

12+

ВЕСТНИК
ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА



Серия № 2
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Выпуск 2/2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет»

ВЕСТНИК
ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Серия № 2
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
И ЕСТЕСТВЕННЫЕ
НАУКИ

Выпуск 2 / 2017

Электронный научный журнал

Пермь
ПГГПУ
2017

Учредитель – ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет»
Издатель – ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет»

Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. № 2. Физико-математические и естественные науки. Вып. 2 / 2017: электронный научный журнал [Электронный ресурс] / ред. кол.: Д.А. Полежаев (отв. редактор), А.Е. Селиванов (отв. секретарь); В.А. Козлов, А.А. Иванова, Д.А. Брацун, А.Е. Малых, Монсеф Стамбули (Франция), С.А. Двинских, В.О. Козьминых, И.А. Золотухин, А.И. Козлов; Перм. гос. гуманитар.-пед. ун-т. – Пермь, 2017. – 52 с. – 2 Мб.

Второй выпуск «Вестника ПГГПУ» (серия №2 «Физико- математические и естественные науки») ориентирован на ведущие направления фундаментальных и прикладных исследований в области биологии. Приоритетные темы серии: экосистемы Уральского региона, экспериментальное изучение сельскохозяйственных растений.

Издание адресовано ученым биологам, аспирантам, студентам и всем тем, кто интересуется данной проблематикой.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ:

В.Г. КОЗЛОВ – д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой общей и экспериментальной физики ПГГПУ
А.А. ИВАНОВА – д-р физ.-мат. наук, проф. ПГГПУ
Д.А. БРАЦУН – д-р физ.-мат. наук, доц., зав. кафедрой теоретической физики и компьютерного моделирования ПГГПУ
А.Е. МАЛЫХ – д-р физ.-мат. наук, проф. ПГГПУ
МОНСЕФ СТАМБУЛИ – проф., Центральная Школа Парижа, Франция
С.А. ДВИНСКИХ – д-р геогр. наук, проф., зав. кафедрой гидрологии и охраны водных ресурсов ПГНИУ
В.О. КОЗЬМИНЫХ – д-р хим. наук, проф., зав. кафедрой химии ПГГПУ
И.А. ЗОЛОТУХИН – д-р техн. наук, проф. кафедры ботаники ПГГПУ
И.А. КОЗЛОВ – д-р биол. наук, проф. НИИ и Музея антропологии им. Д.Н. Анучина МГУ им. М.В. Ломоносова
Д.А. ПОЛЕЖАЕВ – канд. физ.-мат. наук, декан физического факультета ПГГПУ (отв. редактор)
А.Е. СЕЛИВАНОВ – канд. биол. наук, зав. кафедрой ботаники ПГГПУ (отв. секретарь)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ВЫПУСКА:

Д.А. ПОЛЕЖАЕВ – канд. физ.-мат. наук, декан физического факультета ПГГПУ (отв. редактор)
А.Е. СЕЛИВАНОВ – канд. биол. наук, зав. кафедрой ботаники ПГГПУ (отв. секретарь)

Электронный журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС77-54752 от 17.07.2013 г.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), договор № 270-04/2014 от 28.04.2014
Журнал зарегистрирован как сериальное издание в международном регистрационном каталоге (ISSN International Centre, Франция, Париж)

Сайт журнала Вестник ПГГПУ. Серия № 2 «Физико-математические и естественные науки»:

URL: <http://www.vestnik2.pspu.ru>

Электронная почта журнала: vestnikPSPU@yandex.ru – Селиванову Алексею Евгеньевичу

Печатается по решению редакционно-издательского совета ПГГПУ

© Коллектив авторов, 2017

© ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», 2017

**ВЕСТНИК
ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

СОДЕРЖАНИЕ

<i>ВАРУШКИНА А.М., ЧЕТАНОВ Н.А.</i> НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ МОНОКЛЕВОЙ КОБРЫ	4
<i>ГАЛИУЛИН Д.М., ЧЕТАНОВ Н.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ РЕПТИЛИЙ В УСЛОВИЯХ ГРАДИЕНТА ОСВЕЩЕННОСТИ	12
<i>ГОРБУНОВА А.Г., ЧЕТАНОВ Н.А., МЕЛЬНИК А.Г.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕТАЛЬНЫХ И СУБЛЕТАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР У ДВУХ ВИДОВ РЕПТИЛИЙ КАМСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ	19
<i>ГОРЫНЦЕВ А.В., БОНДАРЕВА И.Н.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ	27
<i>ГОРЫНЦЕВ А.В., НАЗАРОВ А.А., НАЗАРОВ А.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ ПРОРОСТКОВ НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЙ ОЧИЩАТЬ ВОДУ ОТ ИОНОВ МЕДИ	34
<i>СЕЛИВАНОВ А.Е., ЗАГРЕБИНА Е.С., ЩИПАНОВА Е.А., ПЕЧЕНКИНА К.О.</i> РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ СКАЛЬНЫХ ОБНАЖЕНИЙ НА ХРЕБТЕ МУНИН-ТУМПА (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)	40

УДК 59.006 + 598.162

Александра Михайловна Варушкина

студентка III курса биологического факультета
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, Букирева, 15, (342) 239-64-40,
e-mail: saschavaruschkina@yandex.ru

Николай Анатольевич Четанов

кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии
ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, Пушкина, 42, (342) 238-63-77,
доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, 614990, Пермь, Букирева, 15,
e-mail: chetanov@pspu.ru

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ
МОНОКЛЕВОЙ КОБРЫ****Alexandra M. Varushkina**

III years student of Faculty of Biology
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Perm State National Research University»
15, Bukireva street, 614990, Perm, Russia, e-mail: saschavaruschkina@yandex.ru

Nikolai A. Chetanov

Candidate of Biological Sciences, Docent of Chair of Zoology
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Perm State Humanitarian Pedagogical University»
24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia
Docent of Chair of Zoology of Vertebrates and Ecology
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Perm State National Research University»
15, Bukireva street, 614990, Perm, Russia,
e-mail: chetanov@pspu.ru

SOME FEATURES OF REPRODUCTIVE BIOLOGY OF MONOCLED COBRA

Аннотация. Содержится анализ информации специализированных источников на данную тему, сравнение собственных данных по разведению



змей этого вида с литературными. На основании проведенного анализа авторами были предложены основные факторы, обеспечивающие успешное разведение моноклевой кобры.

Ключевые слова: *Naja kaouthia*, моноклевая кобра, репродуктивная биология, содержание и разведение в неволе, инкубация.

Abstract. This work contains analysis of information from specialized sources on this topic, comparison of own data on the breeding of snakes of this species with literary ones. Based on the analysis carried out by the authors, the main factors were proposed that ensure the successful breeding of monocled cobra.

Key words: *Naja kaouthia*, monocled cobra, reproductive biology, breeding and keeping captive, incubation.

Наиболее крупные коллекции парков, зооэкзотариумов, террариумов не обходятся без представителей настоящих кобр (*Naja*). Кобры являются ценным объектом не только террариумистики, но и медицины. Яды кобр используются в производстве множества лекарств от заболеваний сердечно-сосудистой и опорно-двигательной систем, применяются в разработках лекарств от нервно-дегенеративных расстройств: болезни Альцгеймера, эпилепсии и др. Также яд кобр имеет огромный терапевтический потенциал в лечении онкологических заболеваний [9]. Моноклевая кобра имеет большое значение, являясь истребителем сельскохозяйственных вредителей. Укусы змей этого вида для человека крайне опасны, вплоть до летального исхода.

Моноклевая кобра – *Naja kaouthia* (Lesson 1831) – является представителем семейства аспидовых (*Elapidae*), которая включает 11 азиатских и 17 африканских и арабских видов [12]. Этот вид встречается от северо-восточной Индии, Бангладеш и Бутана на юге Китая, и к югу до северной части полуострова Малайзии [13]. По данным Red List относится к видам, вызывающим наименьшее опасение (LC) [11]. *N. kaouthia* – крупный аспид со средним взрослым размером около 1,5 метра общей длины [4]. Существует значительная вариативность в окраске тела этого вида. Обычно тело коричневого цвета, но варьируется от светлого до черно-коричневого [5]. Почти 70 % этих змей имеют классический рисунок капюшона, но среди оставшихся 30 % индивидуумов обнаруживаются значительные различия в характере узора [7].

Взрослые кобры в природе поедают грызунов – мышей и крыс, периодически включая в рацион змей, других рептилий, рыб, птиц, птичьи яйца [5]. Половая зрелость у змей связана более непосредственно с размером, чем с возрастом [1]. Самцы могут созревать раньше и при меньших размерах, чем самки, из-за меньшего количества энергии, требуемой для размножения [10].

У моноклевой кобры откладка яиц происходит с января по март. Самка, как правило, остается у кладки, размер которой составляет в среднем 22 яйца [4]. Плодовитость зависит от размера тела самки [6]. Детеныши выходят из яиц в феврале–мае, период инкубации варьируется от 50 до 73 дней [3].

Однако, как видно из приведенного обзора, данные по репродуктивной биологии относительно немногочисленны, что в купе с высокой значимостью вида и обусловило цель нашей работы:

- изучить некоторые особенности репродуктивной биологии моноклевой кобры при искусственном содержании.

Для решения поставленной цели нами были поставлены следующие задачи:

- проанализировать информацию, представленную в специализированной литературе;
- провести сравнение собственных данных по разведению моноклевой кобры в условиях пермского экзотариума с литературными;
- на основании проведенного анализа постараться выявить основные факторы, обеспечивающие успешное разведение моноклевой кобры.

Результаты и их обсуждение

Данные о размножении этих змей в природе практически отсутствуют. Однако существуют исследования, в которых комбинируются эксперименты по спариванию родительских особей в природе и последующей инкубации яиц в неволе. Согласно данным, полученным в Тайланде, вылупившиеся в неволе молодые кобры, полученные от беременных диких самок, имеют следующие характеристики: полная длина новорожденных особей составляет в среднем 33,4 см, а вес 16,4 г. Период инкубации в температурном интервале 30–32°C и влажности 70–75 % составляет 55–73 дня, а итоговый выход из оплодотворенных яиц 57 % [3].

Другое исследование осуществлено в одной из провинций Тайланда. Кладки моноклевых кобр были собраны на рисовых полях. Инкубация производилась в отдельном помещении, в перфорированной корзине, находящейся над емкостью с водой при комнатной температуре (в среднем 25°C). Успешность инкубации при этом (процент детенышей, вылупившихся из оплодотворенных яиц) составляла в среднем 73,5 % ($n=343$) [2].

В природе у *N. kaouthia* была обнаружена забота о потомстве [4]. Самка «насиживала» яйца, которые отложила в нору. Логично предположить, что такое поведение является защитным по отношению к хищникам, которые могут разорить кладку.



Литературных данных по размножению моноклевого кобры в неволе также немного. Пожалуй, чуть ли не единственная известная нам публикация, в которой детально описаны все основные моменты по ее разведению, относится к зоопарку города Плок, Польша [8].

Параметры экспозиционных террариумов, в которых содержались взрослые особи, были следующими: площадь пола 1,5 м², высота 1,5 м. Средняя максимальная дневная температура в террариуме достигала 28°C, ночная – около 25°C. Рацион питания взрослых кобр состоял из однодневных цыплят, мышей и молодых крыс. Кормление происходило раз в неделю.

По полученным данным о половой принадлежности особей были сформированы две группы размножения: ♂♂ 1, 2 и ♀1; ♂3 и ♀2. Группы были объединены 17 февраля 1982 г.

Первые признаки спаривания между ♀1 и ♂1 наблюдались в период с 23 октября по 5 ноября 1982 г., через несколько месяцев после их совместного поселения.

Две ♀♀ (3 и 4) из кладки №1 и два ♂♂ (4 и 5) были отсажены в отдельные террариумы, но никаких спариваний не наблюдалось, несмотря на то, что этим особям было уже 7 лет. 14 октября 1990 г. ♀3 была пересажена к другим ♂♂. Спаривание ♂2 и ♀3 было отмечено 15 октября. ♀4 вступила в размножение лишь в 1993 г., когда ей было 9 лет. Спаривание наблюдалось с поздней осени до начала зимы.

Период спаривания составлял в среднем пять дней. Спаривание наблюдалось в любое время дня.

Время между спариванием и откладкой яиц в среднем составляло 76 дней (61–111). Число яиц в кладке в среднем составляло 30 (19–41) (табл. 1).

Яйца помещались в водно-электрический инкубатор типа CWE-2, установленный при относительной влажности 95–100 % и средней температуре 29,8°C. Инкубация происходила в пластиковой емкости, которая была перфорирована по бокам и на дне, для поддержания влажности использовалась смесь мха сфагнума и торфа 4:1. Средняя продолжительность инкубации составила 51 день (48–56). Средняя длина 79-дневных кобр (кладки 1, 2 и 7) составляла 337 мм (300–370 мм), а средний вес – 18 г.

Средний размер кладки составил 30 яиц, из которых среднее количество оплодотворенных яиц – 27. Всего вылупилось 160 детенышей. Доля вылупления из оплодотворенных яиц составила 35 % ($n=458$), а вылупившихся змей при включении неоплодотворенных яиц – 29,5 %. Среднее количество вылупившихся детенышей равно 9,4 [8].

Теперь обратимся к собственным данным и постараемся сравнить их с уже имеющимися.

Все особи моноклеевой кобры пермского экзотариума содержались в идентичных условиях. Террариумы из оргстекла, 100×40×40 см для взрослой змеи, с двусторонней вентиляцией, обогревались лампами накаливания 95 Вт. Температура в них поддерживалась в диапазоне 27–31°C. Перед ссаживанием змей в течение 20–30 дней в террариуме устанавливалась температура 25°C, для стимуляции к размножению. Кормом для половозрелых кобр служили мыши.

