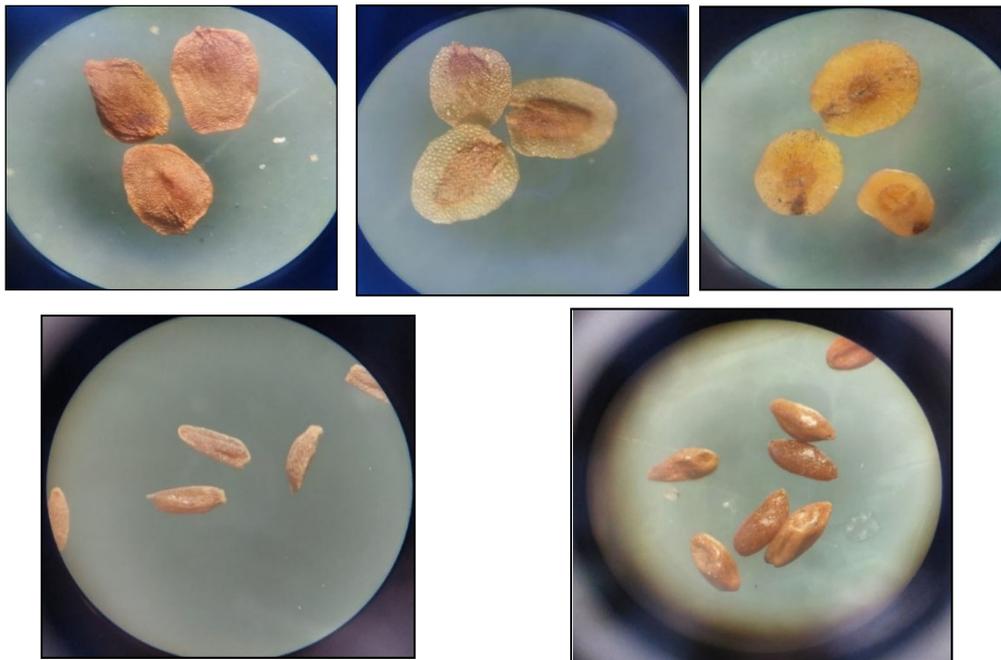


Рис. 3. Семена разных видов и сортов горечавок.

1 – г. желтая (*G. lutea* L.); 2 – г. ластовневая (*G. asclepiadea* 'alba' L.); 3 – г. скалистая (*G. elegans* A. Nelson); 4 – г. даурской (*G. dahurica* Fisch.). 5 – г. семираздельная (*G. septemfida* Pall.) (см. слева направо)

Заключение. Горечавка желтая имеет более короткий вегетационный период в подзоне средней тайги (117–145 дней) в отличие от особей в условиях естественных природных популяций высокогорий Евразии (162–182 дня). Средняя высота растений в условиях интродукции БС СГУ (127.6 ± 3.09 см) превышает размеры особей, произрастающих в естественных условиях (60–90 см).

Для горечавки желтой характерна высокая фертильность. Реальная продуктивность в условиях БС СГУ составила 1110 семян на одно растение при потенциальной продуктивности – 1750 семян. Масса семян (0.11 ± 0.05 г), их диаметр (0.3 ± 0.05 см) соответствуют средним показателям растений из природных популяций. Семена горечавки желтой для прорастания требуют стратификации продолжительностью не менее 1 месяца.

Таким образом, благодаря успешному развитию горечавки желтой в культуре БС СГУ ее можно рекомендовать для озеленения городов и населенных пунктов в подзоне средней тайги Республики Коми в групповых и партерных посадках, а также в альпинариях.

Список источников

1. Новаковская Т. В. Каталог растений Ботанического сада Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина. Сыктывкар: Изд.-во СГУ им. Питирима Сорокина. 2019. 80 с.
2. Галинская В. Д., Красноборов И. М. Содержание флавоноидов в некоторых сибирских видах горечавковых (род *Gentiana* L. и *Swertia obtusa* Ledeb.) // Растительные ресурсы Сибири и их использование. Новосибирск: Наука, 1978. С. 50–56.
3. Александрова М. С. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.: ГБС АН СССР, 1975. 27 с.
4. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
5. Методические рекомендации по семеноводству интродуцентов. М.: Наука, 1980. 64 с.
6. Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журн. 1974. Т. 59. № 6. С. 826–831.
7. Серебрякова Т. И., Воронин Н. С., Еленевский А. Г. и др. Ботаника с основами фитоценологии: анатомия и морфология растений. М.: Академкнига, 2006. 543 с.
8. Ильина Т. А. Лекарственные растения : большая иллюстрированная энциклопедия. М.: Эксмо, 2014. 304 с.
9. Волкова Г. А., Мишуров В. П., Портнягина Н. В. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми (Итоги работы Ботанического сада за 50 лет). СПб.: Наука, 2002. 395 с.
10. Цвелев Н. Н. Род Горечавка – *Gentiana* L. // Флора европейской части СССР. Л.: Наука, 1978. Т. 3. С. 57–74.
11. Кузнецова Т. В., Пряхина Н. И., Яковлев Г. П. Соцветия. Морфологическая классификация. СПб.: Химико-фармацевтический институт, 1992. 128 с.
12. Сиротюк Э. А. Жизненные формы горечавковых Западного Кавказа: систематический и эколого-ценотический анализ // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Естественно-математические и естественные науки. 2012. № 2. С. 37–45.
13. Катаева Т. Н., Прокопьев А. С. Биологические особенности представителей рода *Gentiana* (Gentianaceae) в условиях интродукции на юге Томской области // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. № 38. С. 45–67.

References

1. Novakovskaya T. V. *Katalog rastenij Botanicheskogo sada Syktyvkarskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Pitirima Sorokina* [Catalog of plants of the Botanical Garden of the Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin]. Syktyvkar: Publishing house of the Syktyvkar State University, 2019. 80 p. (In Russ.)
2. Galinskaya V. D., Krasnoborov I. M. Flavonoid content in some Siberian species of gentian family (genus *Gentiana* L. and *Swertia obtusa* Ledeb.). *Rastitel'nye resursy Sibiri i ih ispol'zovanie* [Plant resources of Siberia and their use]. Novosibirsk: Nauka, 1978. Pp. 50–56. (In Russ.)
3. Aleksandrova M. S. *Metodika fenologicheskikh nablyudenij v botanicheskikh sadah SSSR* [Methods of phenological observations in the botanical gardens of the USSR]. Moscow: GBS AN SSSR [GBS of the USSR Academy of Sciences Publ.], 1975. 27 p. (In Russ.)
4. Lakin G. F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Vysshaya shkola [Graduate School], 1990 352 p. (In Russ.)
5. *Metodicheskie rekomendacii po semenovodstvu introducentov* [Guidelines for seed production of introducers]. Moscow: Nauka, 1980. 64 p. (In Russ.)
6. Vajmagij I. V. On the method of studying the seed productivity of plants. *Botanicheskij zhurnal* [Botanical journal]. 1974. Vol. 59. No 6. Pp. 826–831. (In Russ.)
7. Serebryakova T. I., Voronin N. S., Elenevskij A. G. et al. *Botanika s osnovami fitocenologii: anatomiya i morfologiya rastenij* [Botany with the basics of phytocenology: anatomy and morphology of plants]. Moscow: Akademkniga [Academbook], 2006. 543 p. (In Russ.)
8. Il'ina T. A. *Lekarstvennye rasteniya. Bol'shaya illyustrirovannaya enciklopediya* [Medicinal plants. A large illustrated encyclopedia]. Moscow: Eksmo, 2014. 304 p. (In Russ.)

9. Volkova G. A., Mishurov V. P., Portnyagina N. V. Introduction of useful plants in the subzone of the middle taiga of the Komi Republic (Results of the work of the Botanical Garden for 50 years). St. Petersburg: Nauka, 2002. 395 p. (In Russ.)

10. Cvelev N. N. Gentian genus – *Gentiana* L. *Flora Evropejskoj chasti SSSR* [Flora of the European part of the USSR]. Vol. 3. Leningrad: Nauka, 1978. Pp. 57–74. (In Russ.)

11. Kuznecova T. V., Pryahina N. I., Yakovlev G. P. *Socvetiya. Morfologicheskaya klassifikaciya* [Inflorescences. Morphological classification]. St. Petersburg: Himiko-farmaceuticheskij institute [Chemical and pharmaceutical Institute Press.], 1992. 128 p. (In Russ.)

