

УДК 574.24:339.133.017:338.439

**С. И. АРТЮХОВА
И. Ф. ТЕТЮШЕВА**Омский государственный
технический университет

ИЗУЧЕНИЕ ИНФОРМИРОВАННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ г. ОМСКА О РОЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ В РАЦИОНЕ ПИТАНИЯ

Установлено, что питание современного человека, как фактор взаимодействия с окружающей средой, должно быть организовано с использованием продуктов, обогащенных физиологически функциональными ингредиентами. В статье представлены результаты опроса по определению уровня информированности населения г. Омска о роли функциональных продуктов в рационе питания, их значение для сохранения здоровья человека и снижения риска наиболее распространенных заболеваний.

Ключевые слова: «болезни цивилизации», значение экологически чистых функциональных продуктов питания для здоровья человека.

Анализ состояния здоровья населения Земли убедительно свидетельствует о неуклонном росте числа лиц, страдающих или склонных к различным заболеваниям, прежде всего к тем, которые получили название «болезни цивилизации» (оппортунистические инфекции, болезни сердца и сосудов, рак, мочекаменная и желчекаменная болезни, бронхиальная астма, гепатиты различного генеза, ожирение, подагра, остеохондроз, остеопороз, сахарный диабет и другие). Заболеваемость населения является отражением неблагоприятных экологических послед-

ствий, происходящих в среде обитания. В настоящее время скорость увеличения вредного воздействия средовых факторов и интенсивность их влияния уже выходит за пределы биологической приспособляемости экосистем к изменениям среды обитания и создаёт прямую угрозу жизни и здоровью населения. Поэтому в этом направлении важная роль отводится функциональным продуктам в рационе человека.

По данным экспертов Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), многие из этих болезней

ведут не только к смерти, но и являются ведущей причиной временной потери трудоспособности или инвалидности в самом работоспособном возрасте. Эксперты ВОЗ считают, что состояние здоровья человека определяют: индивидуальный образ жизни на 50 %, наследственность на 20 %, условия внешней среды на 20 % и работа медиков всего на 10 %. Питание в индивидуальном образе жизни играет главенствующую роль. Оно не только имеет важное значение в оздоровлении отдельных групп населения, но влияет на судьбу целых народов.

На протяжении практически всего существования человеческой цивилизации пища рассматривалась преимущественно как средство, предназначенное для удовлетворения чувства голода, аппетита и вкусовых потребностей.

В последние десятилетия, ввиду роста числа хронических заболеваний и установления их причинной связи с несбалансированным питанием и экологическими факторами, к пищевым продуктам стали относиться и как к эффективному средству поддержания физического и психического здоровья и снижению риска многих заболеваний. Немаловажная роль отведена функциональным продуктам питания, главными критериями которых являются улучшение физического и психического здоровья и предотвращение или уменьшение частоты заболеваний.

Сегодня под функциональными продуктами питания понимают такие продукты питания, которые предназначены для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения с целью снижения риска заболеваний, связанных с питанием, сохранения и улучшения здоровья за счет наличия в их составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов. Функциональный пищевой ингредиент — это вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробного, минерального происхождения или идентичный натуральным, а также живые микроорганизмы, обладающие способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека, при употреблении в количествах, составляющих от 10 % до 50 % от суточной физиологической потребности [1, 2]. По мнению зарубежных авторов [3], в категорию функциональных продуктов питания следует включать:

- натуральные продукты питания, естественно содержащие требуемое количество функционального ингредиента или группы таких ингредиентов;
- натуральные продукты, дополнительно обогащенные каким-либо функциональным ингредиентом или их группой;
- натуральные продукты, в которых исходные потенциально активные ингредиенты модифицированы таким образом, что они начинают проявлять свою физиологическую активность или эта активность усиливается;
- натуральные пищевые продукты, в которых в результате тех или иных модификаций усвояемость входящих в них активных ингредиентов увеличивается;
- натуральные или искусственные продукты, которые в результате применения комбинаций вышеуказанных технологических приемов приобретают способность сохранять и улучшать физическое и психическое здоровье человека и/или снижать риск заболеваний.

При создании новых функциональных продуктов питания важно учитывать мнение потребителей, на

которых данные продукты ориентированы. Поэтому целью представленной работы являлось проведение маркетингового исследования в виде анкетирования по определению уровня информированности населения г. Омска о роли функциональных продуктов в рационе питания.

Экспериментальная часть. Исследования проводились с октября по декабрь 2013 г., количество респондентов составило 2000 человек различных возрастных и социальных групп из пяти округов города Омска. Анкета содержала вопросы двух видов: на вопросы первой группы следовало выбрать ответ из имеющихся вариантов, на другие — дать ответ самим.

Результаты и обсуждение. Распределение респондентов по социально-демографическим группам в зависимости от пола и возраста было следующее (%): в зависимости от пола (женщин — 57, мужчин — 43); возраста (18–35 лет — 36, 36–60 лет — 45, 61 и более лет — 19); от уровня образования (высшее — 38, среднее — 57, начальное — 5).

По роду занятий опрошенные разделились следующим образом (%): специалисты с высшим образованием — 22, пенсионеры — 21, студенты — 16, служащие без высшего образования — 13, рабочие — 10, предприниматели — 7, домохозяйки — 5, другой род занятий — 4, неработающие — 2.

Учитывая, что статус питания служит одним из экологических факторов формирования здоровья и качества жизни человека, представляло интерес выяснить, какую часть семейного бюджета омичи тратят на продукты питания. В результате опроса было установлено, что большинство (53 %) респондентов — готовы тратить 50 % семейного бюджета на продукты питания, 31 % опрошенных — 30 % семейного бюджета, и только 12 % и 4 % респондентов тратят 70 % и 90 % семейного бюджета на продукты питания.

При оценке уровня собственного здоровья считающих себя здоровыми не так уж много. По результатам опроса только 43 % населения считают себя здоровыми людьми, 48 % — имеют различные заболевания, а у 9 % респондентов ответ на вопрос о своём здоровье вызвал затруднения.

Среди заболеваний, распространённых в г. Омске, лидируют заболевания сердечно-сосудистой системы — 26 % всех ответов, пищеварительной системы — 18 %, заболеваниям иммунной, эндокринной и лимфатической систем подвержено меньше респондентов — 13 %, 10 %, и 9 %, при этом расстройства нервной и костной систем имеют 9 % и 7 %, а дыхательной системы и органов размножения имеют 5 % и 3 % опрошенных соответственно.

В числе приоритетных причин возникновения заболеваний омичи считают неблагоприятную экологическую обстановку — 25 % респондентов, недостаток в рационе различных минеральных веществ и витаминов — 16 %, материальное положение — 14 %, для 13 % опрошенных серьёзной причиной является возраст, для 12 % — наследственность. Менее серьёзными причинами, по мнению омичей, являются: загрязнение продуктов питания ксенобиотиками и радионуклидами (8 %), недостаточность питания (6 %), отсутствие информированности о вреде и пользе продуктов питания (4 %) и другое (2 %).

В результате исследования, выяснилось, что 72 % опрошенных часто находятся в состоянии психологического напряжения и только 28 % респондентов удаётся сохранять психологическое равновесие. Среди способов борьбы со стрессом лидируют вари-

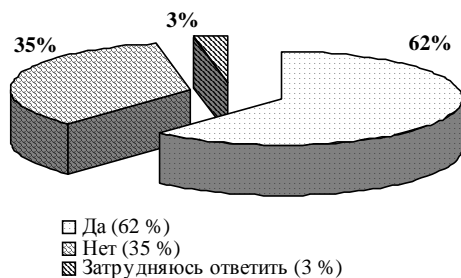


Рис. 1. Мнение респондентов о возможности продуктов питания, оказывающих положительное влияние на организм, ограждать человека от многих заболеваний

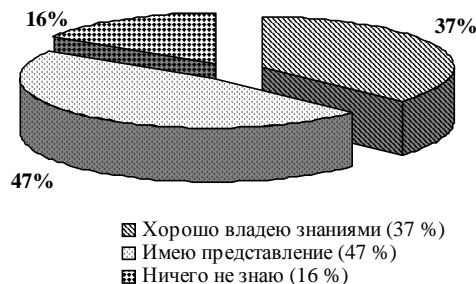


Рис. 2. Распределение респондентов по степени информированности о функциональных продуктах

анты: хобби, спорт, общение с другими людьми — 30 % респондентов, употребление полезных антистрессовых продуктов — 26 %, к таким продуктам омичи относят кисломолочные продукты, сыры, фрукты, шоколад, чай, кофе. Меньшее число респондентов признались в приверженности к употреблению большого количества пищи (13 %), вредным привычкам (12 %) и вымещении эмоций на окружающих (9 %), 8 % респондентов предпочитают другие способы борьбы со стрессом, а 2 % — сеансы психотерапии.

Большинство респондентов — 62 % — ответили положительно на вопрос «Как Вы считаете, возможно ли с помощью продуктов питания, оказывающих положительное влияние на организм, оградить человека от многих заболеваний?». Однако 35 % не верят данному утверждению, а 3 % опрошенных затруднились с ответом (рис. 1).

В результате исследования выявлена низкая степень осведомлённости омичей о функциональных

продуктах питания. Большинство омичей — 47 % — имеют лишь примерное представление, о чем идёт речь, при этом 37 % считают, что хорошо владеют знаниями о таких продуктах, а 16 % о них ничего не знают (рис 2). Дальнейшие результаты анкетирования показали, что верной информацией о функциональных продуктах владеют только 25 % опрошенных, которые указали, что употребляют кисломолочные продукты на основе пробиотиков и пребиотиков, обогащённые хлебобулочные изделия; 32 % респондентов считают функциональными продуктами продукты основного рациона — мясные, молочные продукты, морепродукты, яйца, хлебобулочные изделия, овощи, фрукты, мёд, спиртные напитки; 43 % опрошенных не смогли указать функциональные продукты питания.

Данные по мотивации респондентов при покупке продуктов питания, представлены на рис. 3. Приоритетом для омичей является цена — 26 % опрошенных, известность бренда и состав продукта важны для 18 и 13 % респондентов соответственно.

Причины, по которым население г. Омска интересуется информацией, представленной на упаковке продукта питания, отображены на рис. 4. Выявлено, что 37 % респондентов доверяют производителю и не изучают упаковку продуктов питания, а 29 %, напротив, оценивают безопасность продуктов.

На рекламу новых продуктов питания обращают внимание 59 % опрошенных, а 41 % предпочитают не делать свой выбор благодаря рекламе. Употребляют новые продукты рынка 75 % респондентов, 25 % остаются верны своим предпочтениям.