В результате уточнения половой принадлежности принималось решение о порядке ссаживания змей друг с другом. Спаривание кобр происходило сразу после ссаживания, в течение от получаса до нескольких часов. Среднее количество дней между спариванием и откладкой составило 53 (41–62). Для минимизации стресса беременной самке для откладки ставились укрытия. После откладки яиц, кладка аккуратно изымалась из террариума, разделялась на несколько частей, и помещалась в инкубаторную камеру, которая затем ставилась в отдельный террариум. Влагоудерживающим компонентом камеры являлся вермикулит, на который сверху ложились яйца. Увлажнение субстрата производилось путем опрыскивания по мере необходимости. Влажность камеры поддерживалась на уровне 85–90 %. Температурный интервал для инкубации яиц составлял 27–28°C. При поражении отдельных яиц грибок, больные яйца аккуратно отделялись от общей кладки. Кобры выходили из яиц в среднем через 62 дня (55–76), чаще всего выход происходил в течение двух дней. В случае, если отдельные особи не прорезали скорлупу спустя 3 дня после первого выхода из кладки, яйца аккуратно вскрывались вручную. Питание вышедших из яиц кобр составляли новорожденные мышата.

Кладка № 1 была получена от ♀₁ и ♂₁ пойманных в природе. Эта пара произвела потомство дважды – в 2010 и 2012 г. В 2012 г. из 14 оплодотворенных яиц вылупилось только 1. Потомство, полученное в 2010 г. вступило в размножение в 2015 г., в возрасте 4,5 года. ♂₂ ссаживался сначала с ♀₂, а затем с ♀₃ через 7–9 дней (таблица), в общем были получены по две кладки от каждой самки за 2016 и 2017 г. В кладке № 4 оказалось множество эмбрионов с патологией развития.

Средний размер кладки составил 23 яйца, из которых среднее количество оплодотворенных яиц – 15. Всего за 6 лет вылупилось 47 детенышей. Доля вылупления из оплодотворенных яиц составила 53 % ($n=88$), вылупившихся змей при включении неоплодотворенных яиц – 34 %. Среднее количество вылупившихся детенышей – 6.



Данные по репродукции у моноклеевой кобры

Источник данных	Температура содержания, °С.	Продолжительность интервала между спариванием и откладкой, дни	Среднее количество яиц, шт.	Доля неоплодотворенных яиц, %	Температура инкубации, °С.	Относительная влажность инкубации, %	Продолжительность инкубации, дни	Доля вылупившихся яиц (из оплодотворенных), %
Пермский экзотариум	27–31 (25 перед ссаживанием)	53,0 ± 3,7	23,2 ± 1,22	36,7 ± 9,07	27–28	85–90	62,8 ± 2,90	41,8 ± 12,31
Kopczynski, J., 1993	25–28	76,0 ± 3,7	30,0 ± 1,72	18,6 ± 6,93	29,8	95–100	51,4 ± 0,43	33,2 ± 6,76
Chaitae, A., 2013	-	-	-	-	25	-	-	73,5
Chanhome, L., 2001	-	-	-	-	30–32	70–75	55–73	57

Постараемся провести сравнение имеющихся у нас данных с литературными для выявления основных факторов, влияющих на успешность размножения моноклеевой кобры. Полноценное сравнение возможно лишь с данными из польского зоопарка: так, только в этой публикации приводятся основные количественные характеристики для каждого размножения, а не усредненные данные, не поддающиеся корректной интерпретации и статистической обработке.

Первый из интересующих нас параметров – продолжительность периода между спариванием и откладкой яиц. Как видно из таблицы, при сравнении данных по пермскому экзотариуму с данными польских коллег выявляется существенная разница – 53 и 76 дней соответственно, различия достоверны на 1%-ном уровне статистической значимости ($t=3,33$). Самым реалистичным объяснением может служить более высокая температура содержания животных в Пермском экзотариуме.

Данные по среднему количеству яиц также имеют некоторые различия: в пермском экзотариуме кладки меньше по размеру ($t=2,23$, $p < 0,05$) и в них значительно больше неоплодотворенных яиц, однако последние различия не обладают статистической значимостью. По всей видимости, это объясняется относительно небольшими линейными размерами самок в пермском экзотариуме.

Особенно интересными являются данные по продолжительности инкубации и ее успешностью. Как видно из таблицы, продолжительность инкубации в польском зоопарке ощутимо меньше ($t=6,22$, $p < 0,001$), что легко объясняется более высокой температурой инкубации, однако процент вылупившихся яиц несколько меньше (хотя эти различия и не обладают статистической значимостью).

Вполне вероятно, что более высокая влажность вкупе с высокой же температурой оказывает негативное влияние на успешность инкубации, так как в результате увеличивается риск развития грибковой инфекции, это косвенно подтверждается данными по инкубации взятых из природы кладок, для которых указывается значительно более высокий выход при более низких температурах и влажности.

Выводы

В результате анализа полученных данных авторы статьи пришли к следующим выводам:

- слишком влажная инкубационная среда способствует грибковым инфекциям, и это снижает процент вылупившихся яиц;
- раннее вступление в размножение приводит к меньшему размеру кладки со стороны самки, и меньшему количеству оплодотворенных яиц со стороны самца;
- повышение температуры инкубации приводит к сокращению сроков инкубации, с одной стороны, и к повышению риска гибели эмбриона – с другой.

Список литературы

1. *Bellairs A.* The Life of Reptiles. – London, 1969. – Vol. II. – 223 p.
2. *Chaitae A.* Demography of the Monocled Cobra (*Naja Kaouthia*) in the Central Region of Thailand. – Proquest: Umi Dissertation Publishing, 2013. – 108 p.
3. Venomous snake husbandry in Thailand / L. Chanhom, P. Jintakune, H. Wilde and M. Cox // *Wilderness and Environmental Medicine.* – 2001. – Vol. 12. – P. 17–23.
4. CITES Management of Thailand. Report of Field Assessment of Cobra (*Naja* spp.) Exploitation in Thailand. – 2007.
5. *Cox M.* The Snakes of Thailand and their husbandry. – Krieger Publishing Company, 1991. – 526 p.
6. *Fitch H.S.* Reproductive cycles of Lizards and Snakes // *Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Misc. Publ.* – 1970. – Vol. 52. – P. 1–247.
7. *Jintakune P.* Venomous snakes in Thailand. – Bangkok, Thailand: Matichon Press, 2000. – 176 p.
8. *Kopczynski J.* Breeding and exhibiting the monocellate cobra *Naja kaouthia* at Plock Zoo // *International Zoo Yearbook.* – 1993. – Vol. 32. – P. 197–204.
9. *Shanbhag V.* Applications of snake venoms in treatment of cancer // *Asian. Pac. J. Trop. Biomed.* – 2015. – №5 (4). – P. 275–276.



10. *Shine R.* Sexual size dimorphism in snakes revisited // *Copeia*. – 1994. – №2. – P. 326–346
11. *Stuart B., Wogan G.* *Naja kaouthia*. – The IUCN Red List of Threatened Species, 2012.
12. *Wallach V., Wüster W., Broadley D.G.* In praise of subgenera: taxonomic status of cobras of the genus *Naja* Laurenti (Serpentes: Elapidae) // *Zootaxa*. – 2009. – Vol. 2236. – P. 26–36.
13. *Wüster W.* Taxonomic changes and toxinology: systematic revisions of the Asiatic cobras (*Naja naja* species complex) // *Toxicon*. – 1996. – Vol. 34. – P. 399–406.

Благодарности: авторы хотели бы выразить свою благодарность Олегу Евгеньевичу Рицкову за помощь в написании статьи.

УДК 612.53+598.11.2

Данила Минуллович Галиулин

студент V курса естественнонаучного факультета
ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, Пушкина, 42, (342) 238–63–77,
e-mail: galiulindm@gmail.com

Николай Анатольевич Четанов

кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии
ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, Пушкина, 42, (342) 238–63–77,
доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, 614990, Пермь, Букирева, 15,
e-mail: chetanov@pspu.ru

**ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ РЕПТИЛИЙ В УСЛОВИЯХ
ГРАДИЕНТА ОСВЕЩЕННОСТИ****Danila M. Galiulin,**

V years student of Natural Science Faculty
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Perm State Humanitarian Pedagogical University»
42, Pushkina, 614990, Perm, Russia, e-mail: galiulindm@gmail.com

Nikolai A. Chetanov

Candidate of Biological Sciences, Docent of Chair of Zoology
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Perm State Humanitarian Pedagogical University»
24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia
Docent of Chair of Zoology of Vertebrates and Ecology
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Perm State National Research University»
15, Bukireva street, 614990, Perm, Russia,
e-mail: chetanov@pspu.ru

**FEATURES OF REPTILES'S BEHAVIOR IN CONDITIONS
OF ILLUMINATION GRADIENT**

Аннотация. Рассматриваются некоторые аспекты поведенческой терморегуляции рептилий в условиях градиента освещенности. Приведены



данные экспериментов по нескольким видам пресмыкающихся, обитающим в Камском Предуралье. По результатам анализа экспериментов сделан вывод о зависимости двигательной активности от уровня освещенности.

Ключевые слова: термобиология, поведенческая терморегуляция, этология, факториальная экология, градиент освещенности, *Natrix natrix*, *Lacerta agilis*.

Abstract. This article discusses behavioral thermoregulation of reptiles under conditions of a illumination's gradient. Showing the data of experiments for several species inhabiting the Kamsky Preduralie. Based on the results of the analysis of the experiments, a conclusion was made about the dependence of the motor activity on the level of illumination.

Key words: thermobiology, behavioral thermoregulation, ethology, factorial ecology, gradient of illumination, *Natrix natrix*, *Lacerta agilis*.

Как и все эктотермные животные, рептилии крайне зависимы от температурного фактора среды [5]. В принципе, любая форма их активности в той или иной мере направлена на достижение и поддержание оптимальной температуры тела, при которой наилучшим образом протекают биохимические процессы. Мы считаем, что нахождение в природных условиях рептилий в том или ином месте с определенными микроклиматическими параметрами не случайно, а связано с направленным выбором комфортных условий. Комфортными температурными условиями для эктотермных животных можно считать те условия, при которых они наиболее быстро достигают оптимальной температуры тела [2].

Известно, что активность рептилий регулируется как температурным, так и световым режимами, что было показано на среднеазиатских эфах [4]. У других видов рептилий ключевую роль в физиологических процессах, например, таких, как накопление жира, также играет температура тела. Соответственно, многие рептилии в солнечную погоду греются, поглощая инфракрасные лучи, посредством движений, направленных на максимальное получение тепла и изменение окраски, но при этом индикатором для выхода их из убежища служит повышение освещенности [1].

Исследования Н.А. Четанова [3] показали, что первоначальным стимулом для терморегуляционного поведения у прытких ящериц (*Lacerta agilis*) и живородящих ящериц (*Zootoca vivipara*) является освещенность. В опыте с двумя камерами, соединенными коридором, большинство ящериц (8 из 12 особей) направлялись вначале в освещенную камеру, и только через 2–8 минут переходили по коридору в темную утепленную камеру.

В том случае, если температура эктотермного животного ниже оптимальной, оно может повысить ее за счет двух факторов – температуры окружающей среды и солнечной радиации [3]. Из этого следует, что температура и освещенность являются двумя основными факторами, влияющими на терморегуляционное поведение у эктотермных животных.

В то время как влияние температуры бесспорно и отмечается в работах многих исследователей, влияние освещенности изучено слабее.

Целью нашей работы является выяснение особенностей терморегуляционного поведения рептилий в условиях градиента освещенности.

Для достижения данной цели нами были поставлены следующие задачи:

- модернизировать установку, позволяющую производить наблюдения за объектами;
- провести ряд экспериментов при различных условиях;
- проанализировать поведенческие акты, продемонстрированные объектами.

Материалы и методы

Для достижения цели нами был разработан экспериментальный прибор оригинальной конструкции (рисунок).

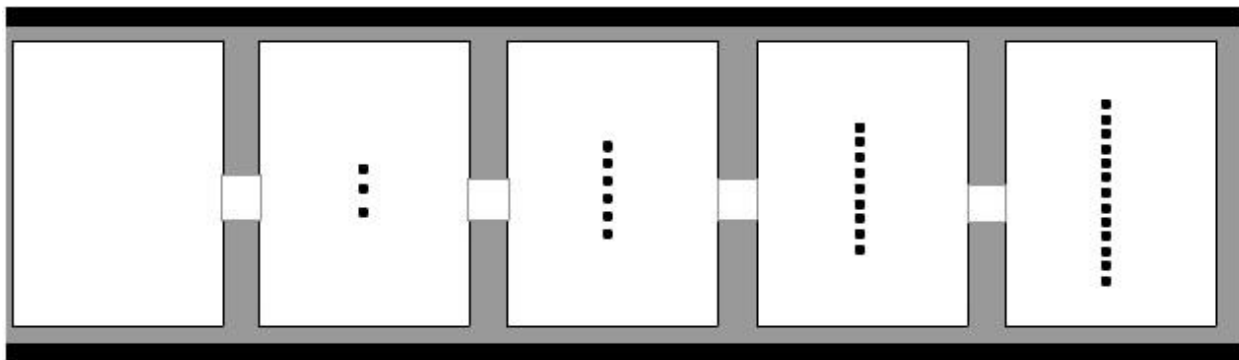


Рис. Схема экспериментальной установки, вид сверху

Прибор состоит из 5 камер, соединенных короткими переходами. Все камеры располагаются на общем нагревательном элементе, что позволяет поддерживать в них одинаковую температуру. Ящерицы имеют тенденцию забиваться в укромные места, поэтому пришлось скруглить углы внутри камер. Для осуществления контроля за температурой в камерах, нагревательный элемент был оборудован термодатчиком, регулирующим нагрев в заданном диапазоне температур: от 20 до 55°C.



Выбор в способе освещения пал на светодиодную ленту. Она проста в установке и настройке, дает холодный белый свет, но при этом практически не излучает ИК и УФ лучи.

Был создан градиент освещенности путем установки разного количества светодиодов в камеры: 0–3–9–15–21. Уровень освещенности в каждой из камер отражен в табл. 1.