12. Sirotyuk E. A. Life forms of gentians of the Western Caucasus: systematic and ecological-cenotic analysis. *Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Estestvenno-matematicheskie i estestvennye nauki* [Bulletin of the Adygea State University Press. Series of Natural-mathematical and natural sciences]. 2012. No. 2. Pp. 37–45. (In Russ.)

13. Kataeva T. N., Prokop'ev A. S. Biological features of *Gentiana* (Gentianaceae) representatives in the conditions of introduction in the south of the Tomsk region. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* [Bulletin of Tomsk State University. Biology], 2017. No 38. Pp. 45–67. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Шушпанникова Галина Сергеевна

канд. биол. наук. доцент кафедры биологии; ResearcherID E-8257-2016

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55

Фомина Яна Александровна

магистрант

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55

Galina S. Shushpannikova

PhD (Biology). Assistant Professor of the Department of Biology, ResearcherID E-8257-2016

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University
55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167000,
Russia

Yana A. Fomina

undergraduate

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University
55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167000,
Russia

Статья поступила в редакцию / The article was submitted

08.12.2022

Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing

12.12.2022

Принята к публикации / Accepted for publication

15.12.2022

Проба пера

Научная статья / Article

УДК: 579.222

<https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-66>

Гетеротрофные почвенные микроорганизмы минерализационно-иммобилизационного цикла азота в еловых лесах средней тайги (на примере Ботанического сада СГУ им. Питирима Сорокина)

Цимборевич Евгения Сергеевна

Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина, Сыктывкар,
Россия, 167001. Октябрьский пр., 55, evgeniaushenka@gmail.com

Научный руководитель: Н. Н. Шергина, канд. биол. наук, доцент

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследования численности почвенных микроорганизмов минерализационно-иммобилизованного цикла азота и структуры микробных сообществ в подзолистых почвах ельника кисличного и ельника черничного подзоны средней тайги.*

***Ключевые слова:** эколого-трофические группы микроорганизмов; минерализация, иммобилизация, подзолистые почвы, подзона средней тайги, цикл азота, ботанический сад, ельник черничный, ельник кисличный*

***Для цитирования:** Цимборевич Е. С. Гетеротрофные почвенные микроорганизмы минерализационно-иммобилизационного цикла азота в еловых лесах средней тайги (на примере Ботанического сада СГУ им. Питирима Сорокина) // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология. 2023. № 1 (25). С. 66–75. <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-66>*

Heterotrophic soil microorganisms of the mineralization-immobilization nitrogen cycle in middle taiga spruce forests (by the example of the Pitirim Sorokin SSU botanical garden)

Cimborevich Evgeniya Sergeevna

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia, evgeniaushenka@gmail.com

Scientific adviser: N. N. Shergina, Ph.D. PhD, Associate Professor

***Abstract.** The article presents the results of a study of the number of soil microorganisms of the mineralization-immobilized nitrogen cycle and the structure of microbial communities in podzolic soils of the oxalis spruce forest and blueberry spruce forest of the middle taiga subzone.*

***Keywords:** ecological and trophic groups of microorganisms; mineralization, immobilization, podzolic soils, middle taiga subzone, nitrogen cycle, botanical garden, bilberry spruce forest, sorrel spruce forest*

***For citation:** Cimborevich E. S. Heterotrophic soil microorganisms of the mineralization-immobilization nitrogen cycle in middle taiga spruce forests (by the example of the Pitirim Sorokin SSU botanical garden). *Vestnik Syktyvkarskogo universiteta. Seriya 2. Biologiya, geologiya, himiya, ekologiya* = *Syktyvkar University Bulletin. Series 2. Biology, geology, chemistry, ecology*, 2023. 1 (25): 66–75. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2306-6229-2023-1-66>*

Введение. Азот относится к числу биофильных, жизненно важных элементов-органогенов и необходим для функционирования всех живых существ. Круговорот азота является наиболее сложным среди круговоротов химических элементов [1]. Микробная биомасса связывает почвенные циклы углерода и азота стоком и источником биофильных элементов, является продуцентом биологически активных соединений.

Процессы мобилизации и иммобилизации азота протекают в почве одновременно, их интенсивность, соотношение между ними в значительной степени определяют азотный режим почвы и условия азотного питания растений [2].

Непрерывное превращение минерализованного азота в органические продукты синтеза, а иммобилизованного азота – в минеральные продукты разложения, сопряженное с ростом и отмиранием микробной биомассы, определяется как минерализационно-иммобилизационная оборачиваемость (Mineralization-Immobilization Turnover) азота в почве [3].

Микробиологическим процессам в почвах свойственна чрезвычайная динамичность. Это подтверждается данными по исследованию биомассы почвенных микроорганизмов в мониторинге экосистем северной тайги М. В. Якутина, А. Г. Шарикалова и А. И. Шепелева [4]. Они отмечают, что подавляющее большинство микроорганизмов обитает в лесной подстилке и гумусовом горизонте, а в подзолистом горизонте численность микроорганизмов резко снижена. По мере перехода от южного климата к более холодному северному, численность микроорганизмов почв снижается.

Наиболее изучена сапротрофная, или зимогенная, группа микроорганизмов различных почв. Бактерии *Pseudomonas fluorescens*, являющиеся пионерами освоения органических растительных остатков, более богато представлены в почвах Севера, где медленно идет минерализация. В почвах со слабо протекающими процессами минерализации органических веществ доминируют спорообразующие бактерии, для которых необходим органический азот (*Bacillus cereus*, *Bacillus mycoides* и др.). В. Т. Емцевым детально изучена экология спорообразующих азотфиксирующих бактерий рода *Clostridium*. Некоторые из них, например *Clostridium pasteurianum*, в больших количествах представлены только в северных почвах [2].

В разные сезоны, как отмечают авторы, наблюдаются различия в обилии почвенных бактерий. В ельнике чернично-зеленомошном в весенний период количество аммонификаторов преобладает над количеством нитрификаторов, т. е. активно потребляется органическая форма азота, а минеральный азот используется незначительно, и коэффициент минерализации невелик. За лето количество аммонификаторов уменьшается, так как разложилась большая часть органики, и увеличивается доля нитрификаторов и олигонитрофилов, происходит нитрификация аммонийного азота. Остатки органики подвергаются дальнейшему разложению, и процент минерализации снижается к весне следующего года, в то же время уменьшается и количество аммонификаторов [5].

Результаты исследований по минерализации органического азота в почвах средней тайги свидетельствуют о том, что процесс трансформации органического вещества в основном происходит по пути накопления аммония [6]. Интенсивность нитрификации значительно ниже интенсивности аммонификации. Как указывает ряд исследователей [1; 7; 8; 9], в почвах хвойных лесов преобладание процессов аммонификации обусловлено особенностями гидротермического режима почв, реакцией почвенного раствора, составом органического вещества, а также наличием специфических продуктов разложения подстилок (воскосмолы, лигнины).

Цель исследования – определить численность эколого-трофических групп микроорганизмов и структуру микробных сообществ минерализационно-иммобилизационного цикла азота в верхних почвенных горизонтах ельников черничного и кисличного средней тайги на территории Ботанического сада СГУ.

Представленные результаты исследований углубляют знания о почвенных микроорганизмах в еловых лесах средней тайги. Результаты исследования могут быть использованы при разработке систем охраны природы, рационального природопользования и устойчивого развития таежных экосистем.

Объекты и методы исследования. Исследование проводили на территории Ботанического сада ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. П. Сорокина» (далее – БС). На территории БС большая часть растительности сохраняется в естественном виде. Почти половину его площади (около 17 га) занимают леса с преобладанием еловых фитоценозов [10].

Почвы ельников относятся к типичным подзолистым почвам на суглинистых почвообразующих породах, которые распространены в среднетаежной подзоне на дренированных увалах под зеленомошными еловыми и березово-еловыми лесами [11]. Почвы характеризуются недостатком азота и подвижных соединений фосфора и калия, высокой кислотностью [12].

Объектами исследования являлись почвы ельника черничного и ельника кисличного. Образцы почвы ельников черничного и кисличного отобраны на различных глубинах почвенного профиля: от 0 до 40 см в июне 2021 года.

Определение актуальной и потенциальной кислотности почвенных образцов показало изменение актуальной кислотности в пределах рН 4.62–4.8, что указывает на среднекислую реакцию почвенного раствора. Потенциальная обменная кислотность не превышает рН 4.0 (табл. 1).