Результаты социологического исследования позволили сделать следующие выводы:

— большинство респондентов не владеют верной информацией о функциональных продуктах и о их роли в питании современного человека, что связано с минимальным количеством функциональных продуктов питания в местах торговли и информации о них в СМИ, следовательно, изменить ситуацию можно путем расширения ассортимента функциональных продуктов питания и активной рекламной деятельностью;

— большая часть опрошенных в г. Омске считает возможным, что определённые продукты питания могут оказывать положительное влияние на организм, поэтому развивающийся российский рынок функциональных продуктов имеет многообещающие перспективы на успех;

— значительное количество респондентов не считают себя здоровыми людьми, среди заболеваний

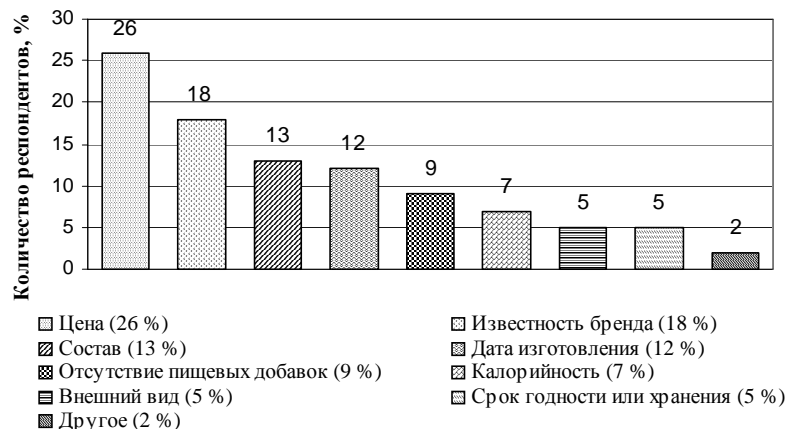


Рис. 3. Информация на упаковке, интересующая потребителей г. Омска

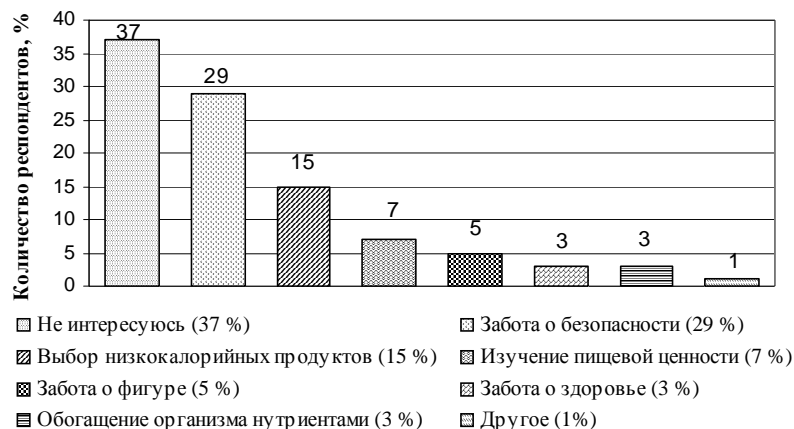


Рис. 4. Мотивация респондентов при изучении упаковки продукта

лидируют заболевания сердечно-сосудистой и пищеварительной систем. Возможно, это связано с состоянием психологического напряжения, в котором находятся большинство опрошенных, соответственно, функциональные продукты питания, имеющие профилактический эффект на многие функции организма, будут с успехом приняты потребителями, так как большинство омичей проявляют интерес к рекламе новых продуктов и охотно их употребляют;

— при выборе продуктов питания респонденты чаще всего обращают внимание на цену, известность бренда и состав, следовательно, сырьё и технологии производства должны быть приемлемыми по стоимости, производитель должен стремиться к укреплению своих позиций на рынке, а состав должен отличаться наличием экологически чистых физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

Анализ результатов опроса потребителей г. Омска позволяет сделать вывод о том, что расширение ассортимента экологически чистых функциональных продуктов питания предполагает быть весьма успешным и что в скором времени данная группа продуктов станет одной из самых динамично развивающихся на омском рынке.

Уникальность функциональных продуктов питания и возрастающая в них потребность — гарантия того, что они востребованы сегодня и в будущем сохранят и укрепят свои позиции. Функциональные продукты могут и должны стать частью ежедневного рациона, поскольку это «сегодня» и «завтра» здорового образа жизни. Однако в настоящее время их разработано и имеется в продаже недостаточно, чтобы можно было отказаться от традиционных продуктов питания.

Обеспечение современного человека функциональными продуктами питания, разработанными

с учетом половой, национальной и возрастной принадлежности, условий проживания и работы, экологического паспорта территории, физиологического состояния, а также последних достижений молекулярной биологии и нанотехнологии, является стратегическим направлением современной пищевой биотехнологии и медицины, а его успешная реализация позволит заметно увеличить среднюю продолжительность жизни, длительно сохранять физическое, духовное, социальное и нравственное здоровье, активную жизнь пожилых людей и гарантировать рождение здорового поколения.

Библиографический список

1. Артюхова, С. И. Основы пищевой биотехнологии и нанотехнологии : учеб. пособие / С. И. Артюхова, Ю. А. Гаврилова. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2010. — 312 с.
2. Шендеров, Б. А. Функциональное питание и его роль в профилактике метаболического синдрома / Б. А. Шендеров. — М. : ДеЛи принт, 2008. — 319 с.
3. Roberfroid, M. B. Global view on functional foods: European perspectives / M. B. Roberfroid // Brit.J.Nutr. — 2002. — V. 88, Suppl. 2. — P. 133—138.

АРТЮХОВА Светлана Ивановна, доктор технических наук, профессор (Россия), профессор кафедры «Химическая технология и биотехнология», член-корреспондент Российской академии естествознания.

ТЕТЮШЕВА Ирина Фёдоровна, аспирантка кафедры «Химическая технология и биотехнология».

Адрес для переписки: asi08@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 18.03.2014 г.

© С. И. Артюхова, И. Ф. Тетюшева

Книжная полка

Штриплинг, Л. О. Основы защиты окружающей среды : учеб. электрон. изд. локального пространства : учеб. пособие / Л. О. Штриплинг, И. Б. Чебакова; ОмГТУ. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2013. — 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

В учебном электронном издании приведены сведения о химических методах очистки сточных вод промышленных предприятий от органических и неорганических загрязнений, ионов тяжелых металлов. Рассмотрены методы расчета процесса разбавления промышленных и бытовых стоков в водоеме. Освещены вопросы теоретической основы защиты окружающей среды от излучений. Рекомендуются для самостоятельной работы студентам очной и заочной форм обучения специальности 330200 «Инженерная защита окружающей среды» при изучении курса «Теоретические основы защиты окружающей среды».

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА ПРИРОДНОГО ПАРКА ПТИЧЬЯ ГАВАНЬ (г. ОМСК) ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА

Впервые проведена оценка качества воды и экологического состояния водоема природного парка Птичья гавань (г. Омск) по показателям развития фитопланктона. Установлена устойчивая тенденция к снижению показателей обилия фитопланктона до уровня, способствующего самоочищению водоема. Отмечена высокая стабильность качества воды, соответствующей третьему классу «удовлетворительной чистоты».

Ключевые слова: экологическое состояние, качество воды, фитопланктон, природный парк Птичья гавань, Омск.

Птичья гавань — один из немногих природных парков России, находящийся в черте крупного города. Это особо охраняемая природная территория (ООПТ), наделенная статусом объекта регионального значения, главной задачей которой является рекреация населения и эколого-просветительская деятельность. С юга, запада и востока территория парка ограничена земляными насыпями, поднимающими полотно автомобильных дорог, идущих из центра города в его левобережную часть через Ленинградский мост, а с севера — земляной дамбой, изолирующей парк от речки Замарайки. В 2007–2011 гг. в парке были проведены работы по реконструкции и дноуглублению, в результате чего три озера были объединены в один большой водоём, окруженный обводным каналом. Так сформировался своеобразный природный оазис в центре города Омска, ядром которого служит водоем. Птичья гавань, как и любая ООПТ, нуждается в постоянном мониторинге, а поскольку главной составляющей парка является водоем, то особое внимание необходимо уделять исследованиям его экологического состояния.

Важным звеном водных экосистем являются фитопланктон — водоросли и цианобактерии, обитающие в толще воды. Все процессы, происходящие в водоеме, находят свое отражение в изменениях характеристик фитопланктонного сообщества. Способность быстрого реагирования на любое внешнее воздействие делает фитопланктон ценным инструментом биоиндикации. Изменения структурных показателей, характеризующих фитопланктон, являются ключевым фактором для оценки экологического состояния водоёма [1].

Цель исследования — оценка качества воды и экологического состояния водоёма природного парка Птичья гавань по показателям развития фитопланктона.

Материалы и методы. Сообщение основано на результатах обработки 232 количественных проб фитопланктона, отобранных в водоёме Птичьей га-

вани с 2009 по 2012 гг. Отбор проб проводили ежемесячно, в том числе в зимний период, на регулярно расположенных по акватории водоема 5–6 станциях. Пробы фитопланктона объемом 0,5 л отбирали из поверхностного слоя воды, фиксировали 40 % формалином, концентрировали осадочным методом. Обработку проб проводили общепринятыми в гидроэкологии методами [2]. Одновременно с отбором фитопланктона проводили гидрохимический анализ.

Результаты и их обсуждение. Степень минерализации водоема (соленость воды) изменялась в течение периода исследований. Зимой 2010 г. после завершения дноуглубительных работ была зафиксирована максимальная (1392,9 мг/дм³) минерализация и водоем относился к разряду солоноватых b-мезогалиновых. Постепенно минерализация воды уменьшилась и в настоящее время водоем Птичьей гавани относится к категории пресных вод — минимальное значение солёности воды (597,0 мг/дм³) отмечалось весной 2012 г. Активная реакция водной среды щелочная, колеблется в диапазоне от 7,1 до 8,5.

В фитопланктоне водоёма природного парка Птичья гавань найдено 350 видов (384 разновидности и формы, включая номенклатурный тип вида) водорослей и цианобактерий, относящихся к девяти отделам: Cyanoprokaryota (42 вида, разновидности и формы), Euglenophyta (69), Dinophyta (10), Cryptophyta (4), Chrysophyta (24), Bacillariophyta (96), Xanthophyta (4), Chlorophyta (122), Streptophyta (13). Наибольшее видовое богатство присуще зеленому, диатомовым и эвгленовым водорослям, что характеризует фитопланктон водоёма как диатомово-хлорофитовый со значительным участием эвгленовых водорослей.

В целом для динамики численности фитопланктона водоема Птичья гавань характерно наличие относительно невысоких весенних пиков в апреле и ярко выраженных летних пиков в июле. Особенно четко весенние пики численности были выражены в 2010 и 2012 гг., а летние — в 2010 и 2011 гг. (рис. 1).