Таблица 1

Уровень освещенности в камерах экспериментальной установки

Номер камеры	Количество светодиодов, шт.	Уровень освещенности, лк
1	0	0
2	3	150
3	9	450
4	15	750
5	21	1050

Также для осуществления возможности наблюдения за двигательной активностью внутри установки установлены веб-камеры, подключенные к ноутбуку. Специальное программное обеспечение позволяет фиксировать изображение с камер при наличии движения.

Возможно множество сценариев для использования разработанного прибора, но наиболее перспективными мы считаем следующие:

- первый сценарий. Во время эксперимента предварительно охлажденный объект помещался в камеру с уровнем освещенности 0. Температура устанавливалась на уровне, близкой к оптимальной для экспериментального объекта. Была выдвинута гипотеза, что объект, чтобы достичь оптимальной температуры тела, начнет движение в сторону более освещенных камер, несмотря на одинаковую температуру в них;

- второй сценарий. Объект помещается в освещенную камеру при температурах субстрата выше оптимальных – 45–50°C. Гипотеза – объект постарается покинуть освещенные камеры;

- третий сценарий. Конструкция прибора сокращается до двух камер: с уровнями освещенности 0 и 4. После этого он помещается в климатическую камеру. Исследования проводятся при температурах сильно ниже оптимальных: 5, 10, 15°C.

На данный момент можно проанализировать итоги работы по первым двум сценариям.

Основными опытными объектами выступали следующие виды: обыкновенный уж – *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) (29 экспериментов), прыткая ящерица *Lacerta agilis* – Linnaeus, 1758 (40 экспериментов) и живородящая ящерица *Zootoca vivipara* – (Lichtenstein, 1823) (14 экспериментов).

Результаты этих опытов разделены на две группы: с положительным и отрицательным откликом. Под откликом понимается явное проявление поведенческой реакции; положительным является продвижение объекта в зону с большей освещенностью для нагревания, отрицательным – перемещение объекта в область с более низким уровнем освещенности для того, чтобы это нагревание прекратить.

Результаты и их обсуждение

Живородящая ящерица вообще не показала положительного отклика, поэтому данные измерения далее учитываться не будут (табл. 2). Четких половых отличий внутри видов также не наблюдали.

Таблица 2

Результаты экспериментальной работы по положительному отклику

Вид	Количество измерений	Доля от выборки, %	Пол	Количество экспериментов	Проявление отклика	Проявление отклика, %
<i>N. natrix</i>	15	38,46	Самка	0	0	-
			Самец	11	5	45,45
			Непол.	4	2	50,00
<i>L. agilis</i>	19	48,72	Самка	16	1	6,25
			Самец	3	0	0,00
			Непол.	0	0	-
<i>Z. vivipara</i>	5	12,82	Самка	0	0	-
			Самец	4	0	0,00
			Непол.	1	0	0,00
Сумма	39	100,00		39	8	20,51

Стоит отметить, что частота проявления отклика у обыкновенного ужа значительно выше, чем у прыткой ящерицы, хоть и является довольно низкой.

Как видим, отрицательный отклик срабатывает гораздо в большем количестве случаев, нежели положительный. Также начинают прослеживаться половые отличия, однако для определения достоверных различий, необходимо провести еще большее количество экспериментов и заполнить «белые пятна» (табл. 3).



Таблица 3

Результаты экспериментальной работы по отрицательному отклику

Вид	Количество измерений	Доля от выборки, %	Пол	Количество экспериментов	Проявление отклика	Проявление отклика, %
<i>N. natrix</i>	13	30,23	Самка	0	0	-
			Самец	11	9	81,82%
			Непол.	2	1	50,00%
<i>L. agilis</i>	21	48,84	Самка	12	10	83,33%
			Самец	9	5	55,56%
			Непол.	0	0	-
<i>Z. vivipara</i>	9	20,93	Самка	0	0	-
			Самец	8	3	37,50%
			Непол.	1	1	100,00%
Сумма	43	100,00		43	29	67,44%

Однако при анализе отрицательного отклика также остановимся на сравнении только двух видов, без учета живородящей ящерицы.

Отрицательный отклик практически в равной степени наблюдается как у обыкновенного ужа, так и у прыткой ящерицы.

Выводы

В большинстве случаев объекты не проявляют положительного отклика, зато отрицательный отмечен в основной массе экспериментов. Здесь проявляется несоответствие с литературными данными прошлых лет и выдвинутой нами гипотезой.

Наиболее вероятными причинами отсутствия отклика можно назвать следующие:

- во-первых, это может быть связано с низким градиентом освещенности между камерами (шаг составляет всего ~300 лк) или наоборот: освещенность достаточно высокая и продвижения на одну камеру для объекта уже достаточно;

- во-вторых, для экспериментов использовались особи, длительное время содержащиеся в неволе;

- в-третьих, помещение в необычную обстановку может привести к изменению типичного поведения.

Что касается живородящей ящерицы, довольно часто в ходе экспериментов объекты забирались по стенке камеры, отдаляясь от источника тепла – это можно расценивать как поведенческую реакцию, однако связать ее с изменением уровня освещенности не представляется возможным. Также стоит отметить вообще небольшое число экспериментов с ее участием.

Список литературы

1. Желанкин Р.В. Влияние различных условий освещенности на некоторые аспекты поведения Обыкновенного ужа (*Natrix natrix*) в лабораторном эксперименте // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18, №6. – С. 3002–3005.

2. Слоним А.Д. Экологическая физиология животных. – М., Высшая школа, 1971. – 449 с.

3. Четанов Н.А. К вопросу о роли освещенности и температуры в терморегуляционном поведении ящериц // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2009. – Т. 18, № 1. – С. 5–8.

4. Черлин В.А., Целлариус А.Ю. Зависимость поведения песчаной эфы, *Echis multisquamatus* Cherlin, 1981 от температурных условий в Южной Туркмении // Фауна и экология амфибий и рептилий палеарктической Азии. – Л., 1981. – С. 96–108. (Труды ЗИН АН СССР. Т. 101).

5. Шилов, И.А. Экология. – М. Высшая школа, 1998. – 513 с.



УДК 598.11 + 612.172.4

Алина Геннадьевна Горбунова

магистрант II курса естественнонаучного факультета
ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, Пушкина, 42, (342) 238–63–77

Николай Анатольевич Четанов

кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии
ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, Пушкина, 42, (342) 238–63–77,
доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, 614990, Пермь, Букирева, 15,
e-mail: chetanov@pspu.ru

Анна Геннадиевна Мельник

магистрант I курса биологического факультета
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, Букирева, 15, (342) 239-64-40,
e-mail: anuyatmenyagina@yandex.ru

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕТАЛЬНЫХ И СУБЛЕТАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР
У ДВУХ ВИДОВ РЕПТИЛИЙ КАМСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ**

Alina G. Gorbunova

II years magistant of Natural Science Faculty
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Perm State Humanitarian Pedagogical University»
42, Pushkina, 614990, Perm, Russia

Nikolai A. Chetanov

Candidate of Biological Sciences, Docent of Chair of Zoology
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Perm State Humanitarian Pedagogical University»
24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia
Docent of Chair of Zoology of Vertebrates and Ecology
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Perm State National Research University»
15, Bukireva street, 614990, Perm, Russia,
e-mail: chetanov@pspu.ru

Anna G. Melnik

I years magistrant of Faculty of Biology
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Perm State National Research University»
15, Bukireva street, 614990, Perm, Russia
e-mail: anyamenyakina@yandex.ru

DETERMINATION OF LETHAL AND SUBLETHAL TEMPERATURES IN TWO SPECIES OF REPTILES OF KAMSKY PREDURALE

Аннотация. Рассматривается методика определения летальных и сублетальных температур с использованием электрической активности сердца как показателя физиологического состояния организма. Приведены данные по летальным и сублетальным температурам для прыткой ящерицы и обыкновенного ужа, проводится предварительный анализ полученных результатов.

Ключевые слова: электрокардиография, летальная температура, *Natrix natrix*, *Lacerta agilis*.

Abstract. The method of determining lethal and sublethal temperatures using the electrical activity of the heart as an indicator of the physiological state of the organism is considered. Data are given on lethal and sublethal temperatures for the sweep of a lizard and common horror, a preliminary analysis of the results obtained.

Key words: electrocardiography, lethal temperature, *Natrix natrix*, *Lacerta agilis*.

Камское Предуралье достоверно населяют шесть видов рептилий: ломкая веретеница, живородящая ящерица, прыткая ящерица, обыкновенная медянка, обыкновенный уж и обыкновенная гадюка. Термобиологические показатели этих видов изучаются довольно давно, однако эти исследования затрагивали в основном термоэкологические температурные показатели тела рептилий (максимальная температура тела в природе и т. д.) и влияние микроклиматических факторов среды (температура и влажность воздуха, температура субстрата) на их температурный режим [1, 3, 4]. В то же время такие важнейшие термобиологические параметры, как критические максимальные и минимальные температуры, остаются практически не изученными [6]. Данные по этому вопросу в литературных источниках достаточно скудны, зачастую противоречивы, не указывается методика определения данных температур.

В связи с этим для более точного изучения термобиологии рептилий, обитающих в Камском Предуралье, необходимо определение критических и околокритических температур.



Цель настоящей работы – определение летальных и сублетальных температур у двух видов рептилий Камского Предуралья. Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

1. Разработать методику определения летальных и сублетальных температур для рептилий, основываясь на показателях электрической активности сердечной мышцы.

2. Выявить половые различия в значениях летальных и сублетальных температур для двух видов пресмыкающихся Камского Предуралья.

Материалы и методы

Основным материалом послужили результаты наших лабораторных исследований, проведенных в 2015–2016 гг. на базе лаборатории экологической физиологии животных кафедры зоологии ПГГПУ.

- пряткая ящерица: 11 самцов и 9 самок подверглись экспериментальному нагреванию, 3 самца и 3 самки – экспериментальному охлаждению;

- обыкновенный уж: 3 самца и 1 самка подверглись экспериментальному нагреванию.

Рептилии для проведения эксперимента были изъяты из природной среды на территории комплекса ПНИПУ, а также в окрестностях села Ергач Кунгурского района.

В качестве «температуры тела» в работе принималась температура, измеренная в клоаке. Для измерения температуры камеры и тела использовали термисторные датчики, подключенные к цифровому микромультиметру, предварительно оттарированные по электронному термометру CheckTemp.

В качестве летальных температур принимались те, при достижении которых полностью прекращалась сердечная деятельность (изолиния более 60 секунд). Сублетальными считались те температуры, при достижении которых наблюдались значительные изменения в ЭКГ (аритмия).

Определение электрической активности сердца проводилось с помощью кардиографа Valenta ДЭ-01, оснащенного игольчатыми электродами.

Наложение электродов при работе с ящерицами было аналогичным таковому при снятии ЭКГ у человека.

При снятии ЭКГ у змей мы поступали следующим образом: определяли границы сердца и располагали электроды относительно положения сердца: первый (*R*) электрод подсоединяли справа, на 1–2 см выше сердца, второй (*F*) слева от сердца, на 1–2 см ниже, и третий (*N*) слева, на 1–2 см ниже верхушки сердца, на дорзолатеральной поверхности туловища.

Для недопущения мышечных наводок, искажающих ЭКГ, объект эксперимента жестко фиксировался, в клоаке закреплялся термисторный датчик

и накладывались игольчатые электроды. После проведения проверки сердечного ритма, объект помещался в экспериментальную камеру для нагревания или охлаждения.

В части проведенных экспериментов, при наличии технической возможности, второй термисторный датчик помещался в камеру для определения внешних температур.

Нагревание проводилось в термостате, охлаждение в холодильной камере.

В случае вырывания термисторного датчика или электродов, эксперимент прекращался.

Статистическая обработка проводилась по общепринятым методикам, для сравнения выборок между собой использовался непараметрический критерий Манна–Уитни.

Результаты и их обсуждение

Результаты проведенной экспериментальной работы отражены в таблице, где представлены значения средних арифметических с их ошибкой, значения минимальной и максимальной вариант. В том случае, если проводилось однократное нагревание, в таблице приведено только полученное значение температуры.

Таблица 1

Летальные и сублетальные температуры для двух видов рептилий
Камского Предуралья

Параметр	Место измерения	Прыткая ящерица		Обыкновенный уж	
		самцы	самки	самцы	самка
Сублетальная максимальная температура, $M \pm m$, lim	Тело	42,6 ± 0,86 35,1 – 45,3	39,2 ± 2,24 27,9 – 45	41,1 ± 1,91 30,7 – 45	35,4
	Камера	45,5 ± 2,40 39 – 50,6	46,4 ± 0 46,4 – 46,4	49,2 ± 0,3 48,9 – 49,5	–
Летальная максимальная температура, $M \pm m$, lim	Тело	47,4 ± 0,20 46,7 – 48,9	46,5 ± 0,77 43,4 – 50,1	45,3 ± 1,10 44,2 – 46,4	47,1
	Камера	52,9 ± 1,68 51 – 56,3	54,6 ± 0,85 53,7 – 55,4	51,7 ± 0,1 51,6 – 51,8	–
Сублетальная минимальная температура, $M \pm m$, lim	Тело	-0,9 ± 0,60 -3,9 – -0,1	-0,8 ± 0,25 -1 – -0,5	–	–
	Камера	–	–	–	–
		самцы	самки	самцы	самки
Летальная минимальная температура, $M \pm m$, lim	Тело	-5	-2,1 ± 1,5 -3,6 – -0,6	–	–
	Камера	–	–	–	–

Проанализируем полученные результаты.



Прыткая ящерица. Максимальные температуры

Сублетальные температуры тела самок и самцов несколько различаются, самцы имеют более высокую температуру. Однако при проведении сравнения между самцами и самками в значениях сублетальных температур тела с использованием непараметрического критерия Манна–Уитни достоверные различия не были выявлены ($U = 10$; $P = 0,17$). При сравнении между собой сублетальных температур в экспериментальной камере мы также не выявили достоверных различий ($U = 5$; $P = 0,64$).