Таблица 1

Кислотность почвенных образцов исследуемых горизонтов

Ельник	Горизонт	Глубина, см	Кислотность почвы			Величина гидролитической кислотности, ммоль/100 г почвы
			Актуальная	Потенциальная		
				Обменная	Гидролитическая	
Черничный	A ₀ A ₁	0–6	4.66	3.72	6.01	16.90
	A ₁ A ₂	6–8	4.7	3.72	6.2	11.20
	A ₂ B ₁	8–20	4.74	3.78	6.34	8.28
	B ₂	20–40	4.97	3.70	6.33	8.45
Кисличный	A ₀ A ₁	0–4	4.62	3.60	6.04	15.80
	A ₁ A ₂	4–14(16)	4.70	3.61	6.10	13.90
	B ₁	14(16)–30	4.71	3.72	6.21	11.00
	B _{2h}	30–40	4.80	3.71	6.20	11.20

Содержание углерода по горизонтам очень сильно варьирует и составляет 1.83–3.88 % (табл. 2).

Горизонтом аккумуляции органического вещества является лесная подстилка с гумусовым горизонтом A₀A₁, где содержание органического углерода варьирует от 2.64 до 3.88 %. В подзолистом горизонте A₁A₂ и в верхней части элювиально-иллювиального

горизонта В благодаря активной миграции в них водорастворимых гумусовых соединений, образующихся при разложении растительного опада, содержание углерода органических соединений находится в пределах 1.95–2.33 %.

Таблица 2

Содержание органического углерода в почвенных горизонтах исследуемых ельников

Ельник	Горизонт	Глубина, см	Массовая доля органического углерода в почве, (С) %	Содержание органического углерода в почве, %
Черничный	A ₀ A ₁	0–6	1.53	2.64
	A ₁ A ₂	6–8	1.42	2.45
	A ₂ B ₁	8–20	1.35	2.33
	B ₂	20–40	1.25	2.16
Кисличный	A ₀ A ₁	0–4	2.25	3.88
	A ₁ A ₂	4–14(16)	1.21	2.09
	B ₁	14(16)–30	1.13	1.95
	B ₂ h	30–40	1.06	1.83

Количественный учет различных эколого-трофических групп микроорганизмов (ЭКТГМ) осуществляли по числу выросших колоний (метод Коха). Посев различных разведений почвенных суспензий проводили на агаризованные питательные среды различного состава: КАА (амилолитические бактерии, использующие аммонийный азот), среда Эшби (олигонитрофилы), МПА (аммонификаторы), среды Гильтея и Березовой (денитрифицирующие бактерии).

Рассчитывали коэффициенты минерализации и иммобилизации Мишустина, которые определяются отношением численности микроорганизмов, учтенных посевом на крахмало-аммиачном агаре (КАА) к численности микробов, учтенных посевом на мясопептонном агаре (МПА) [13].

Результаты и обсуждение. Изменение численности микроорганизмов различных эколого-трофических групп варьирует в зависимости от глубины почвенного горизонта (табл. 3).

Таблица 3

Численность ЭКТГМ минерализационно-иммобилизационного подцикла азота в верхних почвенных горизонтах ельника черничного и кисличного

Горизонт, глубина, см	ЭКТГМ	Численность, КОЕ*10 ⁷ /г. а.с.п., X±σ	
		Ельник черничный	Ельник кисличный
A ₀ A ₁	аммонификаторы	598.1±97.9	389.7±63.0
	амилолитики	156.6±87.1	282.6±213.1
	денитрификаторы	19.0±7.5	54.0±8.2
	олигонитрофилы	2.6±0.4	1.4±0.7
A ₁ A ₂	аммонификаторы	518.5±80.3	234.7±139.6
	амилолитики	131.9±79.3	285.0±38.7
	денитрификаторы	26.2±3.0	32.4±0.7
	олигонитрофилы	1.3±0.4	1.1±0.4

Горизонт, глубина, см	ЭКГМ	Численность, КОЕ*10 ⁷ /г. а.с.п., X±σ	
		Ельник черничный	Ельник кисличный
A ₂ B ₁ /B ₁	аммонификаторы	601.7±63.9	272.3±130.1
	амилолитики	324.0±140.0	323.0±43.8
	денитрификаторы	27.1±5.6	14.4±3.3
	олигонитрофилы	4.7±0.4	1.2±0.4
B ₂ /B _{2h}	аммонификаторы	338.1±50.6	375.3±140.6
	амилолитики	150.2±110.8	498.8±74.0
	денитрификаторы	22.9±5.0	22.6±7.0
	олигонитрофилы	3.1±1.6	1.4±0.6

Численность микроорганизмов аммонификаторов и амилолитиков незначительно изменяется по почвенным профилям ельников черничного и кисличного, максимальные значения численности амилолитических бактерий в ельнике черничном отмечены в горизонте A₂B₁, а в ельнике кисличном – в горизонтах A₀A₁ и B₂h. Такая ситуация может складываться в раннелетний период при промывном водном режиме, когда легко растворимые органические соединения мигрируют из верхних горизонтов по всему профилю. Олигонитрофильные микроорганизмы представляют минорную группу и являются индикаторами низкого содержания минерального азота в исследуемых почвах. Минимальные значения численности олигонитрофилов отмечены в элювиальном горизонте A₁A₂. Незначительные изменения численности бактерий-денитрификаторов говорят о том, что почвенный профиль от 0 до 40 см увлажнен одинаково.

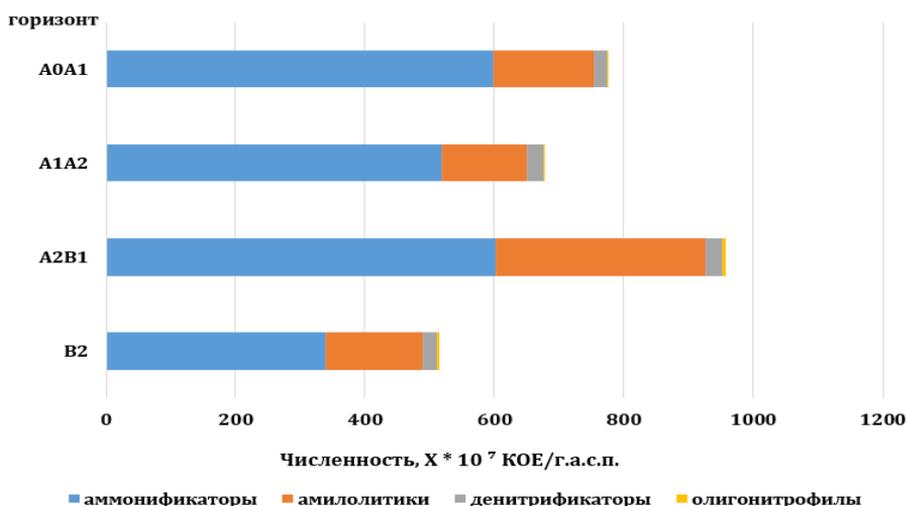


Рис. 1. Структура микробного сообщества по горизонтам в почвенном профиле ельника черничного

В верхнем почвенном горизонте ельника кисличного наблюдалась максимальная численность эколого-трофических групп микроорганизмов, наиболее высокие значения отмечены у аммонификаторов и амилолитиков, а затем численность этих групп микроорганизмов снижается к горизонту A₁A₂. Следует отметить, что в почвенном профиле ельника кисличного в горизонтах A₁A₂, B₁ и B₂h максимальной численностью

характеризуются амилолитические микроорганизмы, численность которых увеличивается со снижением глубины почвенного профиля. Численность денитрификаторов снижается от верхнего горизонта к горизонту В₁, что, очевидно, указывает на уменьшение влажности. Количество олигонитрофильных микроорганизмов незначительно. Минимальные значения численности всех ЭКТГМ отмечены в элювиальном горизонте.