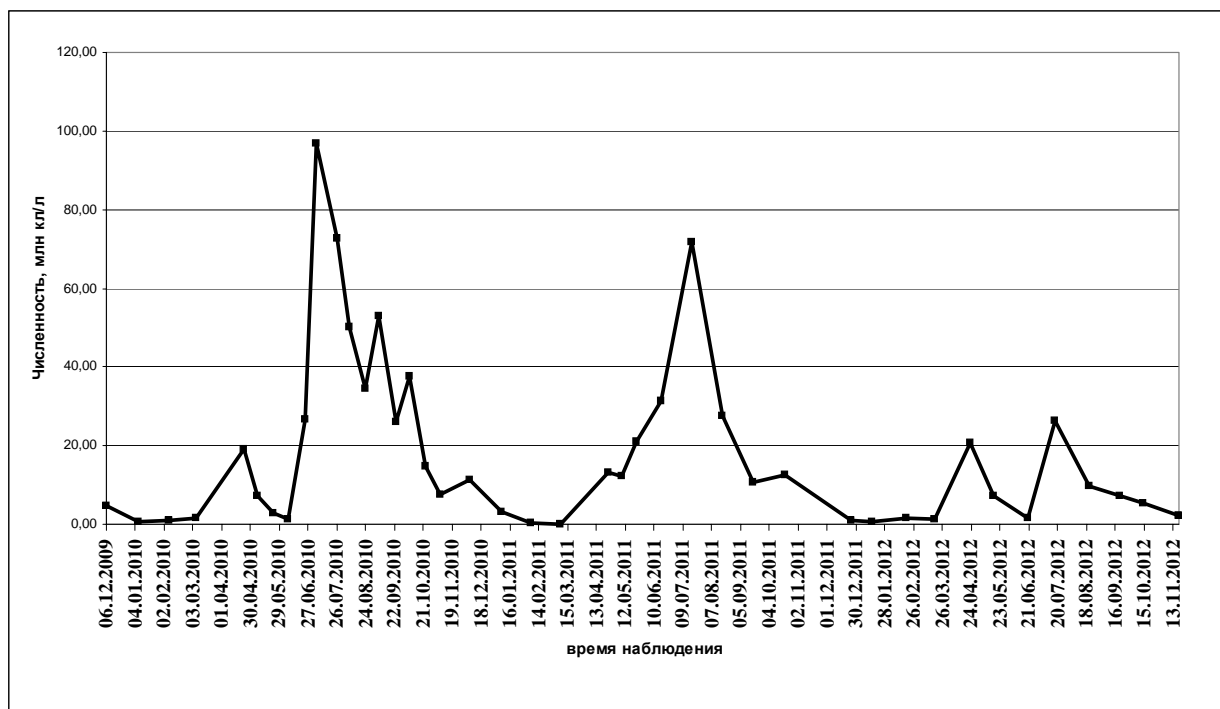


Рис. 1. Сезонная и межгодовая динамика численности фитопланктона водоема Птичья гавань, 2009–2012 гг.

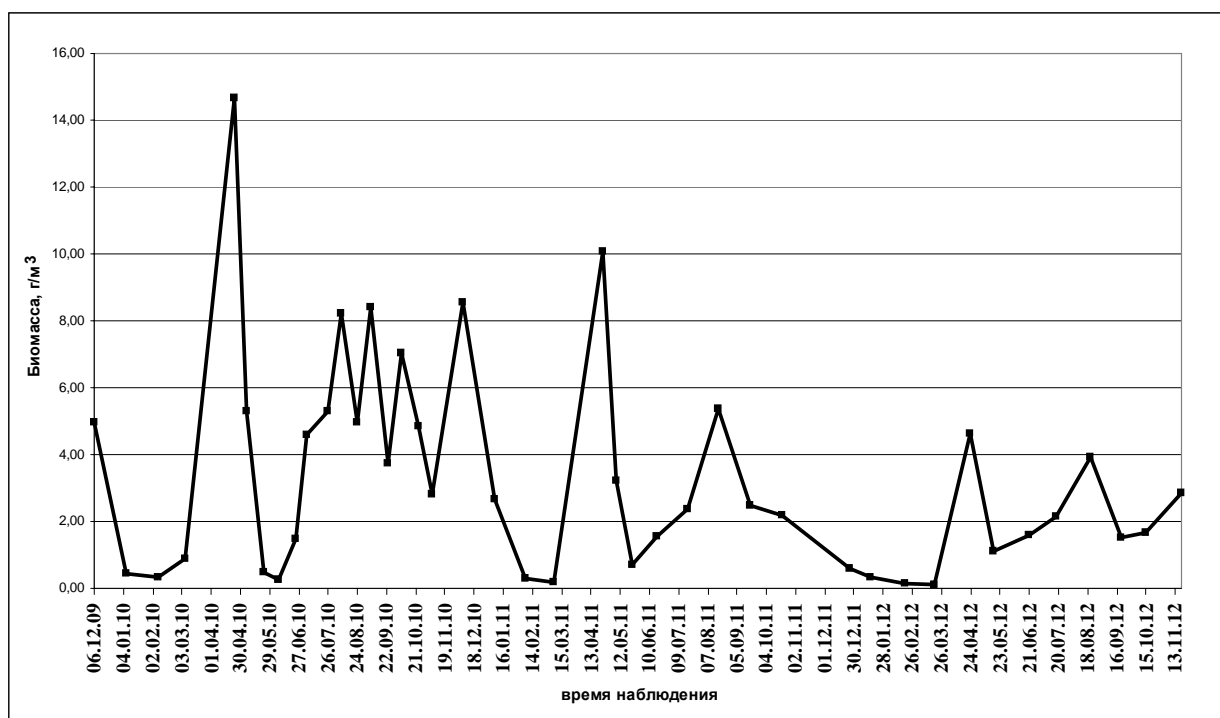


Рис. 2. Сезонная и межгодовая динамика биомассы фитопланктона водоема Птичья гавань, 2009–2012 гг.

В разные годы исследований весенние пики численности обусловлены преимущественным развитием различных отделов и групп фитопланктона — зеленых и золотистых водорослей, неопределенных жгутиковых (фитофлагеллят) и даже цианобактерий весной 2011 г. В отличие от большинства водных объектов Омского Прииртышья весенняя вспышка численности диатомовых водорослей в Птичьей гавани не отмечается [3, 4].

Летние пики численности фитопланктона вызваны интенсивной вегетацией мелкококлеточных цианобактерий *Aphanocapsa incerta* (Lemm.) Cronb.

et Kom. (182,10 млн кл/л), *Chroococcus minor* (Kütz.) Näg. (25,35 млн кл/л), *Ch. minimus* (Keissl.) Lemm., *Merismopedia glauca* (Ehr.) Kütz., *M. tenuissima* Lemm. и др. Токсичные виды цианобактерий (*Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *Coelosphaerium kuetzingianum* Näg.) в планктоне Птичьей гавани обнаружены, но уровень их развития невысокий и не представляет угрозы для гидробионтов. Относительная доля численности других отделов водорослей в летнем планктоне незначительна, максимального обилия летом 2011 г. достигали только зеленые водоросли (17,83 %).

Таблица 1

Биомасса фитопланктона, качество воды и категория трофности водоёма Птичьей гавань, 2009–2012 гг.

Сезон	Биомасса, г/м ³	Класс качества воды	Разряд качества воды	Категория трофности	Разряд трофности
Зима 2009–2010 гг.	1,74±1,82	3 – удовлетворительной чистоты	3а – достаточно чистая	мезотрофная	мезо-эвтрофная
Весна 2010 г.	5,18±5,42	4 – загрязненная	4а – умеренно загрязненная	эвтрофная	эв-политрофная
Лето 2010 г.	5,49±2,78	4 – загрязненная	4а – умеренно загрязненная	эвтрофная	эв-политрофная
Осень 2010 г.	4,61±1,67	3 – удовлетворительной чистоты	3б – слабо загрязненная	эвтрофная	эвтрофная
Зима 2010–2011 гг.	2,93±3,23	3 – удовлетворительной чистоты	3б – слабо загрязненная	эвтрофная	эвтрофная
Весна 2011 г.	4,67±3,64	3 – удовлетворительной чистоты	3б – слабо загрязненная	эвтрофная	эвтрофная
Лето 2011 г.	3,10±1,74	3 – удовлетворительной чистоты	3б – слабо загрязненная	эвтрофная	эвтрофная
Осень 2011 г.	2,33±0,72	3 – удовлетворительной чистоты	3б – слабо загрязненная	эвтрофная	эвтрофная
Зима 2011–2012 гг.	0,29±0,20	2 – чистая	2а – очень чистая	олиготрофная	олиго-мезотрофная
Весна 2012 г.	2,87±1,74	3 – удовлетворительной чистоты	3б – слабо загрязненная	эвтрофная	эвтрофная
Лето 2012 г.	2,64±1,87	3 – удовлетворительной чистоты	3б – слабо загрязненная	эвтрофная	эвтрофная
Осень 2012 г.	1,60±0,29	3 – удовлетворительной чистоты	3а – достаточно чистая	мезотрофная	мезо-эвтрофная
Зима 2012 г.	2,84±1,23	3 – удовлетворительной чистоты	3б – слабо загрязненная	эвтрофная	эвтрофная

С наступлением осени численность фитопланктона в водоеме постепенно снижается. Первые три места по численности занимают цианобактерии, зеленые и золотистые водоросли. Среди последних наиболее высокой численности достигают *Chrysococcus biporus* Skuja (9,85 млн кл./л) и *Ochromonas crenata* Skuja (1,49 млн кл./л).

Динамика биомассы фитопланктона в период открытой воды имеет значительное сходство с динамикой его численности, но из-за мелкоклеточности доминирующих в летне-осенний период цианобактерий, максимальные значения биомассы отмечены весной (рис. 2). Основную долю биомассы фитопланктона в это время формируют эвгленовые и зеленые, а весной 2012 г. — золотистые водоросли.

Минимальные показатели численности и биомассы фитопланктона зарегистрированы зимой. Структура зимнего фитопланктона немного проще, чем в период открытой воды и существенно изменяется по годам. Ведущие места по численности и биомассе могут занимать зеленые, золотистые, криптофитовые водоросли, фитофлагеллаты и цианобактерии. Особенно значительную роль зимой 2010–2011 гг. в создании биомассы и численности фитопланктона играли золотистые водоросли.

Следует отметить большое значение в формировании структуры фитопланктона водоема водорослей, способных к миксотрофному питанию — золотистых, эвгленовых, криптофитовых и динофитовых. Эта способность позволяет им успешно развиваться в условиях повышенного содержания в воде легко окисляемых органических веществ [5, 6].

Одним из важнейших показателей состояния водной экосистемы является биомасса фитопланктона [7]. Этот показатель был использован нами при оценке качества воды и трофического статуса водоёма Птичьей гавань.