Визуально летальные температуры тела самцов и самок прыткой ящерицы почти одинаковы, но у самцов температура немного выше, чем у самок. Данные различия, что логично, также оказались статистически недостоверными ($U = 20$; $P = 1,00$). При сравнении между собой сублетальных температур в экспериментальной камере мы также не выявили достоверных различий ($U = 4$; $P = 0,56$).

Отсутствие достоверных половых различий позволяет нам в дальнейшем оперировать объединенной выборкой из самцов и самок.

При проведении сравнения между собой сублетальных температур тела и экспериментальной камеры были выявлены статистически достоверные различия ($U = 72$; $P = 0,01$), что позволяет сделать вывод о большей прогретости камеры и, соответственно, косвенно свидетельствует о способности рептилий регулировать свою температуру.

Аналогичная картина наблюдается и при анализе летальных температур ($U = 70$; $P = 0,001$).

В среднем различие между сублетальной и летальной температурами тела для объединенной выборки прыткой ящерицы составило $4,7 \pm 0,90^\circ\text{C}$. По сути это своеобразный «запас температурной устойчивости» для изучаемого вида.

А вот различия между сублетальной и летальной температурами в экспериментальной камере в свою очередь составило $8,8 \pm 0,65^\circ\text{C}$, что, на наш взгляд, говорит о наличии у рептилий физиологических механизмов терморегуляции.

Все это позволяет сделать вывод о том, что прыткая ящерица способна переносить значительный перегрев, причем скорость роста температуры в теле значительно меньше скорости роста температуры в экспериментальной камере. Это, по всей видимости, свидетельствует о наличии механизмов физиологической терморегуляции, так как в связи с фиксацией объекта в камере поведенческая терморегуляция не могла быть использована. Полученные нами данные значительно увеличивают границы температурной устойчивости для прыткой ящерицы.

Прыткая ящерица. Минимальные температуры

При рассмотрении минимальных температур у прыткой ящерицы следует обратить внимание на то, что в большинстве случаев нами были получены только сублетальные температуры, достичь же летальных температур мы смогли лишь в очень немногих случаях. Минимальная температура, которой мы смогли добиться в экспериментальной установке, составила приблизительно -5°C , но, как выяснилось, подобное снижение температуры в большинстве случаев не приводит к гибели животного.

При проведении эксперимента, по мере охлаждения ящерицы, наблюдалось постепенное снижение ЧСС, на определенном уровне охлаждения наблюдались изменения кардиограммы (аритмия), которые мы обозначили как сублетальную температуру.

Однако в большинстве случаев даже при снижении ЧСС менее чем до 1 удара в минуту после извлечения объекта из камеры, по мере его согревания до комнатной температуры, наблюдалось восстановление ритма работы сердца. При этом у животного могли отсутствовать признаки двигательной активности, но с точки зрения работы важнейших систем оно оставалось живым.

При сравнении между собой сублетальных температур у самцов и самок нами не были выявлены какие-либо статистически значимые различия ($U = 3$; $P = 0,32$).

Прочие сравнения провести невозможно в связи с малым числом наблюдений. Однако полученные нами данные указывают на то, что прыткая ящерица, несмотря на свою относительную термофильность, может относительно легко переносить значительные понижения температуры (к примеру, обычные в Камском Предуралье заморозки на почве в мае-июне).

Таким образом, полученные нами данные значительно расширяют указанный в литературе диапазон переносимых прыткой ящерицей температур. Разброс между минимальной и максимальной температурами составляет для данного вида почти 50°C .

Обыкновенный уж

В связи с малым объемом выборки (3 самца и 1 самка) для обыкновенного ужа не проводилось определение половых различий в значениях сублетальных и летальных температур. Полученные нами данные носят пока что лишь приблизительный характер.

Первое, на что стоит обратить внимание, это относительность сублетальных температур для обыкновенного ужа, так как представители данного вида в стрессовой ситуации зачастую проявляют оборонительную реакцию имитации смерти. При этом у ужа изменяется характер кардиограммы,



наблюдается аритмия, что отмечается и в литературе [2, 5]. В связи с этим мы не можем быть уверены, что полученные нами значения сублетальных температур верны.

Второй момент, на котором необходимо остановиться, – отсутствие в большинстве случаев температур для экспериментальной камеры. Это связано с невозможностью проведения измерений по техническим причинам.

Различия между летальными температурами тела и в экспериментальной камере меньше, чем у рассмотренной выше прыткой ящерицы. На наш взгляд, это свидетельствует о несколько меньшей приспособленности обыкновенного ужа к перенесению повышенных температур и менее развитыми механизмами физиологической терморегуляции.

Сильный разброс между сублетальными температурами объясняется, как уже было указано, имитацией смерти.

Выводы

Проведенная нами работа позволила сделать следующие выводы:

1. Изменения в электрической активности сердца являются достаточно объективным показателем физиологического состояния, соответственно, такие особенности ЭКГ, как аритмия и прекращение работы сердца (изолиния), вполне применимы для определения летальных и сублетальных температур у рептилий.

2. На данный момент был проведен анализ половых различий в значениях летальных и сублетальных температур лишь для одного вида – прыткой ящерицы. Достоверных различий нами выявлено не было, что позволяет рассматривать данные параметры как видоспецифичные, не зависящие от пола.

Благодарности: авторы хотели бы выразить свою благодарность Николаю Антоновичу Литвинову, Даниле Минулловичу Галиулину и Геннадию Александровичу Окулову за помощь в организации экспериментальной работы.

Список литературы

1. *Ганищук С.В.* Микроклиматические условия обитания, ящериц Волжско-Камского края и температура их тела: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2005. – 19 с.

2. *Ганищук С.В.* Реакция срочной адаптации сердца у змей к околоритическим температурам // *Экология: проблемы и пути решения: материалы 10-й Всероссийской науч.-практ. конф.* – Пермь, 2002. – С. 44–49.

3. *Литвинов Н.А.* О температуре тела рептилий // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: сб. науч. тр. – Тольятти, 2003. – Вып. 6. – С. 70–77.

4. *Литвинов Н.А., Ганижук С.В.* Температурные условия обитания ящериц Волжско-Камского края // Третья конференция герпетологов Поволжья: тез. докл. – Тольятти, 2003. – С. 42–44.

5. *Руцкина И.М., Рощевская И.М.* Сердечная деятельность рептилий при высоких и низких температурах // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: сб. науч. тр. –Тольятти, 2007. – Вып. 10. – С. 124–128.

6. *Черлин В.А.* Рептилии: температура и экология. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014 – 452 с.



УДК 635.21

Александр Владимирович Горынцев

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ботаники
ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, Сибирская, 24, (342) 238-63-44, e-mail: alvlgor@mail.ru

Ирина Николаевна Бондарева

ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, Сибирская, 24, (342) 238-63-44, e-mail: rozairinova@mail.ru

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ
ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ****Alexandr V. Goryntsev**

Candidate of agricultural sciences, Associate Professor at the Department of Botany
Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education
«Perm State Humanitarian Pedagogical University»
24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia, e-mail: alvlgor@mail.ru

Irina N. Bondareva

«Perm State Humanitarian Pedagogical University»
24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia, e-mail: rozairinova@mail.ru

**THE EFFECTIVENESS OF APPLYING GROWTH PROMOTERS IN THE
CULTIVATION OF POTATOES**

Аннотация. Приведены данные по оценке влияния стимуляторов роста на повышение продуктивности картофеля сорта Невский. По результатам исследований рекомендован как наиболее эффективный препарат группы терпенов НВ-101, а также настой крапивы, показавший хорошие результаты.

Ключевые слова: стимуляторы роста, фитостимуляторы, настой крапивы, картофель.

Abstract. Data on the assessment of influence of growth stimulants on productivity of potato varieties Nevsky. The results of the studies selected as the most effective drug of the group of terpenes NV-101 and recommended for further study infusion of nettle, also showed good results.

Key words: growth promoters, photostimulator, infusion of nettle, potatoes.

Одним из способов повышения урожайности картофеля является использование стимуляторов роста, физиологически активных веществ, воздействующих на интенсивность и направленность процессов жизнедеятельности растений, позволяющих им более эффективно использовать всё, что запланировано генотипом растения, но в силу ряда причин остается не реализованным.

Регуляторы роста оказывают не только стимулирующее, но и адаптогенное воздействие на растения и особенно востребованы в зонах неустойчивого, рискованного земледелия [1]. Применение регуляторов роста дает возможность как более направленно регулировать процесс роста и развития растений, так и более полно использовать потенциальные возможности сорта [5].

В настоящий момент известно изучено более 5000 соединений с регуляторным действием – это, как правило, вещества растительного, синтетического или микробного происхождения [6, 7], действующие на различные культуры. Возможность использования некоторых стимуляторов роста при возделывании картофеля подтверждена результатами многих исследователей, и установлено, что картофель относится к культурам, отзывчивым на применение регуляторов роста [8]. Вместе с тем большой интерес представляет сравнительная оценка стимуляторов роста из разных групп и предварительное изучение новых фитостимуляторов.

Объектом исследований являлось влияние стимуляторов роста на урожайность и биометрические показатели картофеля. Предметом исследований были выбраны сорт картофеля Невский и стимуляторы роста из разных групп по химическому составу: «Эпин-Экстра» (брасинолиды), «Иммуноцитифит» (ауксины), «НВ-101» (терпены), «Завязь овощная» (гиббереллины) и настой крапивы (растительное сырье). Контролем являлся вариант с опрыскиванием водой.

В опыте использовался Невский — среднеранний сорт картофеля (80–90 дней), столовый высокоурожайный сорт с высокой товарностью и отличными вкусовыми качествами. Куст низкий, компактный, прямостоячий, с многочисленными сильноветвящимися стеблями, цветки белые. Клубни округло-овальной формы, с красными глазками и тупой верхушкой. Кожура белая, мякоть белая, не темнеющая при резке, содержание крахмала – 10,7–14,8 %. Масса товарного клубня 90–130 г.

«Эпин-Экстра» – регулятор и адаптоген широкого спектра действия, обладает сильным антистрессовым действием, основанным на микробиологическом методе.

При применении «Эпина» и «Эпина-экстра» [4, 6] на продовольственных посадках картофеля улучшалось клубнеобразование, повышался урожай и пищевая ценность клубней, стимулировалось повышение устойчивости к фитофторозу, снижалась аккумуляция нитратов, солей тяжелых металлов и радионуклидов.

«Иммуноцитифит» – препарат, способствующий значительному повышению иммунитета растений и их сопротивляемости многим



распространенным заболеваниями: фитофторозу, альтернариозу, ризоктониозу, различным видам парши, черной ножки, мучнистой росы, бактериозов и т.д. Вещество ауксиновой природы. Стимулирует ростовые процессы.

«НВ-101» – это препарат со сбалансированным богатым составом, основанным полностью на природных материалах. Является стимулятором роста и активатором иммунной системы растений.

«Завязь овощная» – состоит в основном из гибберелиновых кислот, которые стимулируют деление или растяжение клеток, индуцируют или активируют рост стебля, листьев, прорастание семян, образование партенокарпических плодов, нарушают период покоя и индуцируют цветение длиннодневных видов. Препарат повышает урожайность, устойчивость к заболеваниям и неблагоприятным погодным условиям.

Настой крапивы – готовится полностью из растительного сырья методом сбраживания. Оказывает оздоравливающее действие на растения, стимулирует их рост и образование хлорофилла [3].

Эксперимент по изучению влияния стимуляторов роста на картофеле проводился в 2013–2014 гг., на приусадебном участке посёлка Нагорнский Губахинского района Пермского края.

Почва в опыте дерново-глубокоподзолистая, тяжелосуглинистая. Содержание гумуса низкое, кислотность средняя. Обеспеченность почвы фосфором и калием – низкая.

Изучение влияния стимуляторов роста проводилось в соответствии с методикой полевого опыта [2]. Повторность трехкратная, методом рендомизации. Картофель высаживался по схеме 70×35 см, по 12 растений на делянке. Площадь каждой делянки составляла 3 м.п. (2,1 м²). Между опытными делянками размещались защитные ряды. Общая площадь опыта 75,6 м².

Применяемая в опыте агротехника была общепринятой для возделывания картофеля в условиях Предуралья. Перед закладкой опыта были внесены комплексные удобрения (азофоска) из расчета 50 г/м².

В ходе проведения исследований осуществлялась оценка продуктивности кустов картофеля с расчетом биологической урожайности и определение фракционного состава клубней.

Результаты и их обсуждение

Через две недели после обработки стимуляторами роста измерялась высота растений картофеля.

Обработка стимуляторами роста приводила к небольшому повышению высоты растений по сравнению с контрольным вариантом. Так, в 2013 г. повышение в среднем составило 5,5 см, а в 2014 г. – 3,3 см. Наибольший прирост по сравнению обработкой водой (контроль) наблюдался в вариантах при обработке НВ-101 и настоем крапивы. Превышение составило в 2013 г. 9,0 (13 %) и 7,6 см (11 %) соответственно, а в 2014 г. – 5,9 (10 %) и 3,8 см (6 %).

В среднем за два года наибольшая высота растений также наблюдалась в вариантах при обработке «НВ-101» и настоем крапивы – больше контрольного варианта на 7,5 см (12 %) и 5,7 см (9 %) соответственно.

Полученные закономерности отражены на рис. 1.