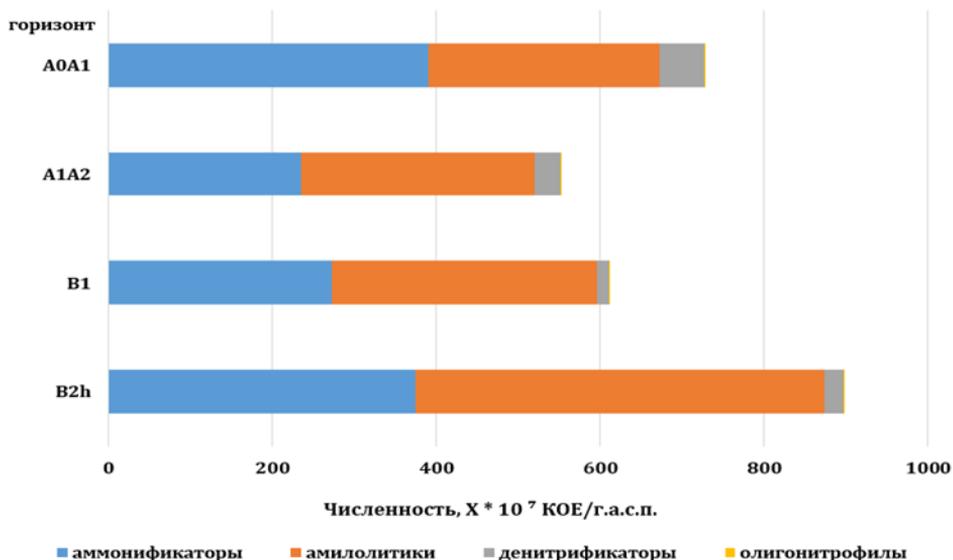


Рис. 2. Структура микробного сообщества по горизонтам почвенного профиля ельника кисличного

Структура микробного сообщества почвенного профиля ельника черничного и кисличного отражена на рис. 1 и 2.

В структуре микробного сообщества почвенного профиля ельника черничного (рис. 1) доминирующее положение занимают аммонификаторы, следующая за ними группа представлена амилолитическими бактериями, использующими аммонийный азот, эти группы микроорганизмов связаны с содержанием гумуса в почвенных горизонтах. В горизонте А₂В₁ складываются благоприятные условия для развития почвенных микроорганизмов, поэтому все эколого-трофические группы микроорганизмов минерализационно-иммобилизационного цикла азота имеют максимальную численность.

В структуре микробного сообщества почвенного профиля ельника кисличного (рис. 2) доминируют амилолитические бактерии (кроме горизонта А₀А₁), содоминируют аммонифицирующие бактерии. Численность аммонификаторов в верхних горизонтах профиля ельника кисличного теоретически не должна резко изменяться, так как содержание в них органического углерода колеблется незначительно (табл. 2). Однако наблюдается снижение численности аммонификаторов в горизонтах (А₁А₂ и В₁), что может быть связано с низким содержанием доступного азота. В нижележащем горизонте численность снова возрастает, что говорит о благоприятных условиях для развития микроорганизмов.

Наглядные различия в структуре микробных сообществ в почвенных профилях двух ельников отражены на рис. 3. Наблюдается практически одинаковое содержание аммонификаторов и амилолитиков в профиле ельника кисличного при трехкратном преобладании аммонификаторов в почве ельника черничного. В почве ельника чер-

ничного происходит иммобилизация азота, что проявляется возрастанием численности олигонитрофилов.

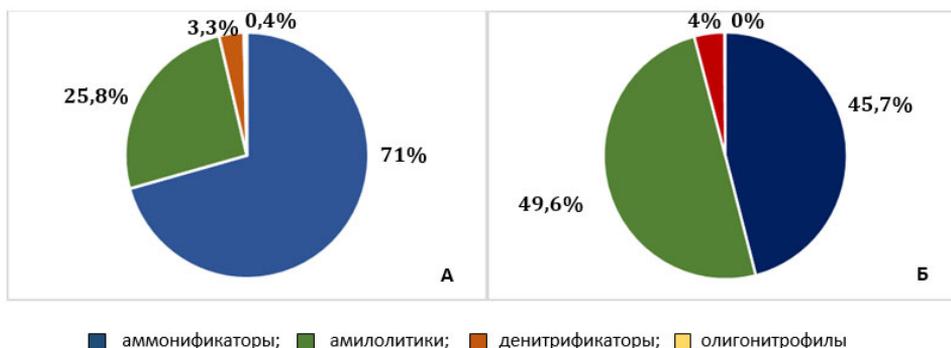


Рис. 3. Процентное соотношение ЭКТГМ в общей численности микроорганизмов в почвенном профиле ельничного (А) и ельничного кисличного (Б)

Наибольшая численность бактерий, участвующих в трансформации органических соединений азота связана с аммонификаторами, численность амилолитических бактерий показывает, как активно происходит иммобилизация аммония в почвенных горизонтах. Поэтому один из важных показателей активности процессов минерализации и иммобилизации в почве отражает коэффициент минерализации и иммобилизации Мишустина (рис. 4).

На рис. 4 отражено различие почвенных профилей двух исследуемых ельников по активности процессов минерализации и иммобилизации азота. $K_{имм}$ в почвенном профиле ельничного кисличного в 2 раза превышают значения этого показателя в почвенном профиле ельничного черничного, что согласуется с распределением органического углерода в исследуемых почвенных горизонтах ельников (табл. 2).

Численность ЭКТГМ в исследованных почвенных образцах оказалась высокой – от 10^6 до 10^9 КОЕ/г.а.с.п. Полученные показатели близки к результатам численности бактерий в лесных почвах Республики Карелия 10^5 – 10^7 КОЕ/г.а.с.п [6].

В иллювиальном горизонте (B_1) ельничного зафиксировано максимальное число ($6.02 \cdot 10^9$ КОЕ/г. а.с.п.) аммонификаторов, наименьшее их число отмечено в элювиальном горизонте ельничного кисличного ($2.35 \cdot 10^9$ КОЕ/г. а.с.п.). В целом их уровень выше по сравнению с другими группами микроорганизмов практически во всех исследуемых горизонтах.

Количество бактерий, минерализующих азот, было максимальным ($2.83 \cdot 10^9$ КОЕ/г. а.с.п.) в гумусовом горизонте ельничного кисличного, наименьшее их число ($1.32 \cdot 10^9$ КОЕ/г. а.с.п.) зафиксировано в элювиальном горизонте ельничного черничного.

Численность денитрификаторов, способных восстанавливать N_2O , культивируемых на средах Гильтея и Березовой, в целом была низкой по сравнению с другими группами и находилась на уровне $3.2 \cdot 10^8$ КОЕ/г. а.с.п.

Количество бактерий, способных фиксировать молекулярный азот и растущих на среде Эшби, оказалось минимальным в исследуемых почвах. Больше всего олигонитрофилов обнаружено в иллювиальном горизонте (A_2B_1) под ельником черничным ($4.0 \cdot 10^7$ КОЕ/г. а.с.п.).

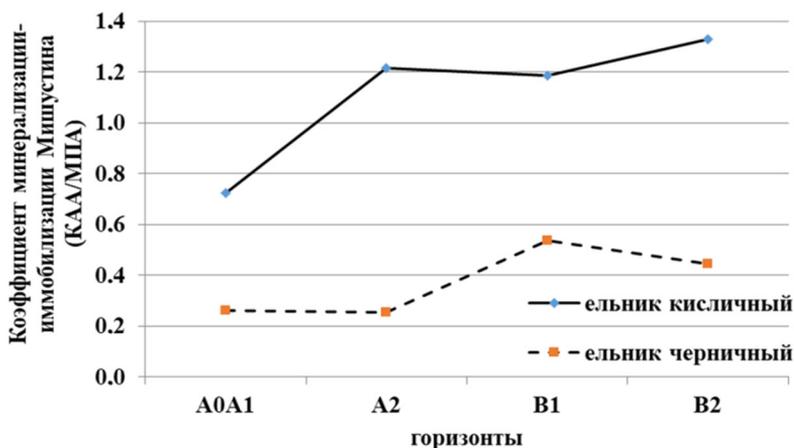


Рис. 4. Изменения коэффициентов минерализации-иммобилизации Мишустина ($K_{имм}$) по профилю почвы исследуемых ельников

Незначительные колебания численности в пределах почвенных горизонтов отмечены у денитрификаторов и олигонитрофилов. Различия в численности ЭКТГМ могут быть связаны с содержанием органического углерода и азота в почвенных горизонтах, с изменением влажности в пределах почвенного профиля. Характер распределения микроорганизмов по почвенному профилю также зависит от географического положения, типа почв и теплового режима почвенных горизонтов [6].

Заключение. Численность эколого-трофических групп микроорганизмов в почвенных профилях (0–40 см) ельников черничного и кисличного варьирует в широких пределах, что характерно для почв таежных экосистем. Численность аммонификаторов снижается с глубиной почвенного профиля, численность амилолитиков увеличивается. Количество денитрификаторов сохраняет максимальные значения в горизонтах A₂ и B₁. Олигонитрофилы во всех горизонтах имеют минимальную численность.