Биомасса фитопланктона в период исследований колебалась в широких пределах (табл. 1). В период открытой воды по своему трофическому статусу водоем преимущественно относился к эвтрофной категории, только осенью 2012 г. было отмечено снижение категории трофности до мезотрофной. Качество воды изменялось от 4-го класса «загрязненная» в 2010 г. до 3-го класса «удовлетворительной чистоты» в 2011–2012 гг.

Биомасса подледного (зимнего) фитопланктона в годы исследований существенно варьировалась. Трофический статус водоёма в зимний сезон изменялся от олиготрофного (2011–2012 гг.) до эвтрофного (2010–2011, 2012 гг.).

За годы исследований в Птичьей гавани отмечено повышение качества воды от 4-го (2010 г.) до 3-го класса. По показателю биомассы фитопланктона, которая в среднем за сезон колеблется в пределах 1,60–5,49 г/м³, вода в Птичьей гавани соответствует 1-й стадии «цветения» — начальному «цветению», которая в целом благоприятна для развития экосистемы водоема [8], если не вызывается токсичными цианобактериями [9].

Закключение. Фитопланктон водоема природного парка характеризуется высоким обилием и сложной структурой, с преобладанием в летне-осенний период цианобактерий. В период с 2009 по 2012 гг. в водоеме наблюдалась устойчивая тенденция к снижению показателей численности и биомассы фитопланктона до уровня, способствующего самоочищению водоема. Отмечена высокая стабильность качества воды, соответствующей 3-му классу «удовлетворительной чистоты». Изменения структуры и обилия фитопланктона свидетельствуют о результативности мер, направленных на предотвращение заболачивания водоема и положительной динамике в улучшении его экологического состояния.

1. Баженова, О. П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока / О. П. Баженова. — Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. — 248 с.
2. Фёдоров, В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности / В. Д. Фёдоров. — М. : Изд-во МГУ, 1979. — 168 с.
3. Баженова, О. П. Качество воды и сапробность притоков среднего Иртыша и озер г. Омска / О. П. Баженова, Н. Н. Барсукова, О. А. Коновалова // Омский научный вестник. — 2010. — № 1 (94). — С. 219–222.
4. Барсукова, Н. Фитопланктон и экологическое состояние притоков среднего Иртыша / Н. Барсукова, О. Баженова. — Saarbrücken : LAP LAMBERT Acad. publish. GmbH & Co/KG, 2012. — 151 с.
5. Сафонова, Т. А. Эвгленовые водоросли Западной Сибири / Т. А. Сафонова. — Новосибирск : Наука, 1987. — 191 с.
6. Корнева, Л. Г. Формирование фитопланктона водоемов бассейна Волги под влиянием природных и антропогенных факторов : автореф. дис. ...д-ра биол. наук / Л. Г. Корнева. — СПб, 2009. — 47 с.

7. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксик [и др.] // Гидробиол. журн. — 1993. — Т. 29. — № 4. — С. 62–76.

8. Топачевский, А. В. «Цветение» воды как результат нарушения процессов регуляции в гидробиоценозах / А. В. Топачевский // Биологическое самоочищение и формирование качества воды. — М. : Наука, 1975. — С. 40–49.

9. Chorus, I. Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management / I. Chorus, J. Bartam. — WHO, 1999. — 400 p.

БАЖЕНОВА Ольга Прокопьевна, доктор биологических наук, профессор (Россия), профессор кафедры экологии, природопользования и биологии.

ИГОШКИНА Ирина Юрьевна, аспирантка кафедры экологии, природопользования и биологии.
Адрес для переписки: 644008, г. Омск, Институтская пл., 2, ОмГАУ им. П. А. Столыпина.

Статья поступила в редакцию 11.03.2014 г.

© О. П. Баженова, И. Ю. Игошкина

УДК 502:551.577.6:633.877.3

**А. И. ГРИГОРЬЕВ
Т. В. КАРНАУХОВА**

Омский государственный
педагогический университет

Кокшетауский государственный
университет им. Ш. Уалиханова,
Республика Казахстан

ВЛИЯНИЕ ЗАСУХ НА ГОДИЧНЫЙ ПРИРОСТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ КАЗАХСКОГО МЕЛКОСОПОЧНИКА

В статье рассматриваются особенности динамики индексов радиального прироста сосны обыкновенной, вычисленных с периодом осреднения 11 лет в климатических условиях степной зоны на территории северной части Казахского мелкосопочника. Установлен высокий уровень индикации засух по величине индексов ширины годичного кольца сосны обыкновенной.

Ключевые слова: ширина годичного кольца, индекс годичного радиального прироста, засухи, индикация, цикличность.

Большой ущерб сельское хозяйство испытывает под воздействием сильных засух. В связи с этим оценка возможности выявления современными дендрохронологическими методами погодных условий, приводящих к возникновению засушливых явлений, является довольно актуальной. Особенно это важно для юга Западной Сибири, где большая часть посевных площадей в этом регионе Российской Федерации и Республики Казахстан, находится в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения и где заметна тенденция к потеплению.

В исследованиях А. А. Григорьевой, Г. Е. Комина и Л. Г. Полозовой (1979), проведенных в сосняках массива «Золотой бор» вблизи г. Щучинска (Кокчетавская область) за период с 1825 по 1964 гг. по данным спектрального анализа выделено два основных периода: 10 лет и 16,3 года. Авторами было отмечено,

что прирост деревьев минимален в периоды частого повторения засушливых лет. При этом на основе проведенного автокорреляционного анализа было установлено, что отсутствует четкая и устойчивая цикличность в изученном дендрохронологическом ряду. Однако проведенные наложение циклов различной длительности позволило установить авторам повторяемость периодов сильных засух через 8–10 и 16–20 лет [1]. Как отмечено авторами, этому в значительной степени способствует запаздывание реакции прироста древесных растений на воздействие метеорологических факторов. Наши данные подтвердили их прогноз о наступлении серии засушливых весенне-летних периодов с начала 80-х гг. прошлого столетия, т.е. в годы нисходящей фазы солнечной активности.

Аналогичный ход по динамике ширины годичного кольца сосны в ленточных борах Прииртышья был

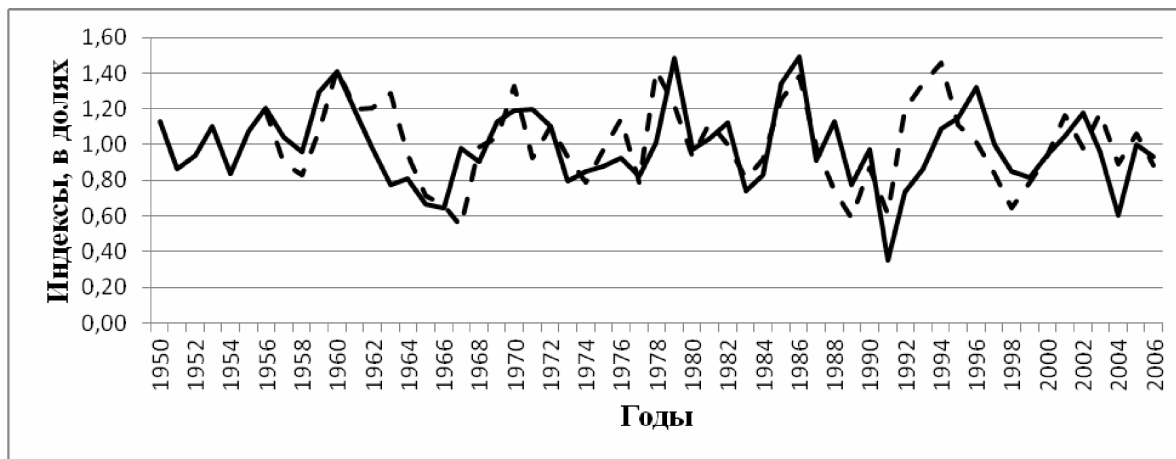


Рис. 1. Динамика индексов ширины годичного кольца сосны обыкновенной в условиях Казахского мелкосопочника.
Условные обозначения: 1) --- — пробная площадь 1; — — — — пробная площадь 2

выявлен С. М. Олениным и В. С. Мазепой (1988) в свежих сосняках [2]. По их данным, начиная с 80-х до 90-х гг. предполагалось иметь прирост ниже нормы с кратковременным увеличением в 90-е гг. и последующим снижением до нормы вплоть до 2010 г., а в сосняках сухих — со второй половины 80-х гг. будет наблюдаться повышенный прирост (130 %) вплоть до 2000 г. В дальнейшем, до 2010 г., прирост в сухих типах сосняков резко уменьшится и будет составлять около 60 % от нормы. Ранее опубликованные данные П. Г. Пугачевым (1974, 1975) для островных боров Кустанайской области также имеют высокую степень сходства динамики ширины годичного кольца у сосны с данными по Боровскому массиву [3].

В связи с этим следует отметить, что исследования вероятности засух в основных зернопроизводящих районах северного полушария, проведенные Л. Г. Полозовой (1981) с использованием дендроклиматологического метода, позволили выявить, что повышенная засушливость на территории СССР продлилась до конца столетия и вероятность одновременности засух в Казахстане и Западной Сибири составила 5,8 % [4].

Так, по исследованиям Г. В. Груза и Э. Я. Раньковой (2009), средняя по территории России скорость потепления в 1976–2008 гг. составила 0,52 °C/10 лет, а через 30 лет средняя температура в целом для России может повыситься на 1,4 °C [5].

С учётом этих особенностей в тенденции развития гидротермического режима атмосферы, оценка динамики повторяемости засушливых явлений имеет важное практическое значение.

Известно, что основной причиной засухи считаются нисходящие движения воздушных масс в устойчивых антициклонах, когда в условиях длительной жаркой погоды испарение превышает сумму осадков, что приводит к почвенной засухе и гибели сельскохозяйственных культур. Согласно исследованиям Э. В. Рочевой (2012), можно ожидать в Западной Сибири увеличения вероятности засух от 1978–2007 к 2008–2037 гг. в 1,1 раза в Западной Сибири и особенно к 2038–2067 гг. — в 2,1 раза [6].

Цель исследования: в целях прогнозирования необходимо знать закономерности в их повторяемости. Оценка засушливости вегетационного периода достоверно надежно фиксируется уменьшением величины годичного прироста ствола древесных растений. В данном случае величина радиального

прироста деревьев сосны является интегральной характеристикой погодных условий, складывающихся в конкретный вегетационный период. Эта величина наиболее информативно отражает продолжительность и частоту повторения засух и влажных периодов в районе исследований, расположенных в умеренных широтах в континентальной степной области Западной Сибири.

Задачи исследования: установить цикличность динамики индексов радиального прироста деревьев сосны и выявить связи между индексами хода аномалий осадков в степной зоне Северного Казахстана.