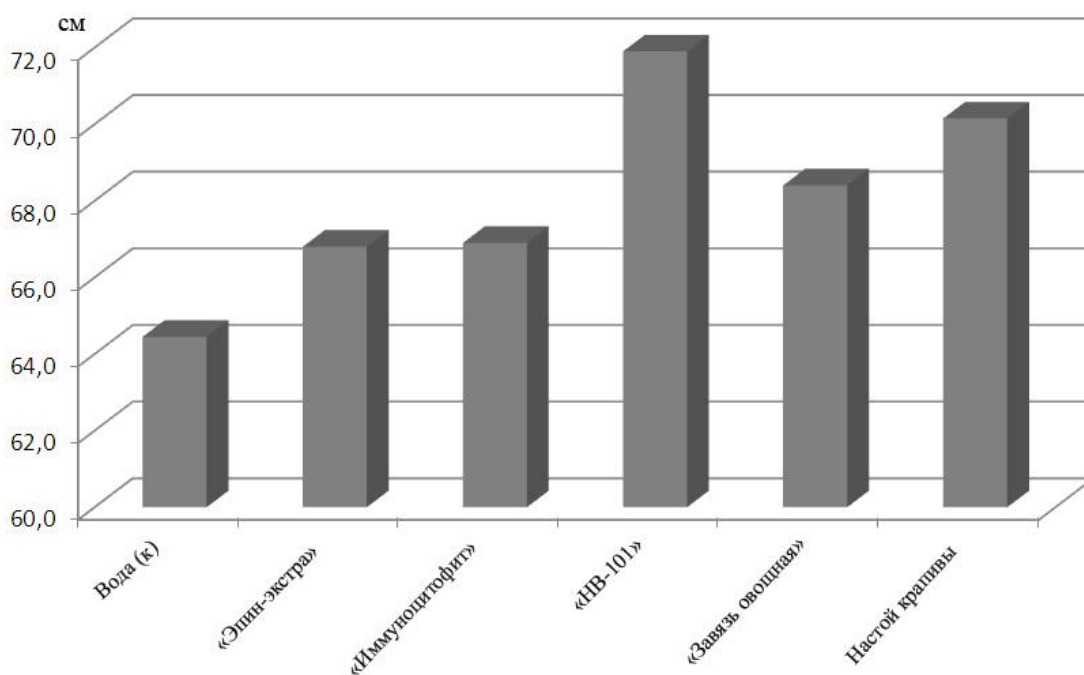


Рис. 1. Влияние обработки стимуляторами роста на высоту растений картофеля в среднем за 2013–2014 гг., см.

При достижении уборочной спелости производилась копка картофеля с определением продуктивности куста и расчетом биологической урожайности (табл.1).

Таблица 1

Влияние обработки стимуляторами роста на продуктивность растений картофеля

Вариант	Масса клубней с одного растения, кг				Биологическая урожайность картофеля в среднем за 2013–2014 гг.	
	2013 г.	2014 г.	Среднее за 2013–2014 гг.	Отклонение от контроля	кг/м ²	Отклонение от контроля
Вода (к)	0,93	0,75	0,84		3,35	
«Эпин-экстра»	1,02	0,81	0,92	0,08	3,67	0,33
«Иммуноцитифит»	1,00	0,74	0,87	0,03	3,48	0,14
«НВ-101»	1,48	1,15	1,32	0,48	5,27	1,92
«Завязь овощная»	1,08	0,85	0,97	0,13	3,87	0,53
Настой крапивы	1,26	0,94	1,10	0,26	4,40	1,05
НСР ₀₅	0,22	0,09		0,14		0,56



В 2013 г. обработка картофеля «Эпином», «Иммуноцитифитом», «Завязью» не привела к существенному увеличению продуктивности куста. Но при обработке «НВ-101», настоем крапивы продуктивность была существенно выше контрольного варианта на 0,55 кг (60 %) и 0,34 кг (37 %) соответственно, при $НСР_{05} = 0,22$ кг.

В 2014 г. на контрольном варианте (опрыскивание водой) продуктивность одного куста составила 0,75 кг. Продуктивность растений при обработке стимуляторами роста «НВ-101», «Завязь овощная», настоем крапивы была существенно выше контрольного варианта на 0,41 кг (54 %), 0,11 кг (14 %) и 0,20 кг (25 %) соответственно, при $НСР_{05} = 0,09$ кг. Однако отклонения по сравнению с контролем у вариантов, обработанных «Эпином» и «Иммуноцитифитом», не значительны, то есть они находились в пределах ошибки опыта.

В среднем за два года исследований продуктивность одного куста при обработке стимуляторами роста «НВ-101» и настоем крапивы продуктивность была существенно выше контрольного варианта на 0,48 кг (57 %) и 0,26 кг (32 %) соответственно. У вариантов с обработкой «Эпином», «Иммуноцитифитом» и «Завязью овощной» прибавка продуктивности была математически не доказана.

При расчете биологической урожайности в среднем за два года установлено, что обработка стимуляторами роста растений «НВ-101» и настоем крапивы привела к существенному повышению урожайности по сравнению с контрольным вариантом, на 1,92 кг/м² (57 %) и на 1,05 кг/м² (32 %) соответственно. Прибавка урожайности на остальных вариантах составила: 0,33 кг/м² (10%) при опрыскивании «Эпин-экстра»; 0,14 кг/м² (4 %) при опрыскивании «Иммуноцитифитом»; 0,53 кг/м² (16%) при опрыскивании препаратом «Завязь овощная», и оказалась незначительной, в пределах ошибки опыта.

После уборки урожая проводилось разделение клубней на фракции с последующим взвешиванием и подсчетом числа клубней (табл. 2).

Таблица 2

Фракционный состав клубней картофеля в зависимости от стимуляторов роста в среднем за 2013–2014 гг.

Вариант	Число клубней с одного куста	Вес, г							Товарность, %
		30–60		60–80		более 80		менее 30	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%		
Вода	8,44	2,40	16	2,31	21	3,73	59	4	96
«Эпин-экстра»	8,89	2,21	14	2,28	20	4,41	64	3	97
«Иммуноцитифит»	8,68	3,10	21	2,32	22	3,26	52	5	95
«НВ-101»	12,90	4,33	19	2,10	13	6,47	66	2	98
«Завязь овощная»	9,22	2,52	15	2,31	19	4,39	61	6	94
Настоем крапивы	10,42	2,33	13	3,30	24	4,78	61	3	97

Таким образом, в среднем за два года исследований установлено, что наибольшее количество клубней сформировалось в вариантах при обработке «НВ-101» и настоем крапивы – 12,9 и 10,42 шт./куст соответственно. Наибольшая товарность и наибольшее количество крупных клубней отмечается в варианте при обработке «НВ-101» – 98 % и 6,47 шт./куст соответственно. Кроме этого, при данном варианте зафиксировано и большее количество клубней семенной фракции – 4,33 шт./куст (на 80 % больше, чем в контроле).

При обработке завязью овощной число клубней хотя и превышает контрольный вариант, но товарность их наименьшая – 94 %, то есть увеличивается доля очень мелких клубней с массой менее 30 г.

Обработка картофеля иммуноцитифитом приводит к увеличению семенной фракции – 3,10 шт./куст (21 %), но к значительному снижению количества крупных клубней – 3,26 шт./куст (52 %).

Выводы

1. Обработка стимуляторами роста приводила к небольшому повышению высоты растений по сравнению с контрольным вариантом.

2. При обработке стимуляторами роста «НВ-101» и настоем крапивы продуктивность куста картофеля была существенно выше контрольного варианта на 0,48 кг (57 %) и 0,26 кг (32 %) соответственно. У вариантов, обработанных «Эпином», «Иммуноцитифитом» и «Завязью овощной» прибавки продуктивности были незначительны. Такие же закономерности наблюдаются и при расчете биологической урожайности.

3. Наибольшее количество клубней сформировалось в вариантах при обработке «НВ-101» и настоем крапивы. Наибольшая товарность и наибольшее количество крупных клубней отмечается в варианте при обработке «НВ-101». Кроме этого, в этом варианте зафиксировано и большое количество клубней семенной фракции. Опрыскивание картофеля «Завязью овощной» и «Иммуноцитифитом» приводит к увеличению семенной фракции, но снижает количество крупных клубней.

4. Наиболее эффективными стимуляторами роста на картофеле при обработке в фазу цветения в результате исследования оказались препарат из группы терпенов «НВ-101» и ранее не изучавшаяся настойка крапивы.

Список литературы

1. *Дорожкина Л.А., Пузырьков П.Е., Зейрук В.Н.* Применение регуляторов роста позволяет снизить пестицидную нагрузку // Картофель и овощи – 2006. – №3. – С. 30-31.

2. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985 – 351 с.

3. *Жирмунская Н.М.* Огород без химии. – СПб.: Диля, 2014 – 320 с.

4. *Лобачев Д.А., Авдиенко В.Г.* Применение эпина-экстра при размножении картофеля эффективно // Картофель и овощи – 2010. – №1. – С. 29.



5. *Лукина Ф.А., Васильева Р.Д., Федоров А.Я.* Биологизированные основы возделывания картофеля в Якутии // Инновационные механизмы решения проблем научного развития: сборник статей международной научно-практической конференции (18 марта 2017 г., г. Уфа): в 3 ч. – Уфа: МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2017. – Ч. 3. – С. 17–20.

6. *Счасленок Г.И., Родькин О.И.* Влияние способов оздоровления на продуктивность и степень поражения вирусной инфекцией сортов картофеля с различной восприимчивостью к вирусным заболеваниям // Картофелеводство. – Минск, 2000. – Вып. 10 – С. 201–208.

7. Удобрения и регуляторы роста растений повышают содержание пектина в продукции / *В.Н. Петриченко, С.В. Логинов, Н.О. Круковская, О.С. Туркина* // Картофель и овощи – 2011. – №2. – С. 14.

8. *Яковлева Н.С., Лукина Ф.А., Охлопкова П.П.* Влияние регуляторов роста на урожайность и качество клубней картофеля // Аграрная наука – 2009. – №9. – С. 13–14.

УДК 579.66

Александр Владимирович Горынцев

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ботаники
ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, Сибирская, 24, (342) 238-63-44, e-mail: alvlgor@mail.ru

Артем Алексеевич Назаров

МБОУ «Лицей №1»
Пермь, Россия
614067, Пермь, Ветлужская, 89

Алексей Владимирович Назаров

кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и генетики растений
ФГБОУ ВО «Пермский государственный научно-исследовательский
университет», Пермь, Россия
614990, Пермь, Букирева, 15, (342) 280-84-31, e-mail: nazarov@iegm.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ ПРОРОСТКОВ НЕКОТОРЫХ
РАСТЕНИЙ ОЧИЩАТЬ ВОДУ ОТ ИОНОВ МЕДИ****Alexandr V. Goryntsev**

Candidate of agricultural sciences, Associate Professor at the Department of Botany
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Perm State Humanitarian Pedagogical University»
24, Sibirskaja, 614990, Perm, Russia, e-mail: alvlgor@mail.ru

Artem A. Nazarov

Municipal Budget Educational Establishment «Lyceum №1»
Perm, Russia
614067, Perm, Vetluzhskaya, 89

Alexey V. Nazarov

Candidate of biological sciences, Associate Professor of the Chair of Botany and
Genetics of Plants
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Perm State National Research University »
15, Bukirev, 614990, Perm, Russia, e-mail: nazarov@iegm.ru

**RESEARCH OF CAPACITY OF SEEDS OF SEPARATE PLANTS
TO CLEAR WATER FROM COPPER IONS**

Аннотация. Оценена способность проростков растений овса посевного (*Avena sativa*), гороха посевного (*Pisum sativum*), рапса (*Brassica napus*), вики



посевной (*Vicia sativa*), редьки масляничной (*Raphanus sativus*) и донника лекарственного (*Melilotus officinalis*) очищать воду от ионов меди. Наибольшее снижение концентрации меди в воде отмечено в варианте опыта с проростками овса посевного и донника лекарственного, которые уменьшали содержание ионов меди на 85,7 и 68,8 % соответственно.

Ключевые слова: фиторемедиация, медь, загрязнение воды, бластфильтрация.

Abstract. The ability of seedlings of *Avena sativa*, *Pisum sativum*, *Brassica napus*, *Vicia sativa*, *Raphanus sativus* and *Melilotus officinalis* to purify water from copper ions is estimated. The greatest decrease in the concentration of copper in water was noted in the variant of the experiment with seedlings of oat seed and sweet potato, which reduced the content of copper ions by 85.7 and 68.8 % respectively.

Key words: phytoremediation, copper, water pollution, blastfiltration.

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами – актуальная современная проблема. Тяжелые металлы обладают высокой токсичностью, поступая в окружающую среду, они не трансформируются живыми организмами и накапливаются в трофических цепях [2]. Основные источники поступления токсичных металлов в водную среду – прямое загрязнение и сток с суши, важную роль в загрязнении гидросферы металлами играют сточные воды и перенос с атмосферой [5]. Один из распространенных загрязнителей среди тяжелых металлов – медь [5, 6]. Она наряду с хромом, никелем, ртутью и свинцом относится к приоритетной группе металлов-токсикантов, наиболее опасных для здоровья человека и животных [2].

Растения способны удалять тяжелые металлы из воды [3].

Для очистки загрязненной тяжелыми металлами воды в 1997 г. была предложена технология бластофильтрация, при которой проростки растений выращиваются в водном растворе с аэрацией (в аквакультуре) и поглощают или адсорбируют на своей поверхности тяжелые металлы [8]. Несмотря на то что данный способ очистки воды рекомендован достаточно давно, эффективность использования бластофильтрации для снижения концентрации в водном растворе ионов меди до настоящего времени изучена недостаточно.

Цель работы – исследование способности проростков овса посевного, гороха посевного, рапса, вики посевной, редьки масляничной и донника лекарственного очищать воду от ионов меди.

В исследовании использовали пятисуточные проростки растений овса посевного (*Avena sativa*), гороха посевного (*Pisum sativum*), рапса (*Brassica napus*), вики посевной (*Vicia sativa*), редьки масляничной (*Raphanus sativus*) и донника лекарственного (*Melilotus officinalis*). Содержание меди в растворе

определяли колориметрически на фотоэлектроколориметре КФК-2 (Оптико-механический завод «ЗОМЗ», Россия) аммиачным методом, который основан на образовании ионом Cu^{2+} с аммиаком комплекса $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, окрашенного в интенсивно синий цвет [4].