В структуре микробных сообществ почвенных горизонтов исследуемых ельников, участвующих в минерализационно-иммобилизационном цикле азота, основную роль в минерализации органического вещества играют бактерии-аммонификаторы, а в иммобилизации азота – микроорганизмы амилолитики, использующие аммонийный азот. Денитрификаторы и олигонитрофилы составляют минорную часть микробного почвенного сообщества.

Изменения в численности и структуре микробных сообществ почвенных профилей ельников связаны с содержанием доступного органического углерода. Снижение количества углерода приводит к снижению численности аммонификаторов и амилолитиков, что подтверждается исследованиями многих авторов.

Коэффициенты минерализации и иммобилизации Мишустина в почвенном профиле ельника кисличного в 2 раза превышают значения этого показателя в почвенном профиле ельника черничного, что согласуется с распределением органического углерода в исследуемых почвенных горизонтах ельников.

Список источников

1. Федорец Н. Г. Экологические особенности соединений углерода и азота в лесных почвах. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003. 240 с.
2. Емцев В. Т. Микробиология : учебник для бакалавров. М.: Юрайт, 2018. 430 с.

3. Семенов В. М. Функции углерода в минерализационно-иммобилизационном обороте азота в почве. М.: Наука, 2020. 19 с.
4. Якутин М. В. Биомасса почвенных микроорганизмов в мониторинге экосистем северной тайги, нарушенных в процессе газодобычи // Гео-Сибирь (журнал Сибирского гос. ун-та геосистем и технологий). Новосибирск, 2010. № 2. С. 81–85.
5. Хабибуллина Ф. М. Роль микромицетов в трансформации растительных остатков в ельнике чернично-зеленомошном средней подзоны тайги // Лесной журнал. 2007. № 4. С. 40–46.
6. Мамай А. В. Микробная трансформация соединений азота и углерода в лесных почвах средней тайги (на примере Карелии). М.: МГУ им. Ломоносова, 2014. 153 с.
7. Загуральская Л. М. Микробная трансформация органического вещества в лесных почвах Карелии. СПб.: Наука, 1993. 136 с.
8. Ремезов Н. П. Аммонификация и нитрификация в лесных почвах // Исследования по лесному почвоведению. 1941. № 24. С. 56–70.
9. Шумаков В. С. О причинах, задерживающих нитрификацию в лесных почвах // Почвоведение. 1948. № 4. С. 227–237.
10. Новаковская Т. В. Естественная растительность ботанического сада Сыктывкарского государственного университета // Сб. науч. работ «Разнообразие и классификация растительности». Ялта: Изд-во Национального научного центра РАН, 2016. Т. 143. С. 133–139.
11. Атлас почв Республики Коми / под ред. Г. В. Добровольского, А. И. Таскаева, И. В. Забоевой. Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2010. 356 с.
12. Шергина Н. Н. Микробиология с основами вирусологии : сб. описаний лабораторных работ для студентов химико-биологического факультета. Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2007. 76 с.
13. Чеботарев Н. Т. Влияние минеральных удобрений и известкования на свойства дерново-подзолистых почв и продуктивность бобово-злаковой травосмеси в условиях Республики Коми // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. № 22. С. 385–392.

References

1. Fedorec N. G. *Ekologicheskie osobennosti soedinenij ugleroda i azota v lesnyh pochvah* [Ecological features of carbon and nitrogen compounds in forest soils]. Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN, 2003. 240 p. (In Russ.)
2. Emcev V. T. *Mikrobiologiya: Uchebnik dlya bakalavrov* [Microbiology: Textbook for Bachelors]. Moscow: YUrajt, 2018. 430 p. (In Russ.)
3. Semenov V. M. *Funkcii ugleroda v mineralizacionno-immobilizacionnom oborote azota v pochve* [Carbon functions in the mineralization-immobilization turnover of nitrogen in the soil]. Moscow: Nauka, 2020. 19 p. (In Russ.)
4. Yakutin M. V. Biomass of soil microorganisms in monitoring of ecosystems of the Northern taiga disturbed during gas production. *Geo-Sibir' [Geo-Siberia (Journal of the Siberian State University of Geosystems and Technologies)]*. Novosibirsk, 2010. No 2. Pp. 81–85. (In Russ.)
5. Habibullina F. M. The role of micromycetes in the transformation of plant residues in the blueberry-green moss spruce forest of the middle taiga subzone. *Lesnoj zhurnal [Forest Magazine]*. 2007. No 4. Pp. 40–46. (In Russ.)
6. Mamaj A. V. *Mikrobnaya transformaciya soedinenij azota i ugleroda v lesnyh pochvah srednej tajgi (na primere Karelii)* [Microbial transformation of nitrogen and carbon compounds in forest soils of the Middle taiga (on the example of Karelia)]. Moscow: Lomonosov Moscow State University, 2014. 153 p. (In Russ.)
7. Zagural'skaya L. M. *Mikrobnaya transformaciya organicheskogo veshchestva v lesnyh pochvah Karelii* [Microbial transformation of organic matter in Karelian forest soils]. Saint Petersburg: Nauka, 1993. 136 p. (In Russ.)
8. Remezov N. P. Ammonification and nitrification in forest soils. *Issledovaniya po lesnomu pochvovedeniyu [Studies in forest soil science]*. 1941. No 24. Pp. 56–70. (In Russ.)
9. SHumakov V. S. About the reasons delaying nitrification in forest soils. *Pochvovedenie [Soil Science]*. 1948. No 4. Pp. 227–237. (In Russ.)
10. Novakovskaya T. V. Natural vegetation of the botanical garden of Syktyvkar State University. *Raznoobrazie i klassifikaciya rastitel'nosti: sb. nauch. rabot [Collection of scientific works "Diversity and*

classification of vegetation]. Yalta: Publishing House of the National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2016. Vol. 143. Pp. 133–139. (In Russ.)

11. *Atlas pochv Respubliki Komi* [Atlas of soils of the Komi Republic] / Edited by G. V. Dobrovolskogo, A. I. Taskaeva, I. V. Zaboevoj. Syktyvkar: OOO «Komi respublikanskaya tipografiya» = *Komi Republican Printing House LLC*, 2010. 356 p. (In Russ.)

12. Shergina N. N. *Mikrobiologiya s osnovami virusologii: sbornik opisanij laboratornyh rabot dlya studentov himiko-biologicheskogo fakul'teta* [Microbiology with the basics of virology: Collection of descriptions of laboratory work for students of the Faculty of Chemistry and Biology]. Syktyvkar: Publishing house of SSU Pitirim Sorokin, 2007. 76 p. (In Russ.)

13. Chebotarev N. T. The effect of mineral fertilizers and liming on the properties of sod-podzolic soils and the productivity of legume-cereal grass mixture in the Komi Republic. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science of the Euro-North-East]. 2020. No 22. Pp. 385–392. (In Russ.)

Информация об авторе / Information about the author

Цимборевич Евгения Сергеевна
магистрант

Evgeniya S. Cimborevich
Undergraduate

Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University
55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167000,
Russia

Статья поступила в редакцию / The article was submitted
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing
Принята к публикации / Accepted for publication

15.12.2022

21.12.2022

29.12.2022

Зарисовки

Рассказ / Story

Рождение рассказа...

Доровских Геннадий Николаевич

Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина,
Сыктывкар, Россия, 167001. Октябрьский пр., 55,
dorovskg@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7502-8989>

С достаточно раннего возраста у меня возникал вопрос, как это писатель находит тему для своего сочинения. Откуда у него возникает идея того или иного произведения. Если с биографическими опусами худо-бедно было понятно, то вот с художественными все в совершенном тумане. Особо вызвал удивление роман Роберта Александровича Штильмарка (1909–1985) «Наследник из Калькутты», создававшийся на далекой северной стройке. Роман на удивление жизнеутверждающий... Таким он родился в Заполярье!

...

Не могу сказать, что сейчас для меня все прояснилось. Нет. Но кое-что все же стало понятным. Имею в виду не теорию литературного творчества, а чисто житейскую составляющую этой деятельности. Здесь, конечно, сыграла немаловажную роль практика написания научных статей. Это подготовка к написанию текста, понятного не только для самого автора, но прежде всего для читателей. Поиски наиболее адекватного отражения излагаемого материала. Это проходило на фоне экспедиционной работы, преподавания, общения с коллегами, среди которых были и есть немало ярких личностей, так или иначе повлиявших на мое восприятие жизни.

И вот весь этот «компот», варившийся на протяжении десятилетий, и «выстрелил» в конце концов. Это выразилось в первую очередь в появлении желания изложить на бумаге свои наблюдения и соображения, а затем и поделиться с другими своими мыслями, впечатлениями...