Объекты и методика исследований. Наши исследования проводились в северной части Казахского мелкосопочника, в Боровском гранитном массиве на юге Кокчетавской области в бассейне оз. Щучье. В качестве объекта для исследования была использована сосна обыкновенная.

Отбор модельных деревьев производился в бассейне оз. Щучье, на территории Акылбайского лесничества ГНПП «Бурабай» в квартале 28, выдел 17. Состав древостоя — 10 С (70). Высота древостоя — 16 м, средний диаметр — 18 см, полнота — 0,7. Тип леса — сосняк мшистый. Отбор образцов производился в декабре 2011 г. Для дендрохронологического анализа были использованы модельные деревья сосны I класса роста по Крафту отдельно с наличием рекреационной нагрузки, вдоль дорожно-тропичной сети (пробная площадь 1) и с участка с отсутствием рекреационной нагрузки (пробная площадь 2). Измерение ширины годичных колец производили с выделением в пределах годичного кольца ранней («Р») и поздней («П») древесины по линии среднего диаметра с использованием микроскопа МБС-2 с точностью ±0,05 мм.

Затем были вычислены индексы прироста годичного кольца с периодом осреднения 11 лет.

Ранее нами было установлено [7], что динамика ширины годичного кольца сосны носит гармонический характер. За этот период наблюдалось 4 цикла в колебаниях годичного радиального прироста деревьев сосны. Периодичность наступления минимального прироста годичного кольца составила в среднем 18,3 года, а периодичность наступления максимального прироста составила в среднем 11,5 лет. Следует отметить, что камбиальная активность у сосны наблюдалась очень высокая.

Результаты и их обсуждение. По результатам изучения динамики индексов ширины годичного кольца сосны обыкновенной в изученных древостоях (рис. 1), можно отметить, что за 50-летний период наблюдается близкое их сходство (коэффициент синхронности составляет 65,31 %). Следует отметить, исходя из данного графика, приведенного на рис. 1, цикличность повторяемости максимумов индекса прироста составляет 6,9 лет, а минимумов — 6,7 лет.

Сопряженный анализ наших данных с результатами исследований режима осадков и речного стока в данном районе В. Г. Сальниковым с сотрудниками (2011) позволил выявить следующие закономерности [8]. Было установлено совпадение минимальных и максимальных значений индексов прироста годичного кольца сосны с аномальными значениями осадков, вычисленными по скользящим десятилетиям. Так, минимальные значения индексов прироста годичного кольца сосны отражали соответственно также отрицательные аномалии осадков, то есть засушливые периоды в следующие годы: 1951, 1954, 1958, 1966—1967, 1973—1975, 1983, 1991, 1998—1999, 2004.

Таким образом, можно отметить, что в ближайшие годы в течение очередного цикла, в период повышения радиального прироста ствола сосны обыкновенной, следует ожидать увеличение атмосферного увлажнения в данном районе.

Библиографический список

1. Григорьева, А. А. Годичный прирост деревьев в Северном Казахстане как индикатор засух / А. А. Григорьева, Г. Е. Комин, Л. Г. Полозова // Критерии и характеристики засушливых явлений на территории СССР / Труды ГГО им. А. И. Воейкова. Вып. 403. — Л.: Гидрометеиздат, 1979. — С. 100—106.
2. Оленин, С. М. Прогноз климатически обусловленного радиального прироста сосны в ленточных борах Прииртышья /

С. М. Оленин, В. С. Мазепа // Экология. — 1988. — № 5. — С. 78—80.

3. Пугачев, П. Г. Динамика годичного прироста *Pinus sylvestris* L. в Тургайской впадине в связи с климатическими факторами / П. Г. Пугачев // Ботанический журнал. — 1975. — Т. 60. № 3. — С. 401—412.

4. Полозова, Л. Г. Вероятность засух в основных зернопроизводящих районах северного полушария / Л. Г. Полозова // Гелиофизические факторы погоды и климата / Труды Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. Вып. 458. — Л.: Гидрометеиздат, 1981. — С. 101—105.

5. Груза, Г. В. Оценка предстоящих изменений климата на территории Российской Федерации / Г. В. Груза, Э. Я. Ранькова // Метеорология и гидрология. — 2009. — № 11. — С. 15—29.

6. Рочева, Э. В. Возможные предвестники засух в сельскохозяйственных районах России / Э. В. Рочева // Метеорология и гидрология. — 2012. — № 9. — С. 5—18.

7. Григорьев, А. И. Динамика радиального прироста сосны обыкновенной в условиях Казахского мелкосопочника / А. И. Григорьев, Т. В. Карнаухова // Омский научный вестник. — 2013. — № 1 (118). — С. 233—235.

8. Климатические колебания общей циркуляции атмосферы, осадков и речного стока над территорией Казахстана / В. Г. Сальников [и др.] // Вестник КазНУ. Сер. географическая. — 2011. — № 2 (33). — С. 19—24.

ГРИГОРЬЕВ Аркадий Иванович, доктор биологических наук, профессор (Россия), заведующий кафедрой экологии и природопользования Омского государственного педагогического университета.

КАРНАУХОВА Татьяна Владимировна, старший преподаватель кафедры географии и экологии Кокшетауского государственного университета им. Ш. Уалиханова.

Адрес для переписки: aigrigoryew@mail.ru

Статья поступила в редакцию 12.03.2014 г.

© А. И. Григорьев, Т. В. Карнаухова

Книжная полка

Штриплинг, Л. О. Общая экология : учеб. электрон. изд. локального распространения : учеб. пособие / Л. О. Штриплинг, С. В. Белькова, Л. Г. Стищенко ; ОмГТУ. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2013. — 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

Рассмотрены основные положения экологии и экономические аспекты научно-технического прогресса. Приведены сведения по источникам загрязнения окружающей среды и нормированию содержания загрязнителей в атмосфере, гидросфере и литосфере. Предназначено для студентов технических вузов очной и заочной форм обучения, изучающих курс «Экология».

Дубнищева, Т. Я. Концепции современного естествознания : учеб. пособие для высш. проф. образования по направлениям подгот. «Социальные науки», «Экономика и управление» / Т. Я. Дубнищева. — 11-е изд., испр. и доп. — М.: Академия, 2012. — 606 с. — ISBN 978-5-7695-8501-2.

Учебное пособие создано в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлениям подготовки «Социальные науки», «Экономика и управление» (квалификация «бакалавриат»). В пособии через научные картины мира и программы гармонично согласованы вопросы истории науки и культуры с вопросами развития естественных наук. При изложении материала использованы системный подход, идеи синергетики и глобального эволюционизма, что способствует формированию целостного мировоззрения. Основные понятия, концепции и законы даны в развитии, показана независимость процесса познания, дающая навыки самостоятельных суждений и способствующая развитию ассоциативного мышления и формированию творческой личности. Ранее (10-е изд. — 2011 г.) учебное пособие выходило под названием «Концепции современного естествознания». Для студентов учреждений высшего профессионального образования.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИНАМИКИ ПОЖАРОВ В СОСНОВЫХ БОРАХ КАЗАХСКОГО МЕЛКОСОПОЧНИКА

В статье рассматриваются особенности динамики числа случаев лесных пожаров в восточной части Казахского мелкосопочника.

Ключевые слова: лесные пожары, лесные биогеоценозы, цикличность, пожароопасный период, осадки.

В лесных биогеоценозах одним из экологических факторов, влияющих на их развитие, являются пожары, которые в большинстве случаев ведут к смене пород и снижению продуктивности.

Исследование динамики пожаров проводилось на территории Каркаралинского государственного национального природного парка (КГНПП), расположенном в восточной части Казахского мелкосопочника на территории Карагандинской области Республики Казахстан. В климатическом отношении данный район характеризуется суровостью зимнего периода, прохладным летом, значительными колебаниями амплитуд суточных и годовых температур, большой повторяемостью облачных дней в течение всего года. При этом суровость зимнего периода усугубляется частыми метелями и сильными ветрами. Осадков выпадает очень мало — до 322 мм в год, в том числе большая часть (262 мм) приходится на теплый период [1].

На возникновение и развитие лесных пожаров из метеорологических факторов определяющее влияние оказывают температура и влажность воздуха, осадки, скорость ветра. В комплексе эти показатели формируют продолжительность пожароопасного сезона и его особенности в отдельные годы. На территории КГНПП продолжительность пожароопасного сезона, в течение которого возможно возникновение лесных пожаров, составляет 204 дня с 10 апреля по 31 октября.

Высокая горимость сосновых лесов в условиях КГНПП обуславливается рядом факторов, основными из которых являются: сухое жаркое лето с постоянными ветрами; легкая загораемость лесных горючих материалов; наличие подроста сосны, хвойных молодняков; очень сухие и сухие типы леса сосны составляют 78,9 % от всех сосновых насаждений; наличие территории горельников (1904 га).

Все это способствует возникновению и распространению лесных пожаров. Территория сосновых лесов, расположенных в горной части — 85205 га отнесена к 1 классу природной пожарной опасности. Колочные леса с преобладанием лиственных насаждений — 5115 га отнесены к 4 классу. Средний класс природной пожарной опасности по Каркаралинскому ГНПП составляет 1,2 (1,17).

Среднемесячные данные показывают, что на территории Каркаралинского государственного национального природного парка пожароопасный сезон наступает в апреле (вторая декада) и заканчивается в октябре месяце. Период со вторым и выше классом пожарной опасности составляет 165 дней. Из них на 3–5 класс приходится 140 дней или 70 % наблюдаемых дней, что показывает достаточно напряженную пожарную обстановку по условиям погоды.

Распределение площади лесов по классам природной и по условиям погоды пожарной опасности земли Каркаралинского ГНПП находятся на территории Центральной лесопожарной области и входят в Баяно-Каркаралинский лесопожарный район [2, 3].

Цель исследования: выявить экологические особенности динамики пожаров в сосновых борах Казахского мелкосопочника.

Задачи исследования:

1. Собрать данные по числу случаев пожаров на территории КГНПП.
2. Выявить закономерности частоты случаев пожаров и экологические условия в период аномалий осадков.

Методика и объекты исследований. Для анализа динамики числа случаев пожаров в лесах КГНПП были использованы отчетные данные 2000–2011 гг., а также данные, содержащиеся в «Книге регистрации пожаров» Каркаралинского государственного национального природного парка. Для сопряженного анализа также использовались данные по аномалиям осадков в данном регионе.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований была выявлена закономерность числа случаев лесных пожаров на территории КГНПП (рис. 1). Так, средняя периодичность минимальных значений числа пожаров за исследованный период (1981–2013 гг.) составила 3,75 года, а максимальных значений — 3,34.