Схема опыта 1. Проростки овса посевного, гороха посевного, рапса, вики посевной, редьки масляничной и донника лекарственного по 10 штук помещали в контейнеры, содержащие 10 мл раствора медного купороса (пентагидрата сульфата меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) с концентрациями 0,3 и 0,1 %. Через трое суток определяли содержание меди в растворе. Для оценки фитотоксичности растворов измеряли рост корней растений по разнице в длине корней в начале и конце опыта.

Схема опыта 2. Пятидневные проростки овса посевного и донника лекарственного общей массой 50 г помещали в 1 л раствора медного купороса в концентрации 0,1%, что соответствовало содержанию Cu^{2+} – 256 мг/л. Растворы с проростками аэрировали с помощью компрессора. В течение трех дней отбирали 10 мл раствора для определения в нем концентрации меди.

В результате исследования обнаружено, что все изученные растения относительно устойчивы к раствору медного купороса в концентрации 0,1 и 0,3 %. Гибели растений в эксперименте не отмечено. При концентрации медного купороса 0,1% наибольшая устойчивость отмечена у проростков гороха, вики, рапса, у которых не отмечалось негативного влияния ионов меди на рост корня (рис. 1).

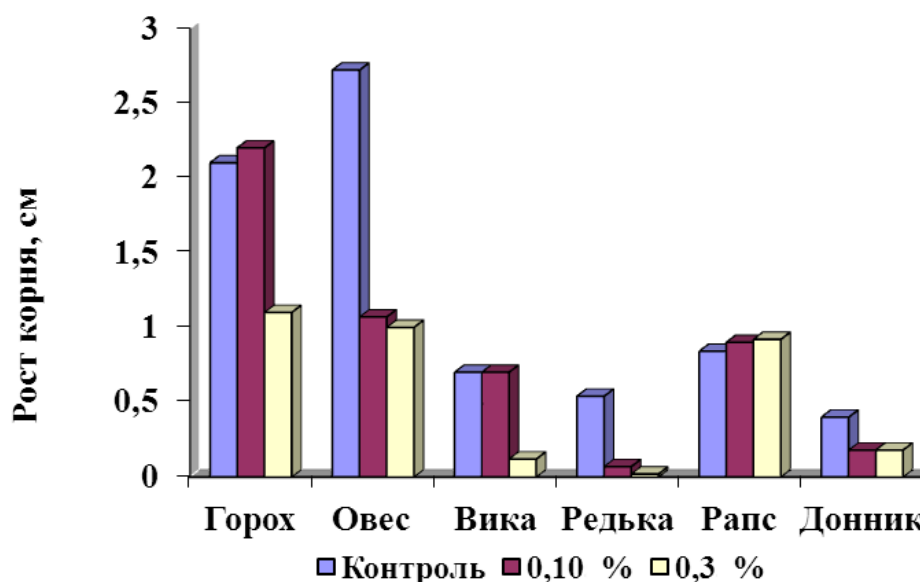


Рис. 1. Рост корней растений на растворах медного купороса. Контроль – вода без добавления медного купороса

Следует отметить, что при этом горох и вика усвоили из раствора наименьшее количество ионов меди (рис. 2). Рост корней овса, редьки и донника при данной концентрации медного купороса в сравнении

с контролем без добавления солей меди уменьшился в 2,5, 7,7 и 2,2 раза соответственно. Наиболее устойчивым к содержанию 0,3%-ного медного купороса был рапс, отрицательное влияние ионов меди на рост корня данного вида растения отсутствовал (см. рис. 1). Рост корней гороха, овса, вики, редьки и донника при данной концентрации медного купороса в сравнении с контролем без добавления солей меди снизился в 1,9, 2,7, 5,8, 27,0 и 2,2 раза соответственно.

Усвоение и адсорбция проростками ионов меди при начальной концентрации 0,1% медного купороса в растворе в расчете на 1 г биомассы составило у гороха – 4,0 мг/г, овса – 20,0 мг/г, вики – 5,2 мг/г, редьки – 4,3 мг/г, рапса – 14,7 мг/г, донника – 35,4 мг/г; при начальной концентрации медного купороса в растворе 0,3%: у гороха – 0,3 мг/г, овса – 31,1 мг/г, вики – 13,7 мг/г, редьки – 11,3 мг/г, рапса – 75,5 мг/г, донника – 17,4 мг/г (рис. 2).

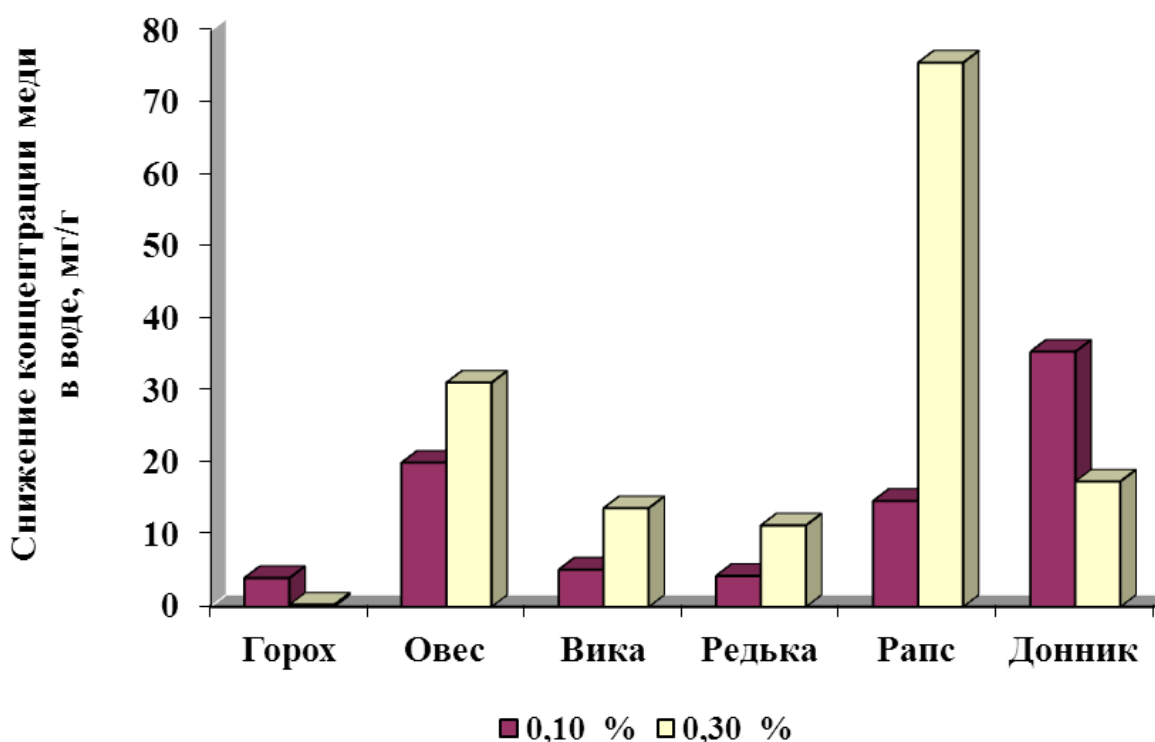


Рис. 2. Снижение концентрации меди в воде относительно массы растений, мг/г

По результатам опыта 1 как наиболее эффективные для опыта 2 были выбраны проростки овса и донника. Наибольшее снижение концентрации меди в воде отмечено в варианте опыта с проростками овса. Через трое суток содержание ионов меди в данном варианте снизилось на 85,7 % (рис. 3). Концентрация ионов меди в воде с проростками донника лекарственного уменьшилась на 68,8 %.

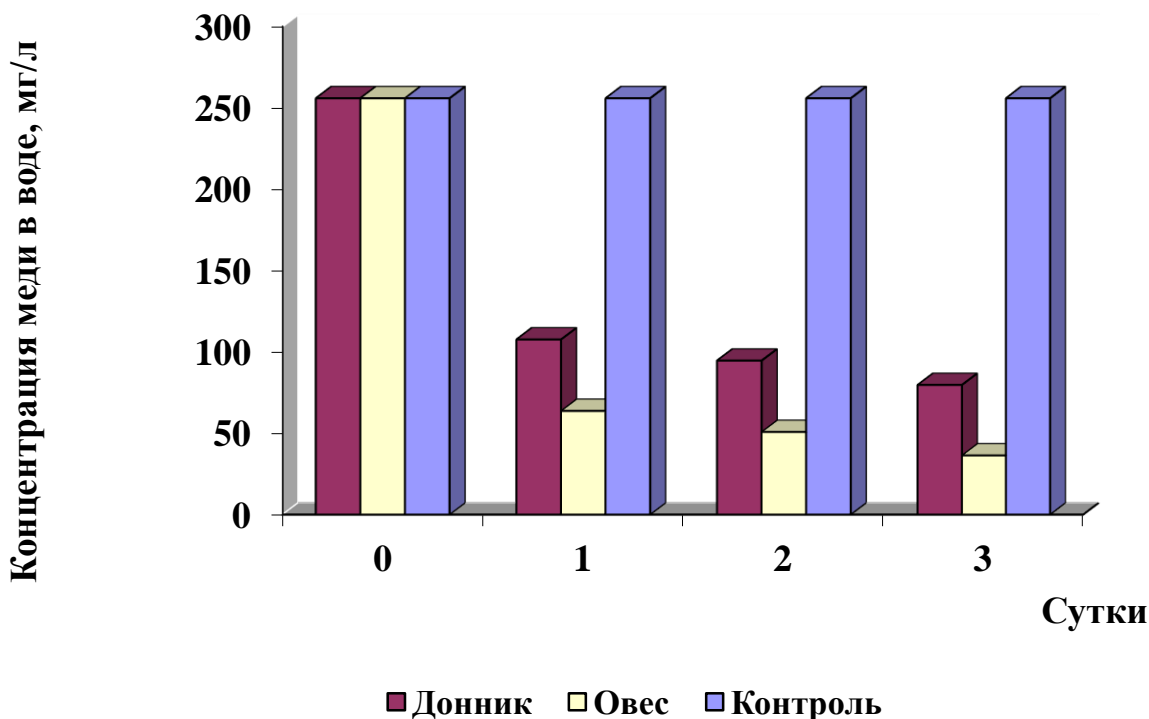


Рис. 3. Концентрация меди в воде в модельном реакторе, мг/л. Контроль – раствор медного купороса без растений

Ионы меди из раствора в проведенном эксперименте удалялись проростками растений менее эффективно, чем ионы свинца в аналогичном эксперименте с использованием проростков подсолнечника, гороха и клецвины. Через трое суток при начальной концентрации свинца 100 мг/л из воды проростками подсолнечника было удалено 91,6 мг свинца в расчете на 1 г массы растений, гороха – 40,7 мг/г и клецвины – 52,8 мг/г [7]. В целом метод бластофилтрации показал большую эффективность, чем очистка воды от меди с помощью водных растений валлиснерии спиральной (*Vallisneria spiralis*) и кладофоры шаровидной (*Cladophora aegagropila*). Растения очищали воду от меди при начальной концентрации Cu^{2+} – 0,5 мг/л через 28 суток кладофора на 96 %, валлиснерия – на 94 %, при совместном культивировании обоих видов растений концентрация Cu^{2+} снижалась в воде на 98 % [1].

Таким образом, в результате исследования обнаружено: 1. Все изученные растения относительно устойчивы к медному купоросу в концентрации 0,1 и 0,3 %. Гибели растений в эксперименте не отмечено. При концентрации медного купороса 0,1% установлен ряд устойчивости видов растений: горох=вика=рапс>донник>овес>редька, при концентрации 0,3 % – рапс>горох>донник>овес>вика >редька. 2. Выявлено, что при концентрации медного купороса 0,1 % эффективность в очистке воды от меди выглядела следующим образом: донник >овес >рапс >редька=вика >горох, при концентрации 0,3 % – рапс> овес >донник>вика >редька > горох. 3. Наибольшее снижение



концентрации меди в воде отмечено в варианте опыта с проростками овса посевного и донника лекарственного, которые уменьшали содержание ионов меди на 85,7 и 68,8 % соответственно.

Список литературы

1. Зайнутдинова Э.М. Ягафарова Г.Г. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием водных растений // Башкирский химический журнал. – 2013. – Т. 20, № 3. – С. 150–152.
2. Зилов Е.А. Гидробиология и водная экология: учебное пособие. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2007. – 147 с.
3. Золотухин И.А., Никулина С.Н., Федосеева Л.А. Снижение концентрации микроэлементов в водной среде под воздействием корневых систем // Экология. – 1995. – № 3. – С. 248–249.
4. Методические указания к лабораторным работам по учебной дисциплине Химия. – Брянск: ФГБОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия»; Мичуринский филиал, 2014. – 129 с.
5. Мониторинг качества поверхностных вод Ставропольского края / О.А. Подколзин, В.А. Стукало, А.В. Лошаков, С.В. Савинова, Н.Ю. Хасай // Инновации аграрной науки и производства: состояние, проблемы и пути решения: сборник научных трудов. – Ставрополь: АГРУС, 2008. – С. 152–159.
6. Шишкин М.А., Лаптева А.К. Эколого-геохимический анализ современных ландшафтов Прикамья. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 286 с.
7. Phytoremediation for heavy metal pollution in water II. The blastofiltration of Pb from water / Q.U.R. Lin, L.D. Sen, D.U.R. Qian, J.M. Yao // J. Agro. Environ. Sci. – 2002. – № 6. – P. 341–356.
8. Raskin I., Smith R.D., Salt D.E. Phytoremediation of metals: using plants to remove pollutants from the environment // Curr. Opin. Biotechnol. – 1997. – № 8. – P. 221–226.