...

Оказалось, сюжет рассказа рождается сам. Не в смысле раз и... Нет. Он приходит откуда-то из глубины... Из предыдущего жизненного опыта, накоплений в виде наблюдений, впечатлений, размышлений, каких-то умозаключений. Наверное, я в этом убежден, из удивлений, таких как «о-о-ого!», испуга, страха... И такое бывало... И не раз. Страшно бывало... Порой до дрожи в коленках, чуть ли не до паники... Хоть караул кричи. Так не докричишься. В тайге-то, тундре. Да и в горах, на море, и реке, и озере такое случалось. Часто и один ведь ходил. И сплавлялся один. На резиновой лодке, а то и на плоту. И в горы лазил. И на топком болоте ночевать приходилось. Всякое бывало. Но вот как раз то, что вызывает взрыв эмоций, то и запечатлевается. Позже осознается. Сортируется. Чем-то хочется поделиться, и рождается рассказ. Чаще устный, реже записанный. Что-то не хочется выносить на свет. Видимо, рано. Не осмыслил, не очертил. Не выделил главное. Это запас. Запас на будущее. А что-то и не хочется выносить на всеобщее обозрение. Это свое. Это «для сёбе». Не всем и не всё следует рассказывать... Жизнь это показала и доказала, и даже наказала...



Река Кедровка. Кольцевание гусей



Плот готов к сплаву

Где рождается идея будущего сочинения?

Могу сказать, что специального места для этого нет. Случалось, что во время поездки, в лесной избушке, палатке, у костра... Бывало во время отдыха, в гостинице, на пляже и даже в ресторане... А вот идея этого рассказа родилась во время семинара, когда студент делал доклад, демонстрируя презентацию... Видимо, тема очень интересная была... Завораживала...



На плато Мань-пу-нёр



На р. Б. Шежим в районе избы «Пристань»

...

Появляется идея и... Бывает, что на одном дыхании, почти без правок, сразу... Сел и... Рассказ готов. Так было с рассказом «Знакомство с Арктикой» и еще двумя-тремя.



Река Б. Шежим. У избы «Вологодская 2»



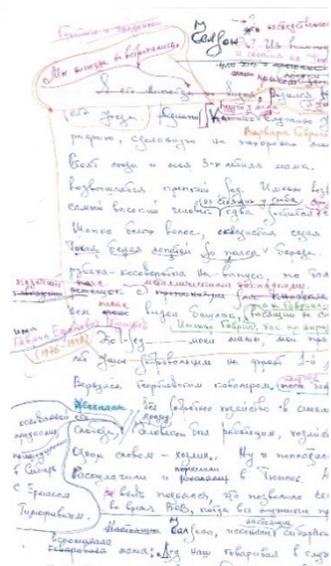
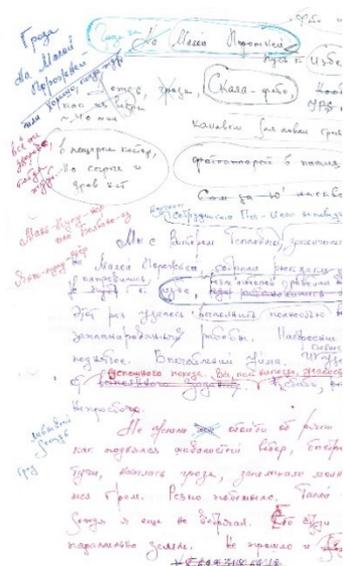
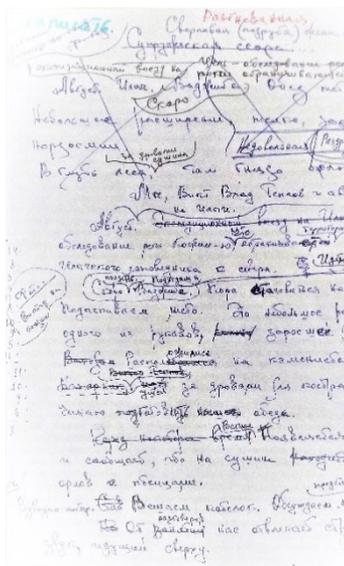
Река Пырсю. В. В. Теплов у костра

Однако чаще рождение бывает трудным, нередко даже весьма трудным, хотя в начале казалось все очевидно. Но не получается. Написал, изложил все, что считал нужным и важным, а не то... Ощущение отсутствия драматизма, эмоций... Ты очевидец, часто участник события, тебе понятно. А читатель? Он должен уловить напряженность момента, понять события, предшествующие ему, увидеть изнутри. Его надо поместить во внутрь описываемой сцены, чтобы он взглянул на событие моими глазами, ощутил произошедшее кожей, внутренностями, всем своим существом.

Вот тут самое тяжелое и происходит. Это работа со словом. Уловить смысловой оттенок, нюанс, вот что сложно... Однако нельзя без этого. Без этого «труба дело». Это не произведение, это так, констатация факта, описание события... Такая, можно сказать, бухгалтерия. Так пишутся полевые дневники. Дата, время, место, по возможности координаты, событие, что, сколько, каких...

Конечно, полевой дневник – это интересно, содержательно, информативно. Бывает и чепуха, которая в момент ее наблюдения кажется чем-то важным, а при камеральной обработке материала выясняется, что чушь. Однако без этого нельзя. Да и не получится! Сразу во всем не разберешься. Не охватишь. Не оценишь. Это уже потом, в домашней обстановке, в лаборатории, аудитории, на прогулке что-то складывается, сцепляется, выстраивается в логическую цепочку... А что-то и отсеивается... Со временем это отсеянное вдруг оказывается недостающим к вновь возникающей картине. И начинаешь его отыскивать. Перерываешь все, что у тебя накопилось... Это время, это нервы, это... Это много что! Неновичок это знает и поймет, а новичку не объяснишь... Это то, до чего самому дойти надо. Человек опытный знает, выбрасывать ничего нельзя. Рано или поздно это понадобится. А может и нет. Но жизнь показывает, как-только что-то выбросил, отдал, вычеркнул – становится нужным и даже необходимым. И если это восстановить не удастся, оно воспринимается как утрата ценности огромной... Ты мучаешься, ругаешься сам с собой, пытаешься оправдаться. Позже ищешь выход... И... не находишь. Но в другой раз уже ничего не выбрасываешь, складываешь... Потом, через много месяцев, а то и лет находишь. Просматриваешь и... вновь кладешь на место. А бывало и... Вот же! Ё-ё-ё!!! Почему раньше-то не попадало на глаза, в руки? ... И начинается лихорадочная деятельность. Пока не работа, а именно деятельность. Ты все связанное прямо или косвенно с прорезавшейся темой складываешь... Пытаешься систематизировать, но по мере накопления материала система рухнет, возникает хаос. Хаос

прежде всего в мозгах. Они «горят», и ты теряешь нить будущего сочинения. Порой напряжение бывает настолько сильным, что организм отказывается над этим работать. Ты все это бросаешь. Затем, спустя порой значительное время, возвращаешься. Бывает, что забрасываешь... Можешь по несколько раз к этому возвращаться и... бросить... Не идет и всё. Ну вот... и всё!



Рукописи первых страниц трех рассказов

А бывает, что выстраивается логическая цепочка, она «утяжеляется», обрастает подробностями. Последние тянут за собой следующие моменты и т. д. И в конце концов что-то рождается. Порой до смешного... Получается совершенно не то, о чем думал, над чем работал, а что-то третье... Это есть обдумывание, осмысление материала... И на поверку, при глубоком погружении в него, первоначальный поверхностный взгляд и основанные на нем умозаключения оказываются неверными или неточными... Вот так это и бывает. На бытовом уровне вот как-то так и случается. И называется это творческим поиском, процессом...

Ну так что это? Вот с коллегами пошли порыбачить, ну клюнул окунёк, оторвал мормышку, а затем вновь клюнул и попался, и мормышка вернулась. Посмеялись, поерничали. Ну и все. Ну и что? А много лет спустя вспомнился этот случай, и увиделся он совершенно по-другому. Почему? Условия, обстановка изменились. Другие отношения коллег, другой подход к решению общих задач, к общежитию. Сейчас такой общий поход на рыбалку разновозрастных, с отличными взглядами, подготовкой людей просто немислим. А тогда это было в порядке вещей! И вот на этом контрасте этот небольшой эпизод заиграл по-иному... Родился рассказ. Тот самый «Окуневый глаз».

...