Среднегодовое число пожаров по национальному парку за 1981–2013 гг. составляет 16,5 случаев на площади 119,2 га. Средняя площадь одного пожара составляет 7,2 га и колеблется по годам анализируемого периода в широких пределах от 0,7 га до 27,3 га. Такие резкие колебания средней площади по годам в значительной степени зависят не только от коли-

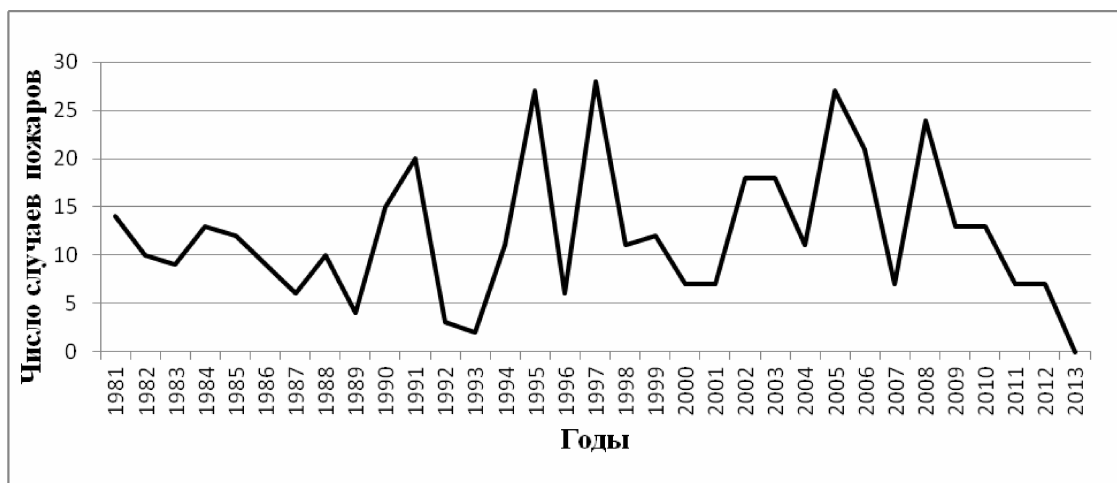


Рис. 1. Динамика числа случаев лесных пожаров на территории КГНПП в условиях Казахского мелкосопочника

чества пожаров, но и от оперативности мер по их ликвидации. Все эти пожары относились к категории низовых, за исключением верховых пожаров в 1997–1998 годах.

Особо следует отметить уникальный по числу случаев и площади лесного фонда пройденного пожарами пожароопасный сезон 1997 года, который характеризовался очень сухой и жаркой погодой с сильными штормовыми ветрами и сушевыми, максимальная температура воздуха достигала 40 °С. В данный сезон было зафиксировано 28 случаев, и общая площадь, пройденная пожарами, составила 4606 га, в том числе лесной площади — 2222 га, из них лесопокрытой — 2207 га, нелесной площади — 2384 га, средняя площадь одного пожара составила 164,5 га.

Причиной крупного пожара по Каркаралинскому лесничеству 17.08.1997 года является воспламенение скрытых торфяных очагов в кустарниковых зарослях в границах лесхоза поселка Актерек на расстоянии 1,5 км от границы лесного фонда, примыкающего к южному склону горнолесного массива урочища Бидаик и переноса сильным ветром тлеющих продуктов горения в лесной массив. Пожар распространился на территории 3000 га.

Причиной крупного пожара в Кентском лесничестве является грозовой разряд, от которого загорелась степь в районе зимовки Адильбек Бахтинского хозяйства и сильным ветром пожар проник в Кентский горно-лесной массив. Пожаром была охвачена площадь 1000 га.

Сопряженный анализ наших данных с результатами исследований режима осадков и речного стока в данном районе В. Г. Сальниковым с сотрудниками (2011) позволил выявить следующие закономерности [4]. Была установлена обратная зависимость, то есть зеркальное отображение минимальных и максимальных значений числа случаев пожаров с аномальными значениями осадков, вычисленными по скользящим десятилетиям. Так, максимальные значения числа

случаев пожаров отражали соответственно низкие уровни аномалии осадков, то есть пожароопасные сезоны в следующие годы: 1981, 1984, 1991, 1995 характеризовались дефицитом количества осадков.

Заключение. Таким образом, можно отметить очень высокую обратную связь числа случаев лесных пожаров в изученном районе от количества осадков в пожароопасный сезон.

Библиографический список

1. Шарипов, Ш. Ф. Общая характеристика Каркаралинского государственного национального природного парка / Ш. Ф. Шарипов, С. М. Резниченко, П. А. Чумаченко // Сборник научных материалов Каркаралинского государственного национального природного парка. — Караганда : Каркаралинский ГНПП, 2011. — С. 5–54.
2. Архипов, В. А. Лесопожарное районирование Казахстана : дис. ... канд. с.-х. наук / В. А. Архипов. — Щучинск : КазНИИЛХиА, 1984. — 247 с.
3. Мусин, М. З. Лесопожарное районирование Казахстана и нормативы противопожарных мероприятий : рекомендации / М. З. Мусин, В. А. Архипов. — Алма-Ата, 1985 — 35 с.
4. Климатические колебания общей циркуляции атмосферы, осадков и речного стока над территорией Казахстана / В. Г. Сальников [и др.] // Вестник КазНУ. Сер. географическая. — 2011. — № 2 (33). — С. 19–24.

ГРИГОРЬЕВ Аркадий Иванович, доктор биологических наук, профессор (Россия), заведующий кафедрой экологии и природопользования Омского государственного педагогического университета.

ШАРИПОВ Шамиль Фохаргаитович, начальник отдела науки Каркаралинского государственного национального природного парка.

Адрес для переписки: aigrigoryew@mail.ru

Статья поступила в редакцию 12.03.2014 г.

© А. И. Григорьев, Ш. Ф. Шарипов

Г. Н. СИДОРОВ
С. С. НУРМАГОНБЕТОВА
А. В. ВАХРУШЕВ
Д. Г. СИДОРОВА
А. В. ПУТИН
И. В. ДЕРИГЛАЗОВ

Омский государственный
педагогический университет

Центр гигиены и эпидемиологии
Роспотребнадзора в Омской области

Омский государственный аграрный
университет им. П. А. Столыпина

ПОЛЕВАЯ МЫШЬ (*ARODEMUS AGRARIUS*) ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ В 1974–2013 гг.: ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

Проведен анализ численности полевой мыши во взаимосвязи с численностью всех мышевидных грызунов в Омской области с 1974-го по 2013 годы. Изучены данные отлова 42,3 тысячи зверьков, в том числе 7,5 тысячи полевых мышей. За последние 40 лет средняя многолетняя численность всех 23 видов мышевидных грызунов Омского Прииртышья составляла $10,0 \pm 0,6$, а полевой мыши $1,8 \pm 0,2$ особей на 100 ловушко-суток. Удельный вес полевой мыши в населении мышевидных грызунов составлял 17,9 %. Динамика численности всех мышевидных грызунов и полевой мыши на протяжении последних 40 лет сходна $r=0,52$, $p<0,001$, $n=40$.

Ключевые слова: Омская область, полевая мышь, плотность популяции, динамика численности.

Полевая мышь широко распространена от Центральной Европы до Байкала, зверек населяет Приамурье, Корею и Восточный Китай [1, 2].

В Омском Прииртышье в настоящее время обитают 65 видов млекопитающих. Из них 19 внесены в Красную книгу Омской области [3], к промысловым относятся 26 видов, 20 относятся к «непромысловым и некраснокишечным» и 9 видов зверей обитают в области ранее, но теперь не обнаруживаются. Мелких млекопитающих: насекомых и мышевидных грызунов в области 31 вид, из них грызунов 23 вида. Среди грызунов полевая мышь является субдоминантом, доминант — красная полевка. Удельный вес полевой мыши в населении мышевидных грызунов Омской области составлял в 1972–2009 гг. 16,0 %, средняя многолетняя относительная численность с мая по сентябрь составляла 1,7 экз. на 100 ловушко/суток (л/с), а абсолютная численность в середине лета оценена в 166 млн особей [4, 5].

Грызун заселяет всю территорию Омской области. Его доля в населении мелких млекопитающих степи 14 %, южной лесостепи 26,5 %, в черте г. Омска 32,9 %. Средняя многолетняя относительная численность зверька составляет здесь весной 2,0, а осенью 6,0 экз. на 100 л/с. По вырубкам и обрабатываемым

землям полевая мышь проникает в осиново-березовые леса и в южную тайгу. Здесь её доля в отловах составляет 12,5 %, а относительная численность колеблется в разные сезоны от 0,1 до 1,0 экз. на 100 л/с [6, 7].

Несмотря на значительный объем информации относительно особенностей жизнедеятельности полевой мыши, большая часть проведенных исследований выполнялась при комплексном изучении биологии всех видов мелких млекопитающих Омской области. Поэтому ряд важных аспектов экологии этого животного до настоящего времени не изучен.

Цель работы — выполнение ландшафтной и биотопической оценки плотности популяции полевой мыши на территории Омского Прииртышья и анализ многолетней динамики численности этого зверька.

Выполнение данных видов работы в Омской области значимо по целому ряду научно-практических аспектов. Полевая мышь служит одним из основных кормовых объектов всех плотоядных животных Омского Прииртышья и является значимым вредителем сельского хозяйства [8]. Зверек в большом количестве встречается на территории областного центра г. Омска. Здесь он вступает в биотические отношения с синантропными грызунами и создает серьезную угрозу распространения инфекций

и инвазий среди жителей миллионного города [9–11]. Анализ динамики численности этого массового вида необходим для прогнозирования изменения численности лисицы и корсака в природных очагах бешенства Западной Сибири [12–15].

Материал и методы. Материалом работы послужили собственные полевые сборы авторов с 1974-го по 1999 гг. во время эколого-эпидемиологических экспедиций Омского НИИ природноочаговых инфекций в большинстве районов области. Второй составляющей материалов явились учеты численности мелких млекопитающих в 1997–2010 гг. в Тарском районе на полевых практиках со студентами-биологами Омского государственного педагогического университета. В работе также использованы данные, собранные зоологической группой Центра Госсанэпиднадзора в Омской области с 1974–2013 гг. Помимо авторов полевую работу в Центре Госсанэпиднадзора (Областная СЭС) проводили Л. А. Трухина (1969–1999), Н. Г. Карсаков (1974–2009), В. Н. Галушко (Лойко) (1998–2002), Р. Н. Шалабаев (2010–2012), А. С. Корзун (2011–2012). Учеты зверьков велись в 212 пунктах отлова всех 32 административных районов Омской области (рис. 1). Было отработано 455696 ловушко/суток (л/с) и отловлено 43194 особи мышевидных грызунов, в том числе 7517 ос. полевых мышей. Учеты численности зверьков выполнялись методом ловушко/суток по В. В. Кучеруку, Э. И. Коренбергу [16]. Определение видов проводилось по Н. А. Бобринскому и др. (1965) [17]; И. М. Громову, М. А. Ербаевой [1]. Зоологическое картографирование осуществлялось по Н. В. Тупиковой, Л. В. Комаровой [18]. Статистическая обработка проведена по Лакину [19].