УДК 581.555.3

Алексей Евгеньевич Селиванов

кандидат биологических наук, заведующий кафедрой ботаники

Екатерина Сергеевна Загребина**Екатерина Андреевна Щипанова****Ксения Олеговна Печенкина**

студентки естественнонаучного факультета ПГГПУ

*ФГБОУ ВПО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», 614990, Пермь, Сибирская, 24, (342) 23863455***РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ СКАЛЬНЫХ ОБНАЖЕНИЙ НА ХРЕБТЕ
МУНИН-ТУМП (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)****Alexey E. Selivanov**

Ph.D., Associate Professor of Botany

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Perm State Humanitarian Pedagogical University» 24, Sibirskaja, 614000, Perm, Russia,
e-mail: selivanperm@yandex.ru***Ekaterina S. Sagrebina****Ekaterina A. Schipanova****Kseniya O. Pechenkina**

Students of Natural Sciences Faculty of PSHPU

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education
«Perm State Humanitarian Pedagogical University» 24, Sibirskaja, 614000, Perm*

Аннотация. Приводятся результаты исследования растительного покрова скальных обнажений хребта Муни-Тумп. Оценивается таксономическое биоразнообразие и участие основных фотоавтотрофных компонентов на скальных сообществах. Указываются основные экологические факторы, влияющие на структуру фитоценозов.

Ключевые слова: лишайники, мхи, сосудистые растения, обилие, встречаемость, экологические факторы, фитоценоз, скалы, хребет Муни-Тумп, Северный Урал.

Abstract. In the article results of research of a vegetative cover of rocky outcrops of a ridge Munin-Tump are resulted. The estimation of taxonomic biodiversity and participation of the main photoautotrophic components of the rock communities is given. The main ecological factors affecting the phytocenosis structure are indicated.



Key words: Lichens, mosses, vascular plants, abundance, occurrence, environmental factors, phytocenosis, rocks, hr. Munin-Tump, the Northern Urals.

В настоящее время большая часть работ, связанных с изучением лишайников и мхов, ограничивается лишь выявлением видового состава, тогда как изучению фитоценозов, в которых эти организмы играют важную роль, посвящены лишь единичные статьи. На первых этапах развития фитоценологии, геоботаники не учитывали тайнобрачные растения. Но позже лишайники и мхи стали включать в описания фитоценозов.

Первые работы по изучению лишайников геоботаническими методами в России появились в начале XX в. [13, 23]. На территории Урала первые проведенные геоботанические работы, содержащие сведения о лишайниках, принадлежат известным ботаникам К.Н. Игошиной и М.М. Даниловой [11, 17]. Однако все подобные исследования посвящены изучению фитоценозов, в которых лишайники играют весьма малую роль. Несколько позже интерес геоботаников стали вызывать ландшафты, где лишайники являются важными компонентами. Это касается прежде всего горных и тундровых районов, в которых лишайники, помимо прочего играют и заметную хозяйственную роль [18, 24, 27, 30].

Изучение мохообразных, как и лишайников, в фитоценозах проводилось в различных регионах нашей страны, в том числе и на Урале. Исследование мохового покрова имеет свои особенности: чаще всего исследователи обращают внимание на роль мохообразных в лесных и болотных экосистемах [2, 3, 31]. Ряд работ посвящен изучению мохового покрова обнажений горных пород [7–10].

На Урале и в Пермском крае в инвентаризации таксономического биоразнообразия лишайников и мхов достигнуты значительные успехи [4, 5, 15, 16, 22]. В последние годы на базе кафедры ботаники ПГГПУ начаты планомерные работы по изучению фитоценозов скальных обнажений. Эти работы ведутся в двух главных направлениях: изучение береговых скальных выходов на реках и изучение скальных останцев и курумников в горах. По первому направлению уже имеются опубликованные данные [26, 33], тогда как по второму эта работа – первая.

Цель работы – выявление структуры и экологических характеристик фитоценозов скальных обнажений в районе исследования.

Задачи:

- выявление видового состава фотоавтотрофных компонентов экосистем обнажений горных пород;
- проведение экобиоморфного анализа списка видов лишайников;
- оценка эколого-фитоценотической роли основных компонентов скальных фитоценозов;

- анализ важнейших экологических факторов, влияющих на структуру фитоценозов, и закономерностей их действия.

Хребет Мунин-Тумп располагается на северо-востоке Красновишерского района Пермского края на территории государственного природного заповедника «Вишерский»; в горной осевой части Северного Урала, в междуречье рек Вишера и Ниолс, к северу от хребта Муравьиный Камень. Хребет Мунин-Тумп имеет две основные вершины (на севере и юге), разделенные пологой широкой седловиной. Южная часть хребта вместе с главной вершиной и отходящим от нее к западо-северо-западу отрогом отличается большей крутизной склонов, достигающих уклона 30–35°, и останцовым рельефом, приуроченным к гребневой части; высота отдельных останцев превышает 20 м. Северная часть хребта более пологая.

Семь основных ручьев, стекающих со склонов Мунин-Тумпа, являются притоками рек Вишеры и Ниолса, протекающих с запада и юга от этого хребта соответственно.

Склоны хребта Мунин-Тумп в среднем до высоты 650 м над уровнем моря покрыты пихтово-еловыми лесами с кедром, выше господствуют березовые криволесья с высокотравными горными лугами и горно-тундровые растительные сообщества; последние имеют широкое распространение в северной части хребта.

В ходе наших исследований сбор образцов проводился на территории Вишерского заповедника в 2016 г. со скальных обнажений хребта Мунин-Тумп. Географические координаты пробных площадей определялись с помощью спутникового навигатора GPS.

Проведенную в ходе исследования работу можно разделить на два этапа.

Первый этап, полевой, включал сбор образцов лишайников и мохообразных, фиксацию обитающих на скалах сосудистых растений. Каждое изучаемое скальное обнажение или курумник рассматривали как одну пробную площадь. Сосудистые растения, обитающие в трещинах скал и на полках, отмечались в полевом дневнике и при необходимости закладывались в гербарий. Для учета лишайников и мхов на изучаемых скальных обнажениях закладывались учетные площадки размером 300×300 мм. Площадка ограничивалась рамкой из дюралевого труба, разделенной на 100 равных квадратов (рис. 1). Затем площадка фотографировалась, и собирались все виды, представленные на ней. Виды, достоверно определяемые в поле, заносились в полевой дневник. Число площадок на одном скальном обнажении варьировалось в зависимости от разнообразия лишайникового покрова и размера скалы. В ходе экспедиционных работ было заложено 9 пробных площадей и 65 учетных площадок. Всего было собрано около 80 образцов.

Второй этап – камеральный. Он заключался в обработке собранного материала, которая проходила в исследовательской лаборатории кафедры

ботаники ПГГПУ. Обработка материала предполагала определение видов, внесение информации в базу данных, гербаризацию образцов. Определение лишайников проводили по общепринятым методикам исследования лишайников, используя все доступные определители [21]. Информация об образцах внесена в базу данных «Лишайники Урала». Идентифицированные образцы хранятся в лишайнологическом гербарии кафедры ботаники ПГГПУ (РПУ).

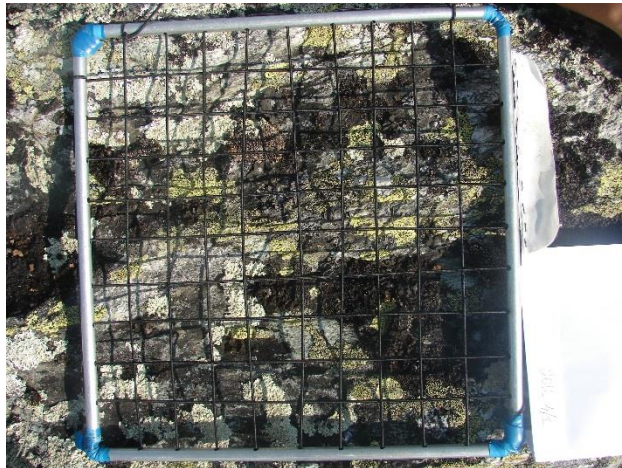


Рис. 1. Фотография учетной площадки

Идентификация образцов мохообразных проходила соответственно стандартной методике определения [13,14]. Основной задачей в ходе определения являлось отделение класса листостебельных мхов (*Bryopsida*) от печёночников (*Hepaticopsida*) и антоцеротовых (*Anthocerotopsida*), так как в дальнейшем изучали образцы в пределах класса листостебельных. Важнейшими составляющими исследования мохообразных является определение образца мха как верхоплодного или бокоплодного, выявление основных характеристик спорофита. Авторы благодарят А.Г. Безгодова за помощь в определении образцов мхов.

На изученных пробных площадях отмечено 27 видов сосудистых растений (табл.1). Среди них есть специализированные на скальные виды, такие как *Polypodium vulgare*, *Saxifraga caespitosa*, *Campanula rotundifolia*, представители рода *Thymus*, *Aster alpinus*. Однако преобладают лесные и тундровые виды, в том числе и проростки древесных растений, случайно поселившиеся в трещинах скал. Как видно из табл. 1, распределение растений по пробным площадям крайне неравномерное. На двух пробных площадях сосудистых растений вовсе не было, максимальное число видов отмечено на шестом описании. Некоторые виды встречаются на 3–4 пробных площадях. Большая же часть – только на одном. Нигде сосудистые растения не играют существенной роли в сложении на скальных фитоценозов, не образуют значительного покрытия.

В проанализированных образцах выявлено 152 вида лишайников. Все лишайники относятся к отделу *Ascomycota*, 2 классам, 12 порядкам, 27 семействам и 58 родам. Основу таксономического состава лишайников составляют представители класса *Lecanoromycetes* и порядка *Lecanorales*. Самым крупным по числу родов и видов является семейство *Parmeliaceae* (16 родов, 26 видов, 19 % общего числа видов). Второе место по количеству видов занимает семейство *Lecanoraceae* (16 видов, 11 %). Семейство *Cladoniaceae* является третьим по числу видов в данном порядке (14 видов, 10 %).

Таблица 1

Сосудистые растения на пробных площадях

№ п/п	Название вида	Номера пробных площадей
1	<i>Aconitum septentrionale</i> Koelle.	6
2	<i>Anemone biarmiensis</i> Holub.	5, 6, 8, 9
3	<i>Aster alpinus</i> L.	6,8
4	<i>Atragene sibirica</i> L.	8
5	<i>Campanula rotundifolia</i> L.	6
6	<i>Chamaenerion angustifolium</i> L.	8
7	<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	5
8	<i>Empetrum nigrum</i> L.	3, 6, 7, 9
9	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newm.	6, 7, 8
10	<i>Linnaea borealis</i> L.	6
11	<i>Lycopodium annotinum</i> L.	6
12	<i>Pachipleurum alpinum</i> Ledeb.	8
13	<i>Picea sp.</i>	7
14	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	6
15	<i>Pinus sibirica</i> Du Tour.	4, 6, 8
16	<i>Polygonum bistorta</i> L.	6
17	<i>Polypodium vulgare</i> L.	7, 8, 9
18	<i>Rosa acicularis</i> Lindl.	8
19	<i>Rubus arcticus</i> L.	6, 7
20	<i>Rubus melanolasius</i> Focke.	8
21	<i>Saxifraga caespitosa</i> L.	6, 8
22	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	7, 8
23	<i>Thalictrum minus</i> L.	8
24	<i>Thymus sp.</i>	6
25	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	6
26	<i>Vaccinium vitis-idea</i> L.	6, 8
27	<i>Viola biflora</i> L.	6

В ходе работ удалось выявить 34 вида мхов. Все мхи относятся к отделу *Bryophyta*, 3 классам, 8 порядкам, 14 семействам и 22 родам.

На девяти площадках найдены представители рода *Synodontium*, которые невозможно определить до вида из-за отсутствия спорофита, признаки которого необходимы для точной идентификации.

Среди найденных мхов большая часть видов и родов принадлежит к классу *Bryopsida*, среди таксонов которого выделяется порядок *Dicranales* и семейство *Dicranaceae*.

Эколого-субстратный анализ списка видов лишайников, как и следовало ожидать, показал преобладание эпилитных видов (95 видов, или 71 %). Эпигейды занимают второе место (29 видов, 22 %). В небольшом числе присутствуют эпифиты и эпибриофиты (по 4 вида, 3 %) (рис. 2.). Присутствие эпигейных лишайников в скальных сообществах объясняется наличием трещин горных пород, полочек, выемок, содержащих мелкозем и перегной. В таких элементах микрорельефа создаются условия, приемлемые для напочвенных видов. Среди эпифитов, обнаруженных на скалах, преобладают виды с самой широкой экологической амплитудой (*Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata*), массово заселяющие все древесные субстраты в районе исследований и изредка переходящие на не характерные для них субстраты. Обитание одного из эпифитов – *Mycoblastus sanguinaris* – на скальных останцах отмечено и в других районах Пермского Края – на останцах из кварцевого песчаника в долине р. Усьва и на хребте Рудянский Спой [13]. Интересно, что ни разу не удалось обнаружить этот вид на камнях курумников.



Рис. 2. Соотношение экологических субстратных групп лишайников (%)

Набор жизненных форм типичен для лишайниковых сообществ на горных породах. Большая часть выявленных видов – накипные. Примерно равное число видов имеют кустистые и листоватые слоевища (рис. 3).



Рис. 3. Спектр жизненных форм лишайников (%)

Разные виды наскальных лишайников и мхов обладают разной эколого-фитоценотической ролью. Главными показателями этой роли служат встречаемость и обилие. В табл. 2 показаны виды лишайников с наибольшей встречаемостью на каждой пробной площади.