Вот и сейчас, подбирая фотографии для иллюстрации рассказа, наткнулся на материалы по-нашему с В. В. Тепловым походу в верховья реки Шайтановки. Подумал, а почему бы... Приключений тогда было предостаточно. Да и места эти достойны внимания. Люди здесь практически не бывают. По крайней мере, следов пребывания здесь человека в ближайшие годы мы не обнаружили. Надписи в избушках свидетельствовали, что их посещали последний раз лет двадцать-тридцать тому назад. Может и более.



На реке Шайтановке. В. В. Теплов у лодки

...

Это очередной пример появления идеи рассказа. И опять это условия, в данном случае просмотр фотографий, предыдущий опыт, т. е. экспедиционная работа, наличие эмоциональной окраски данных событий. Остается сосредоточиться и изложить упомянутые события на бумаге.

Вот как-то так...

Ничего сложного! Ничего невозможного.

Дерзайте, дорогой читатель!

Потери образования и науки



Тюрнин Борис Николаевич
12.03.1943 - 26.06.2022

Тюрнин Борис Николаевич. Преподаватель-зоолог

Силин Владимир Иванович

доктор географических наук, главный научный сотрудник сектора историко-демографических и историко-географических исследований Российского Севера Института языка, литературы и истории Коми НЦ УрО РАН, silinv@rambler.ru

26 июня 2022 г. не стало прекрасного человека, друга, преподавателя, краеведа, исследователя, надежнейшего человека Бориса Николаевича Тюрнина. Для всех, кто его знал, это громадная потеря. В 2023 году ему исполнилось бы 80 лет.

В 1932 г. состоялось официальное открытие Коми государственного педагогического института (КГПИ), на котором присутствовали 120 студентов и 12 преподавателей. Одним из первых факультетов был естественный, впоследствии географо-биологический. Это событие для Коми края было знаковым. Институт в течение многих десятилетий был единственным высшим учебным заведением в республике. Здесь обучались будущие учителя, руководители, научные сотрудники, работники милиции и т. д.

В 1960-е годы в преподавательский состав КГПИ влились выпускники института. Это поколение преподавателей, родившихся в период войны или после ее окончания, отличалось целеустремленностью, большим трудолюбием, романтическим восприятием учебы и работы. Одним из них был выпускник КГПИ, всю жизнь прослуживший в стенах института, прошедший путь от ассистента до заведующего кафедрой, Б. Н. Тюрнин. Борис Николаевич не был публичным человеком, поэтому большой удачей для всех нас стал его предсмертный очерк, вышедший в 2022 году, в котором он успел вкратце описать свой преподавательский труд [1].

Б. Н. Тюрнин родился в селе Деревянск Усть-Куломского района. Отец Николай Платонович и мать Надежда Андреевна привили сыну любовь к труду, Борис Николаевич никогда не сидел без дела. Возможно, деревенское прошлое, красота села, близость Вычегды сформировали его характер, желание познать природу, любовь к природе и людям, живущим на территории Коми края. Я в своей жизни не встречал человека, который бы знал и любил свой край так, как Борис Николаевич.

В 1966 году Б. Н. Тюрнин окончил факультет естествознания КГПИ. Еще в студенческие годы определились его научные интересы, в частности промысловая териология, методическая работа. В студенчестве Борис Николаевич не только хорошо учился, но и активно занимался спортом. Он рассказывал, как они, группа студентов, решили пойти в зимний поход на лыжах на Урал и, чтобы выполнить научные исследования, обратились к первым исследователям Медвежьей пещеры археологу В. И. Канивцу и геологу Б. И. Гуслицеру с предложением провести научные исследования в пещере, которая и была целью путешествия. Б. И. Гуслицер поручил организовать температурные исследования в пещере. Открытие палеолитической стоянки в Медвежьей пещере, расположенной на Северном Урале, на территории Печоро-Ильчского заповедника, было значительным событием в исторической науке.

Путешествие зимой с такой сложной задачей определенным образом характеризует участников похода. Во-первых, такое путешествие во время зимних каникул в верховья Печоры требует выносливости, большого опыта проведения зимних путешествий. Во-вторых, этот случай показывает, что студентам важен был не

просто поход, но и очень хотелось провести научные исследования и принести пользу коллегам.

Во время учебы Борис Николаевич встретил будущую свою жену Галину Яковлевну (в девичестве Артеева), тоже студентку факультета, которая на всю жизнь стала ему верной спутницей и опорой в жизни. В семье выросли два сына Сергей и Николай.

После окончания института Борис Николаевич был оставлен на преподавательской работе, которую начал в 1966 году в должности ассистента. В это же время была построена биостанция в местечке Коччойяг. С этой станцией связаны многие годы работы Б. Н. Тюрнина. Долгое время он был и ее руководителем.

В 1969–1972 годах Б. Н. Тюрнин учился в очной аспирантуре Рязанского университета по специальности «Зоология». Аспирантуру закончил с представлением диссертации к защите, но на три года диссертационные советы были закрыты, защита состоялась только в 1977 году. Название диссертационной работы «Особенности экологии и хозяйственного использования речного бобра на северо-востоке европейской части СССР (Коми АССР)» [2]. Первые научные публикации по этой работе появились в 1970 году.



Б. Н. Тюрнин на работе по учету бобров

Вернувшись из Рязани, молодой зоолог был вовлечен в реформирование производственной структуры института, учебных планов. В 1972 году состоялось открытие Сыктывкарского государственного университета, а с 1 сентября 1973 года, в соответствии с приказом Минпроса РСФСР отделение биологии и химии естественно-географического факультета КГПИ было передано в Сыктывкарский государственный университет, куда перешли работать ряд преподавателей КГПИ. В университет

передали значительное количество оборудования. По приказу от 12 октября 1973 года кафедру биологии разделили на кафедры ботаники и зоологии. Заведующим кафедрой зоологии назначили Н. А. Шевелева. В состав кафедры зоологии вошли К. С. Сенькина, Л. П. Крылова, Б. Н. Тюрнин, Э. К. Чупрова.

В июне 1974 года Б. Н. Тюрнин был командирован на Приполярный Урал (ст. Кожим) с целью выяснения возможности проведения комплексной практики по биологии и географии. В дальнейшем река Кожим стала на много лет плацдармом проведения комплексных практик. Зимой 1977 года Борис Николаевич выезжал со студентами в Печоро-Илычский заповедник с целью изучения материалов заповедника.

Большинство преподавателей факультета читали лекции и проводили полевые работы на курсах повышения квалификации учителей. Многие годы с Институтом повышения квалификации учителей работал и Б. Н. Тюрнин.

С 1979 года Б. Н. Тюрнин был переведен на должность доцента, через два года получил ученое звание «доцент». В 1991 году Борис Николаевич стал заведующим кафедрой зоологии.

Основным видом деятельности, по моему мнению, для Бориса Николаевича была педагогика. Прекрасный лектор, как никто знающий свой предмет, очень добросовестно относящийся к своему делу, он умел зажечь студентов желанием исследовать природу, путешествовать. Б. Н. Тюрнин вел курсы «Зоология позвоночных», «Животный мир Республики Коми», «Биогеография» и др. Под его руководством выполнены и защищены десятки дипломных работ, как правило, основанные на конкретных исследованиях и опирающиеся на большой фактический материал, собранный в многочисленных путешествиях по Коми краю.

Во все свои научные исследования он привлекал большое количество студентов. Делясь опытом практической работы, он передавал свои знания молодому поколению, студентам и учителям.

В 1980-е годы в учебном корпусе № 2 КГПИ под руководством Б. Н. Тюрнина был оформлен экологический музей «Животный мир Коми АССР».

При проведении учебных практик на Межадорской агростанции школы-интерната № 1 была оформлена первая в республике учебная экологическая тропа для воспитанников школы-интерната, выпущен методический плакат, показывающий, как нужно оформлять подобные мероприятия.

Б. Н. Тюрнин много лет вел зоологический кружок, члены которого обследовали бассейны рек республики, трижды руководил студенческими бригадами по Всероссийскому учету речного бобра, ондатры, выдры, норки. Экспедиции со студентами проводились с 1967 по 1990 год по заказу Управления охотничье-промыслового хозяйства при Совете министров Коми АССР (позже ПО «Комипромохота», затем ПО «Комиохотресурс»). Борис Николаевич писал: «Нами были обследованы до 260 водоемов (многие неоднократно) общей протяженностью 13.3 тыс. км² в 11 административных районах Республики Коми. Было зарегистрировано 1950 поселений, в которых обитали 6750 бобров» [1, с. 724].