Результаты и обсуждение. Под Омским Прииртышьем мы понимаем территорию Среднего Прииртышья в пределах Омской области. Плотность популяций полевой мыши оценена в разрезе административных районов Омской области, а также в различных экотонах и биотопах. Под экотоном мы понимаем переход между двумя или более визуально заметными ландшафтными биотопами с присущим им высоким уровнем биологического разнообразия [20].

В 1981–1990 гг. было отработано 193,2 тыс. лов./суток, отловлено 19044 грызуна, в том числе 3519 полевых мышей. Средняя многолетняя численность зверька во всей Омской области составляла 1,8 экз. на 100 л/с, а удельный вес в населении мышевидных грызунов — 18,5 %. За этот период показатель численности выше всего поднимался в Горьковском, Тевризском, Шербакульском, Нововаршавском районах и г. Омске: 9,2, 6,7, 5,8, 5,5 и 4,9 экз. на 100 л/с, а удельный вес составлял в этих же регионах 47,6, 36,1, 28,9, 48,6, 51,1 % соответственно. Это центральная и южная лесостепь, а также тайга.

Выявим характерные экотоны, в которых в 1981–1990 гг. фиксировалась высокая численность зверька. К ним, например, относились: 1. Горьковский район, окрестности с. Серебряное, экотон на стыке зернового поля, тальника и пастбища. Работа здесь проводилась 1 сентября 1986 г. Отловлено 104 зверька, из них 58 % полевых мышей с численностью 17,1 экз. на 100 л/с. 2. Нововаршавский район, окрестности с. Заречное, экотон на стыке березовой рощи, зернового поля и заболоченной территории. Учеты велись 29–30 сентября 1987 г. Было отловлено 147 зверьков, в том числе 77 % из них полевых мышей с численностью 18,2 экз. на 100 л/с.

В восьмидесятые годы XX века меньше всего полевой мыши в Омской области было в Саргатском,

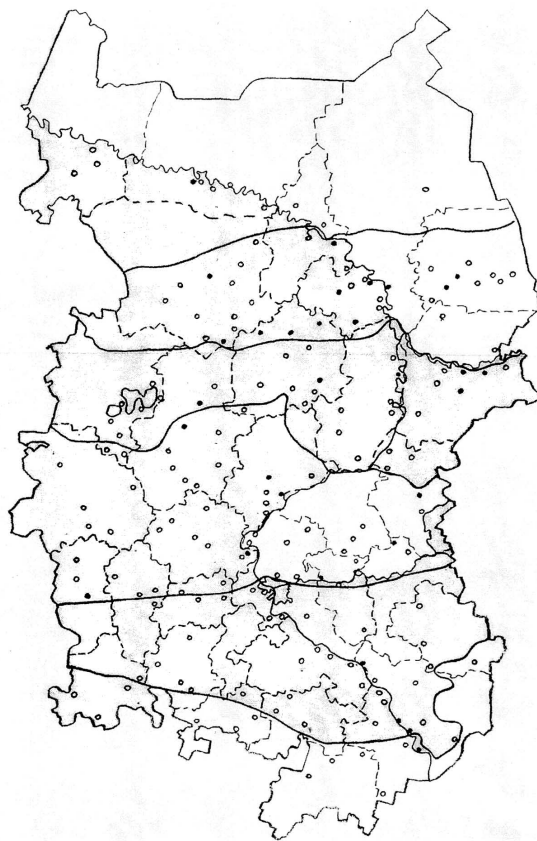


Рис. 1. Пункты учетов численности мелких млекопитающих в Омской области в 1974–2013 гг.

Нижнеомском, Крутинском, Называевском, Тюкалинском, Любинском районах: 0,1–0,4 экз. на 100 л/с, а удельный вес в отловах зверька в населении мышевидных грызунов составлял здесь от 0,6 до 5,2 %. Это преимущественно районы центральной лесостепи.

Приведем время года и биотопы, характеризующиеся очень низкой численностью полевой мыши: Любинский район, окрестности с. Китайлы, 21–23 октября 1987 г., разные биотопы в пойме Иртыша, в лесополосе, на болоте и на сенокосе. Отловлено 137 зверьков, из них только 2,2 % полевых мышей с численностью 0,3 экз. на 100 л/с.

В следующем десятилетии, в 1991–2000 гг., объем зоологической работы сократился почти в три раза. Было отработано 71,1 тыс. л/с, отловлен 7831 грызун, из них 834 полевые мыши. Численность животного по сравнению с предыдущим десятилетием снизилась до 1,2 экз. на 100 л/с, удельный вес в населении мышевидных грызунов тоже сократился почти в два раза — до 10,6 %. В этом десятилетии максимальная численность полевой мыши была зафиксирована в Седельниковском (6,0), Горьковском (4,4), Исилькульском (3,7), Москаленском (3,3), Кормиловском (2,9), Любинском (2,9), Азовском районах (2,7) и в городе Омске 2,4 экз. на 100 л/с. Показатель удельного веса в этих районах только в Седельниковском районе был высок и составлял 47,4 %. На остальных перечисленных территориях центральной и южной лесостепи этот показатель составлял соответственно: 22,7, 18,1, 16,6, 13,4, 11,6, 16,7 %.

Сезон и экотоны, в которых в 1991–2000 гг. фиксировалась повышенная численность грызуна: 1. Москаленский район, 25–26 августа 1999 г., у с. Север-

ное, опушка леса, край зернового поля, луг. Отловлено 97 грызунов, из них 43 % полевых мышей с численностью 7,9 экз. на 100 л/с. 2. Кормиловский район, 28 сентября 2000 г., с. Сосновка, опушка леса и край хлебного поля. Отловлено 96 зверьков, из них 26 % полевых мышей с численностью 6,2 экз. на 100 л/с.

В девяностые годы XX века меньше всего полевой мыши в Омской области было в Колосовском (0,03), Одесском (0,06), Черлакском (0,1), Тюкалинском (0,3), Муромцевском и Оконешниковском (0,4), Павлоградском, Знаменском (0,5), Омском (0,6), Саргатском, Тарском и Большеуковском (0,8), Марьяновском 0,9 экз. на 100 л/с. Удельный вес полевой мыши в последнее десятилетие XX века составлял в этих разнообразных ландшафтах от степи до тайги от 0,4 (Одесский) до 12,4 % (Оконешниковский район).

Время года и биотопы, характеризующиеся низкой численностью полевой мыши: 1. Колосовский район, 23–24 сентября 1999 г., у села Кутырлы, заболоченный кустарник, березово-ивняковый колок, луг. Отловлено 114 зверьков, из них 0,9 % полевых мышей с численностью 0,2 экз. на 100 л/с. 2. Знаменский район, 10–31 августа 1998 г., с. Новогодное, берег р. Шиш, край болота, ивняковые заросли. Отловлено 346 зверьков, удельный вес полевой мыши 2,3 %, численность 0,7 экз. на 100 л/с.

В первом десятилетии XXI века, в 2001–2010 гг., объем зоологической работы вновь сократился почти в три раза по сравнению с предыдущим десятилетием. Было отработано 22,4 тыс. л/с, отловлено 1946 грызунов, из них 663 полевые мыши. Однако численность зверька в Омской области в этот период резко возросла и составила 3,0 экз. на 100 л/с. Удельный вес в населении мышевидных грызунов за этот период достиг максимума за последние 30 лет и составил 34,1 %. Самая высокая численность животного в это десятилетие была отмечена в Кормиловском (16,8), Марьяновском (11,3), Исилькульском (10,3), Нижнеомском (7,8), Москаленском (5,1), Колосовском (4,8), а также в Азовском, Горьковском, Оконешниковском районах 4,3–4,5 экз. на 100 л/с. Удельный вес полевой мыши в этих районах составлял 65,7, 68,1 % (Кормиловский, Марьяновский); 13,0–34,1 % (Азовский – Нижнеомский) районы. Следовательно, вновь, как и в предыдущие десятилетия, максимальная численность полевой мыши фиксировалась в ландшафтах центральной и южной лесостепи.

Самое низкое обилие полевой мыши в 2001–2010 гг. было зафиксировано в Русско-Полянском (0,1), Большереченском, Крутинском, Омском (0,3), г. Омске (0,7), Большеуковском, Нововаршавском (0,8), Седельниковском (1,2), Знаменском — 1,3 экз. на 100 л/с. Эти районы расположены в разных ландшафтных зонах от степи до тайги. Удельный вес изучаемого грызуна на этих территориях составлял от 2,9, 3,7 5,2 % (Русско-Полянский, Омский, Большереченский районы) до 17,6, 28,6 % в Нововаршавском и Седельниковском районах.

При картографическом анализе плотности популяции полевой мыши за 40 лет наблюдений (1974–2013 гг.) максимальная плотность популяции зверька на территории Омской области наблюдалась в Исилькульском, Марьяновском, Кормиловском и Горьковском районах, то есть на территории южной и центральной лесостепи. Высокая численность была характерна для Нововаршавского, Азовского, Шербакульского, Москаленского и Нижнеомского районов, то есть вновь для южной и центральной лесостепи.

Помимо этого отдельные очаги высокой численности были зафиксированы в Колосовском, Седельниковском и Тевризском районах, то есть в северной лесостепи, подтайге и в таёжной зоне (рис. 2).

Однако в отдельных случаях очень высокая численность полевой мыши фиксировалась не только в лесостепи, но и в ландшафте подтайги (осиново-березовых лесов). Так, в Тарском районе 11–13 сентября 2005 г. у с. Тимшиняково на опушке смешанного леса было отловлено 59 грызунов, из них 70 % полевых мышей с численностью 13,7 экз. на 100 л/с. С другой стороны, в том же Тарском районе, в окрестностях села Атак, при отловах в мае – июле 1997–2010 гг. на берегу таёжной речки Уразай, в смешанном лесу и на окраине поселка Атак, из 278 зверьков (201 грызун и 77 бурозубок) полевых мышей было всего 6 особей. Следовательно, удельный вес этого животного в отловах грызунов составил 3 %, а численность 0,04 экз. на 100 л/с.

Таким образом, мозаика территориального распределения полевой мыши в Омской области на протяжении последних 40 лет (1974–2013) претерпевала значительные пространственно-временные изменения. Оптимум обитания полевой мыши в Омской области находится в ландшафтах южной и центральной лесостепи. Максимальное обилие грызуна фиксировалось в разнообразных экотонах Омского Прииртышья при наличии, как правило, одного из формирующих их биотопов зерновых полей.