Таблица 2

Виды лишайников с наибольшей встречаемостью

№ п/п	Вид	Число площадок	Доля от общего числа площадок, %
1	<i>Sphaerophorus fragilis</i> (L.) Pers.	24	36,9
2	<i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach.	23	35,4
3	<i>Alectoria ochroleuca</i> (Hoffm.) A. Massal.	18	27,7
4	<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC	17	26,2
5	<i>Arctoparmelia centrifuga</i> (L.) Hale	14	21,5
6	<i>Bryocaulon divergens</i> (Ach.) Kärnefelt	14	21,5
7	<i>Cladonia coccifera</i> (L.) Willd. s. lat.	12	18,5
8	<i>Lecanora polytropa</i> (Hoffm.) Rabenh.	11	17
9	<i>Lecidella stigmatea</i> (Ach.) Hertel & Leuckert	11	17
10	<i>Ropalospora lugubris</i> (Sommerf.) Poelt	11	17
11	<i>Umbilicaria proboscidea</i> (L.) Schrad.	11	17
12	<i>Rhizocarpon alpicola</i> (Wahlenb.) Rabenh.	10	15,4
13	<i>Lasallia rossica</i> Dombr.	9	13,8
14	<i>Ophioparma ventosa</i> (L.) Norman	9	13,8
15	<i>Melanelia stygia</i> (L.) Essl.	8	12,3
16	<i>Cladonia arbuscula</i> (Wallr.) Flot.	7	10,7
17	<i>Rusavskia soredata</i> (Vain.) S. Y. Kondr & Kärnefelt	7	10,7
18	<i>Cetraria nigricans</i> Nyl.	6	9,2
19	<i>Melanelia hepaticum</i> (L.) A. Thell	6	9,2
20	<i>Mycoblastus sanguinarius</i> (L.) Norman	6	9,2
21	<i>Rhizocarpon badioatrum</i> (Flörke ex Spreng.) Th. Fr.	6	9,2
22	<i>Thamnolia vermicularis</i> (Sw.) Schaer.	6	9,2
23	<i>Umbilicaria deusta</i> (L.) Baumg.	6	9,2

Некоторые виды занимают лидирующее положение на всех пробных площадях, другие только на некоторых. В целом данные по распределению видов с высокой встречаемостью не позволяют выделить значительных отличий пробных площадей, заложенных в разных условиях.

Обилие лишайников и мхов определяли по проценту покрытия каждого вида, опознаваемого на фотографии. Виды с максимальным обилием указаны в табл. 3. Как видно по данным табл. 1–3, виды, имеющие высокое обилие, далеко не всегда обладают высокой встречаемостью. Лишь четыре вида –



Parmelia saxatilis, *Arctoparmelia centrifuga*, *Alectoria ochroleuca*, *Sphaerophorus fragilis* – обладают одновременно и высоким обилием и высокой встречаемостью. Таким образом, важнейшим признаком наскальных фитоценозов на пробных площадях следует считать набор видов, с наибольшим обилием.

Таблица 3

Виды лишайников с максимальным обилием

№ п/п	Название вида	Покрытие, %	Встречаемость, %
1	<i>Thamnolia vermicularis</i> (Sw.) Schaer.	77	9
2	<i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach.	48	34
3	<i>Chrysothrix chlorina</i> (Ach.) J. R. Laundon	37	3
4	<i>Arctoparmelia centrifuga</i> (L.) Hale	31	21
5	<i>Lasallia rossica</i> Domb.	27	14
6	<i>Ophioparma ventosa</i> (L.) Norman	22	14
7	<i>Porpidia cinereoatra</i> (Ach.) Hertel & Knoph	16	6
8	<i>Umbilicaria hirsuta</i> (Sw. ex Westr.) Hoffm.	16	4,5
9	<i>Umbilicaria proboscidea</i> (L.) Schrad.	14	17
10	<i>Evernia mesomorpha</i> Nyl.	10	4,5
11	<i>Alectoria ochroleuca</i> (Hoffm.) A. Massal	9	27
12	<i>Pertusaria solitaria</i> H. Magn	9	3
13	<i>Candelariella vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.	8	1
14	<i>Melanelia stygia</i> (L.) Essl.	8	12
15	<i>Sphaerophorus fragilis</i> (L.) Pers.	8	37
16	<i>Umbilicaria polyphylla</i> (L.) Baumg.	8	4,5
17	<i>Bryocaulon divergens</i> (Ach.) Kärnefelt	7	21
18	<i>Physconia muscigena</i> (Ach.) Poelt	7	7

Интересным вопросом является взаимоотношение лишайников и мхов на скальных фитоценозах в горах. По литературным данным, на береговых скальных обнажениях в долинах рек лишайники и мхи являются экологическими антагонистами. Мхи преобладают в затененных и смачиваемых местах, лишайники – на ярко освещенных и сухих. Однако на скальных останцах в горах наблюдается другая картина.

В отличие от известняковых скал, на всех учетных площадках фототрофные организмы полностью покрывают дневную поверхность горной породы. На обследованных нами обнажениях повсеместно большим обилием обладают лишайники. В отличие от лишайников, мхи обычно образуют многовидовые дерновины, поэтому нельзя по фотографии определить обилие каждого вида. Из 65 площадок, мохообразные отмечены на 34. Максимальное их покрытие достигает 26 %. Но при этом покрытие больше 10 % отмечено только на 10 площадках. Анализ условий, в которых мхи имеют значительную фитоценотическую роль, позволяет установить следующие закономерности: высокого обилия мхи достигают на площадках северной и северо-восточной

экспозиции и на площадках с небольшим уклоном (табл. 4). Исключение составляют площадки 3.4 (рис. 4, а) и 6.10 (рис. 4, б), однако на них имеются крупные трещины с мелкоземом, предоставляющие хорошее убежище для мхов. Из десяти площадок, находящихся под навесом скалы, мхи отмечены лишь на двух. Таким образом, можно сказать, что и на силикатных скалах в горах мхи предпочитают менее освещенные и более увлажненные местообитания, чем лишайники, но, в отличие от береговых известняковых скал, здесь они не становятся преобладающим компонентом фитоценоза.

Таблица 4

Характеристики учетных площадок с высоким обилием мхов

№ уч. пл.	Обилие мхов	Число видов	Уклон	Экспозиция
5.3	26	2	10	ЮЗ
8.3	24	6	90	С
8.11	24	3	70	СВ
8.2	23	2	60	СВ
7.4	22	3	90	С
1.2	18	4	90	С
9.4	17	4	30	З
3.4	13	5	90	Ю
6.10	11	3	120	Ю
4.3	10	2	5	З
1.5	9	7	0	-
2.3	8	1	10	З
7.8	8	2	15	С
6.7	7	4	45	ЮЗ



а



б

Рис. 4. Фотографии: а – площадки 3.4; б – площадки 6.10

Выводы

1. В ходе работы, на пробных площадях выявлено 27 видов сосудистых растений, 152 вида лишайников, 34 вида мохообразных.



2. Состав жизненных форм и экологических групп лишайников на скальных обнажениях хребта Муни-Тумп типичен для скал горной части Северного Урала. Преобладают накипные виды (78), меньше листоватых (28) и кустистых (34).

3. Среди трех основных фототрофных компонентов, сосудистых растений, лишайников и мохообразных наибольшую фитоциотическую роль среди наскальных обнаружений играют лишайники. Они имеют высокое покрытие на всех учетных площадках, тогда как мохообразные хорошо развиваются только в наиболее подходящих для них условиях.

4. Факторами, определяющими структуру наскальных фитоценозов, следует считать уклон поверхности скалы, экспозицию, наличие или отсутствие нависания и освещенность. Однако окончательное выявление закономерностей действия этих факторов требует математической обработки данных.

Список литературы

1. Андреев М.П. Флора лишайников и лишайниковые синузии Анюйского нагорья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1980.

2. Ахминова М.П. Экспериментальные данные о видовом составе и структуре синузий зеленых мхов в еловых лесах таежной зоны. – Л.: Наука, 1970. – С. 32–42.

3. Баишева Э.З., Соломещ А.И. Бриосинтаксономия: эпифитные и эпиксильные сообщества // Бюллетень МОИП. – 1994. – Т.99, вып.6. – С. 74–85.

4. Безгодков А.Г. К бриофлоре окрестностей Кунгура (Пермская область) // *Arctoa*. – 2002. – Т. 11. – С. 53–62.

5. Безгодков А.Г. Мхи города Перми (Средний Урал) // *Arctoa*. – 2000. – Т. 9. – С. 141–150.

6. Галанина И.А. Анализ распределения видов лишайников по постоянным пробным площадям в Сихотэ-Алинском биосферном заповеднике // Комаровские чтения. – 2004. – Вып. 56. – С. 234–142.

7. Гольдберг И.Л. Адаптации мхов к обитанию в скальных экотопах: жизненные формы и стратегии // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии: мат. конф. молодых ученых-экологов Уральского региона, 21–24 апр. 1998 г. – Екатеринбург, 1998. – С. 45–53.

8. Гольдберг И.Л. Влияние абиотических факторов на состав и структуру мохового покрова скалистых обнажений // Развитие идей академика С.С. Шварца в современной экологии: сб. трудов конф. молодых ученых-экологов Кральского региона 2–3 апр. 1999 г. – Екатеринбург, 1999. – С. 37–45.

9. Гольдберг И.Л. Роль мохового покрова в сложении растительных сообществ скалистых обнажений (на примере Среднего Урала): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Екатеринбург, 2000. – 23 с.

10. Горчаковский П.Л. Растительный мир обнажений гранита, дунита и других горных пород на восточном склоне Среднего Урала // Свердлов. отд-ие Всесоюз. ботан. о-ва. – 1964. – Вып. 3. – С. 29-49.
11. Данилова М.М. Сосновые леса Северного Прикамья // Сборник работ Пермского отделения ВБО. – Пермь, 1965. – С 43–50.
12. Еленкин А.А. Лишайниковые формации в Саянах // Труды Петерб. об-ва естествоиспытателей: протоколы. – 1904. – Т. 35, вып. 1–2. – С. 44–51.
13. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. – Т. 1. Sphagnaceae – Hedwigiaceae. – М., 2003.
14. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. – Т. 2. Fontinalaceae – Amblystegiaceae. – М., 2004.
15. Игнатов М.С., Масловский О.М. К бриофлоре окрестностей Кунгура (Пермская область). – Пермь, 1991.
16. Игнатова Е.А., Игнатов, М.С., Безгодов А.Г. Мхи Вишерского заповедника (Пермская область, Северный Урал). – Пермь, 1996.
17. Игошина К.Н. Растительность субальп Среднего Урала. // Труды Бот. ин-та АН СССР. – Серия 3. – 1952. – Т. 8. – С. 289–354.
18. Куваев В.Б. К геоботанической характеристике Приполярного Урала // Материалы по изучению флоры и растительности Урала. – Свердловск, 1962. – С. 39–43.
19. Кузнецова Е.С. Лихенофлора восточной части Ленинградской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 2010.
20. Магомедова М.А. Лишайники как компонент растительного покрова арктических и бореальных высокогорий: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Екатеринбург, 2003.
21. Окснер А.Н. Определитель лишайников СССР // Морфология, систематика и географическое распространение. – Л., 1974. – Вып. 2. – 281 с.
22. Предварительный список лихенофлоры Пермского края / А.Е. Селиванов, Г.П. Урбанавичюс, Е.М. Шкараба, З.М. Шаяхметова, И.Н. Урбанавичене. – Пермь: ПГГПУ, 2015. – 156 с.
23. Савич В.П. К изучению лишайников Новгородской области // Изв. Петерб. ботан. сада. – 1914. – Т. 14. – Прил. 1. – С. 1–105.
24. Самбук В.Ф. Геоботаническая характеристика зимних оленьих пастбищ у устья Печоры // Материалы Ботанического музея Академии наук СССР. – 1928. – С. 136–164.
25. Сафранкова Е.А., Анищенко Л.Н. Лихенофлора крупных городов нечерноземья: разнообразие и использование в биоиндикации // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1.
26. Селиванов А.Е., Погудина Е.В. Опыт изучения лишайниковых сообществ на различных по физическим свойствам горных породах // II Международная конференция «Лихенология в России: актуальные проблемы и перспективы исследований», Санкт-Петербург, 5–8 ноября, 2014. Программа



и труды международной конференции, посвященной 300-летию Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН и 100-летию Института споровых растений. – СПб., 2014. – С. 161–166.

27. Селиванов А.Е., Погудина Е.В., Атеева Ю.А. Лишайники на экотонах в западносибирской низменности // II Международная конференция «Лихенология в России: актуальные проблемы и перспективы исследований», Санкт-Петербург, 5–8 ноября, 2014. Программа и труды международной конференции, посвященной 300-летию Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН и 100-летию Института споровых растений. – СПб., 2014. – С. 154–161.

28. Сони́на А.В. Эпилитные лишайники в экосистемах Северо-Запада России: видовое разнообразие, экология: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Петрозаводск, 2014.

29. Сони́на А.В., Корнилов П.С. Эпилитные прибрежные лишайники – объекты индикации состояния прибрежной среды // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6. – С. 6.

30. Уваров С.А. Лишайниковые сообщества на острове Колгуев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, №1(4).

31. Черепанова М.Ю., Ипатов В.С. Влияние древостоя на моховой покров и взаимоотношения видов мхов в заболоченных ельниках // Вестник СПбГУ. – Серия 3. – 2003. – Вып. 3. – №19. – С. 11–22.

32. Pystina T.N., Semenova N.A. Influence of recreation on lichen mountain tundra of the Manpupuner Range (the Pechora-Ilych Reserve).

33. Selivanov A.E., Pogudina E.V. Lichens on quartz sandstone and quartzite-sandstone in the valley of the Usva and Vischera Rivers (Perm region) // Advances in Environmental Biology. – 2014. – Vol. 8 (13). – P. 425–428.

Электронное научное издание

**ВЕСТНИК ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Серия № 2

Физико-математические и естественные науки

ВЫПУСК 2, 2017

Электронный научный журнал

Ответственный редактор

Полежаев Денис Александрович

Ответственный секретарь

Селиванов Алексей Евгеньевич

Редактор *М.Н. Афанасьева*

Компьютерная верстка *Д.Г. Григорьева*

Свидетельство о государственной аккредитации вуза

№ 0902 от 07.03.2014

Изд. лиц. ИД № 03857 от 30.01.2001

Усл. печ. л. 2,9. Уч.-изд. л. 2,3

Редакционно-издательский отдел

Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета

614990, г. Пермь, ГСП, ул. Сибирская, 24, корп. 2, оф.71

тел. (342) 238-63-12

e-mail: rio@pspu.ru