Б. Н. Тюрнин во время занятия

В 1990-е годы Борис Николаевич много сил и энергии отдает проведению полевых практик студентов, выезжая с ними в различные уголки республики и участвуя в экспедициях в рамках Федеральной целевой программы «Интеграция». Из каждой экспедиции студенты привозили материал, впоследствии служивший основой для написания научных и учебных работ. ФЦП «Интеграция», в которой участвовали преподаватели (Б. Н. Тюрнин, В. Ф. Лысова, Б. Н. Мальков, В. И. Силин, Н. А. Шумилов, Э. С. Щербаков) и студенты КГПИ проводилась совместно с учеными Института геологии Коми НЦ УрО РАН, ИЯЛИ, преподавателями и студентами Сыктывкарского госуниверситета. Душой и организатором этого проекта был академик Н. П. Юшкин. Это была беспрецедентная научная акция, действительно объединившая ученых и студентов разных организаций. Студенты и ученые участвовали в разносторонних полевых исследованиях, в течение 20 лет проводились научные конференции с публикацией материалов конференций. Опубликованы десятки студенческих научных работ под руководством Б. Н. Тюрнина. Хотелось бы привести следующие его слова: «Научно-исследовательская работа имеет важное значение для профессиональной подготовки студентов, так как развивает самостоятельность, способствует приобретению многих навыков, требует проработки большого количества литературы, расширяет кругозор и значительно повышает интерес к предмету. Осознавая это, преподаватели географо-биологического факультета направляли усилия на это. Только хорошо знающий и любящий свой предмет учитель может увлечь ребят и плодотворно работать в школе. Особенно важно знание конкретного материала для учителей биологии и географии, так как учащиеся, особенно выпускники сельских школ, всегда интересуются окружающей природой и, если учитель способен удовлетворить их любознательность, постоянно обращаются к нему с самыми разными вопросами» [1, с. 723]. Эти слова прекрасно характеризуют взгляды Б. Н. Тюрнина на работу преподавателя и учителя.

Борис Николаевич был одним из первых организаторов и постоянным участником жюри по проведению биологических олимпиад школьников. Проводил многочисленные

лекции, семинары, полевые исследования в республиканском Институте усовершенствования учителей. Без сомнения, можно сказать, что Бориса Николаевича знали учителя всей республики. В 1992 году Б. Н. Тюрнин был награжден знаком «Отличник народного просвещения РСФСР». Борис Николаевич был очень скромным и никогда не стремился ни к наградам, ни к должностям, просто добросовестно с душой делал свое дело.

Отдельно хотелось бы сказать о публикации Б. Н. Тюрниным учебных пособий для студентов и учителей. Он считал эту работу очень важной. Многие пособия опубликованы в КГПИ, ИУУ и Лесном институте. Эти пособия – библиографическая редкость, вместе с тем они могут и сейчас быть вполне использованы, «но обучать некого, да и некому». В прежние годы на специальность «учитель географии и биологии» мы набирали 60 абитуриентов, в 2022 году поступило шесть человек и неизвестно, сколько из них после окончания университета попадут в школы.

Особо хотелось бы упомянуть работы Б. Н. Тюрнина, написанные в последние годы его работы в Лесном институте. Это «Охотничье-промысловые звери Республики Коми» (2006), «Техника охоты» (2007), «Охотничье-промысловые птицы Республики Коми» (2008), «Особо охраняемые природные территории Республики Коми» (2011) и др. Они не выходили за пределы института и изданы маленьким тиражом, но они несут весьма важную для учителей и краеведов информацию. Может быть, найдется издатель, который эти работы либо издаст, либо оцифрует.

Большую значимость для биологов имеет и научное наследие Бориса Николаевича. Многие годы работы по исследованию бобра и других животных позволили Б. Н. Тюрнину изучить экологию, географическое распространение, образ жизни речного бобра, норки и выдры. Борис Николаевич тесно сотрудничал с сотрудниками охотхозяйств, учеными Института биологии А. А. Естафьевым, А. А. Поповым и др.

Борис Николаевич обладал феноменальной памятью, он мог безошибочно сказать, где какой дом расположен в деревне, в которой он был лет 30 назад. В республике, пожалуй, нет такого уголка, где не побывал бы Борис Николаевич. Я его спросил, нет ли сожаления у него, что всю жизнь он посвятил изучению Коми края и мало путешествовал в другие места. Он ответил: «Нисколько не сожалею, лучше нашей республики ничего и быть не может».

Мне посчастливилось работать и путешествовать много лет с Борисом Николаевичем. Благодаря ему наши экспедиции, полевые практики заканчивались благополучно и задачи были выполнены. В далеких деревнях благодаря Б. Н. Тюрнину, его умению найти общий язык с местным населением находились трактор, лодка, помощь. Приходилось много-много раз видеть, насколько высок авторитет его как преподавателя. В любом районе всегда на помощь приходили его выпускники, которые считали своим долгом оказать нам самую разнообразную поддержку. Уже в шестидесятилетнем возрасте Борис Николаевич выезжал на практику со студентами на Приполярный Урал, у него тогда были проблемы с ногами, но зато он обеспечивал надежный тыл, уходя в маршруты, мы всегда знали, что в лагере нас ждет ужин и тепло. Говорят, что Борис Николаевич был атеистом, но в Ульяновском монастыре мы с ним отстояли длительную утреннюю службу. Он мне сказал: «Что ж ты не пожалел старика, ведь у меня ноги...» Много хотелось бы рассказать о прекрасном человеке, любящем свою Родину, семью, работу, но это уже формат другой статьи.

Поскольку в КГПИ, в отличие от Коми научного центра и Сыктывкарского университета, не издавались библиографические указатели, то создавалось впечатление, что преподаватели КГПИ не занимаются научной работой, но это далеко

не так. Список трудов Бориса Николаевича, который он принес мне несколько лет назад, содержит перечень более 160 научных и научно-методических публикаций. Знакомство с этими работами может помочь специалистам-биологам, педагогам, студентам открыть для себя что-то новое.

Основные работы Б. Н. Тюрнина

Тюрнин Б. Н. Определитель млекопитающих Республики Коми [Текст] : определитель. Сыктывкар: КГПИ, 1997. 70 с.

Животный мир Республики Коми (Материалы в помощь учителю, учащимся по биологии, краеведению) / сост. Б. Н. Тюрнин. Сыктывкар, 1996. 46 с.

Тюрнин Б. Н. Биология птиц и зверей: лаб. практикум для студ. спец. 260400 «Лесное хозяйство» очной и заочной формы обучения. Сыктывкар: СЛИ, 2005. 72 с.

Тюрнин Б. Н. Охотничье-промысловые птицы Республики Коми : учебное пособие. Сыктывкар: СЛИ, 2008. 132 с.

Тюрнин Б. Н. Охотничье-промысловые звери Республики Коми : учебное пособие. Сыктывкар: СЛИ, 2006. 180 с.

Тюрнин Б. Н. Техника охоты : учебное пособие. Сыктывкар: СЛИ, 2007. 84 с.

Тюрнин Б. Н. Особо охраняемые природные территории Республики Коми : учебное пособие. Сыктывкар: СЛИ, 2014. 20 с.

Список источников

1. Тюрнин Б. Н. Ностальгические воспоминания о годах работы в КГПИ // Коми пединститут: время инновационного развития. 1973–2014 : сборник материалов и воспоминаний / гл. ред В. Н. Исаков. Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2022. С. 721–725.

2. Тюрнин Б. Н. Особенности экологии и хозяйственного использования речного бобра на северо-востоке европейской части СССР (Коми АССР) : дис. ... канд. биол. наук. М., 1977. 182 с.

References

1. Tyurnin B. N. Nostalgic memories of the years of work at KSPI. *Komi pedinstitut: vremya innovacionnogo razvitiya. 1973–2014* [Komi Pedagogical Institute: the time of innovative development. 1973–2014]: Sbornik materialov i vospominanij = Collection of materials and memoirs / ch. ed. V. N. Isakov. Syktyvkar: Publishing House of SSU im. Pitirim Sorokin, 2022. Pp. 721–725. (In Russ.)

2. Tyurnin B. N. *Osobennosti ekologii i hozyajstvennogo ispol'zovaniya rechnogo bobra na Severo-Vostoke Evropejskoj chasti SSSR (Komi ASSR)* [Features of ecology and economic use of the river beaver in the North-East of the European part of the USSR (Komi ASSR)]: Dissertation ... candidate of biol. Sciences. Moscow, 1977. 182 p. (In Russ.)