Рис. 2. Плотность популяции полевой мыши в Омской области по среднегодовым данным учетов численности в 1974–2013 гг. (в экз. на 100 ловушко/суток)



Рис. 3. Динамика численности полевой мыши и всех видов мышевидных грызунов в Омской области за 1974–2013 гг.

За 1974–2013 г. средний многолетний показатель численности (май–сентябрь) всех 23 видов мышевидных грызунов фауны Омского Прииртышья составлял $10,0 \pm 0,6$ экз. на 100 л/с. Средняя численность полевой мыши была $1,8 \pm 0,2$ экз. на 100 л/с. Удельный вес *Apodemus agrastis* в населении мышевидных грызунов за последние 40 лет составлял 17,9%.

Динамика численности полевой мыши проанализирована за 1974–2013 гг. во взаимосвязи с численностью всех видов мышевидных грызунов (23 вида). Между показателями численности всех грызунов и *Apodemus agrarius* за последние 40 лет выявлена средняя степень корреляции $r = 0,52$, $p < 0,001$, $n = 40$ (рис. 3).

Подъемы численности всех грызунов отмечались в 1974, 1977, 1980, 1984, 1986, 1991, 1993, 1995, 2000, 2003, 2006, 2009, 2012 гг., то есть через 3, 3, 4, 2, 5, 2, 2, 5, 3, 3, 3, 3 года, с колебаниями от 2 до 5 лет. В среднем подъемы численности всех грызунов отмечались через 3,17 года. Максимальная среднегодовая численность зверьков 18,6 и 18 экз. на 100 л/с была зафиксирована в 1986 и 2006 гг. соответственно, минимальная 4,5 экз. на 100 л/с в 2001 и в 2007 гг. (рис. 3).

Подъемы численности полевой мыши отмечались в 1974, 1979, 1981, 1984, 1986, 1990, 1995, 2000, 2003, 2005, 2008, 2013, то есть через 5, 2, 3, 2, 4, 5, 5, 3, 2, 3, 5 года, с колебаниями от 2 до 5 лет. В среднем подъемы численности *Apodemus agrarius* отмечались через 3,54 года. Максимальная численность полевой мыши 4,6 и 4,8 экз. на 100 л/с была отмечена в 1974 и в 1986 гг. соответственно, минимальная 0,2 и 0,4 экз. на 100 л/с в 1998 и 2001 гг. соответственно.

Выводы.

1. За последние 40 лет (май–сентябрь) средняя многолетняя численность всех 23 видов мышевидных грызунов фауны Омского Прииртышья составляла $10,0 \pm 0,6$ экз. на 100 л/с. Средняя численность полевой мыши была $1,8 \pm 0,2$ экз. на 100 л/с. Удельный вес *Apodemus agrarius* в населении мышевидных грызунов составлял 17,9%.

2. Максимальная плотность популяции полевой мыши на территории Омской области наблюдалась в Исилькульском, Марьяновском, Кормиловском

и Горьковском районах, в подзонах южной и центральной лесостепи.

3. Наибольшая численность полевой мыши фиксировалась, как правило, в разнообразных экотонах Омского Прииртышья при наличии, одного из формирующих их биотопов зернового поля.

4. За период 1974–2013 гг. среднегодовая максимальная численность всех мышевидных грызунов достигала 18,9, а минимальная 4,5 экз. на 100 л/с, подъемы численности отмечались в среднем через 3,17 года. Максимальная численность полевой мыши фиксировалась на уровне 4,8, а минимальная составляла 0,2 экз. на 100 л/с, подъемы численности отмечались в среднем через 3,54 года.

5. Динамика численности всех мышевидных грызунов и полевой мыши на протяжении последних 40 лет сходна $r = 0,52$, $p < 0,001$, $n = 40$.

Библиографический список

1. Громов, И. М. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны / И. М. Громов, М. А. Ербаева. — СПб.: Зоологический институт РАН, 1995. — 522 с.
2. Пантелеев, П. А. Грызуны палеарктической фауны: состав и ареалы / П. А. Пантелеев. — М.: ИПЭЭ им. А. Н. Северцова, РАН, 1998. — 117 с.
3. Красная книга Омской области / Отв. ред. Г. Н. Сидоров, В. Н. Русаков. — Омск: Изд-во ОмГПУ, 2005. — 460 с.
4. Сидоров, Г. Н. Природно-ресурсный потенциал и добыча млекопитающих Омской области не отнесенных к объектам охоты и не занесенных в Красные книги / Г. Н. Сидоров, А. В. Путин, В. Н. Лойко // Териофауна России и сопредельных территорий. VIII съезд териологического общества. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. — С. 454.
5. Сидоров, Г. Н. Биоразнообразие, доминирование, обилие и абсолютная численность мелких млекопитающих в Среднем Прииртышье / Г. Н. Сидоров А. В. Вахрушев, Д. Г. Сидорова // Проблемы экологии: чтения памяти проф. М. М. Кожова: тез. докл. Междунар. науч. конф. — Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2010. — С. 301.
6. Анализ фауны мелких млекопитающих Омской области. Сообщение 1. Общая характеристика. Сообщение 2. Особенности биотопического распределения мелких млекопитающих

в различных ландшафтах / М. Г. Малькова [и др.] // Естественные науки и экология: Ежегодник ОмГПУ. — Вып. 3. — Омск, 1998. — С. 222–233.

7. Малькова, М. Г. Млекопитающие. Животные Омской области. Справочник-определитель / М. Г. Малькова, Г. Н. Сидоров, И. И. Богданов, А. П. Станковский. — Омск : Издатель — Полиграфист, 2003. — 277 с.

8. Сидоров, Г. Н. Пушные звери среднего Прииртышья (териофауна Омской области) / Г. Н. Сидоров, Б. Ю. Кассал, К. В. Фролов, О. В. Гончарова : моногр. // Под науч. ред. В. И. Фисинина ; Российский гос. торгово-экономический ун-т, Омский ин-т (фил.), Омское региональное отделение Русского географического о-ва. — Омск : Полиграфический центр КАН, 2009. — 808 с.

9. Сидоров, Г. Н. Зоонотические инфекции и инвазии домового мыши и серой крысы в урбоценозах / Г. Н. Сидоров, А. В. Путин, В. Н. Лойко // Ветеринарная патология, 2006. — № 2 (17). — С. 37–43.

10. Сидоров, Г. Н. Домовая мышь (*Mus musculus* L.) в образовательных учреждениях города Омска: сезонные миграции, численность, размножение, распределение, питание и вредоносное значение / Г. Н. Сидоров, А. В. Путин // Сибирский экологический журнал. — 2010. — № 5. — С. 819–825.

11. Путин, А. В. Грызуны города Омска: особенности их биологии и зараженность инфекциями и инвазиями / А. В. Путин, Г. Н. Сидоров, Г. В. Березкина, Д. Г. Сидорова, Е. Н. Кистенева // Современные проблемы науки и образования. — 2012. — № 4 — С. 283.

12. Kuz'min, I. V. Epizootic situation and prospectives of rabies control among wild animals in the south of western Siberia / I. V. Kuz'min, G. N. Sidorov, A. D. Botvinov, E. I. Rekhov. // Журнал микробиологии эпидемиологии и иммунобиологии. — 2001. — № 3. — С. 28–35.

13. Кузьмин, И. В. Бешенство на юге Западной Сибири в 1990 — 2000 гг.: вопросы и поиск решения / И. В. Кузьмин, Г. Н. Сидоров, А. Д. Ботвинкин, Е. Н. Рехов, Е. М. Полещук // Ветеринарная патология. — 2002. — № 1. — С. 92–100.

14. Сидоров, Г. Н. К вопросу о прогнозировании эпизоотического процесса при бешенстве на территории России / Г. Н. Сидоров, Д. Г. Сидорова, Н. М. Колычев, Е. М. Полещук // Ветеринарная патология. — 2007. — № 3. — С. 17–23.

15. Сидоров, Г. Н. Эпизоотический процесс бешенства: Роль диких млекопитающих, периодичность / Г. Н. Сидоров,

Д. Г. Сидорова, Н. М. Колычев, В. М. Ефимов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. — 2008. — № 12. — С. 69–75.

16. Кучерук, В.В. Количественный учет важнейших теплокровных носителей болезней / В. В. Кучерук, Э. И. Коренберг // Методы изучения природных очагов болезней человека. — М. : Медицина, 1964. — С. 129–154.

17. Бобринский, Н. А. Определитель млекопитающих СССР / Н. А. Бобринский, Б. А. Кузнецов, А. П. Кузякин. — М. : Просвещение, 1965. — 382 с.

18. Тупикова, Н. В. Принципы и методы зоологического картографирования / Н. В. Тупикова, Л. В. Комарова. — М. : Изд-во МГУ, 1979. — 189 с.

19. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. — М. : Высшая школа, 1980. — 194 с.

20. Одум, Ю. Основы экологии / Ю. Одум — М. : Мир, 1975. — 740 с.

СИДОРОВ Геннадий Николаевич, доктор биологических наук, профессор (Россия), профессор кафедры биологии Омского государственного педагогического университета (ОмГПУ).

НУРМАГОНБЕТОВА Сауле Сенсембаевна, аспирантка кафедры биологии ОмГПУ.

ВАХРУШЕВ Андрей Викторович, зоолог Центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора в Омской области.

СИДОРОВА Дарья Геннадьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, биологии и природопользования Омского государственного аграрного университета им. П. А. Столыпина (ОмГАУ).

ПУТИН Андрей Викторович, кандидат биологических наук, доцент (Россия), доцент кафедры экологии, биологии и природопользования ОмГАУ.

ДЕРИГЛАЗОВ Иван Владимирович, зоолог Центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора в Омской области.

Адрес для переписки: g.n.sidorov@mail.ru

Статья поступила в редакцию 14.03.2014 г.

© Г. Н. Сидоров, С. С. Нурмагонбетова, А. В. Вахрушев, Д. Г. Сидорова, А. В. Путин, И. В. Дериглазов

Книжная полка

Почекаева, Е. И. Безопасность окружающей среды и здоровье населения : учеб. пособие для вузов Е. И. Почекаева, Т. В. Попова. — Ростов н/Д : Феникс, 2013. — 443 с.

Учебное пособие подготовлено в соответствии с Государственным образовательным стандартом. Учебное пособие направлено на формирование у обучающихся экологического мышления, содержит разделы по экологической безопасности, источникам и уровням загрязнений биосферы, основам мониторинга окружающей среды. Большое внимание уделено государственному регулированию деятельности в области охраны окружающей среды, нормативным правовым актам, устанавливающим санитарно-эпидемиологические, гигиенические требования по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия. В пособии приведена модель гигиенического управления процессом снижения заболеваемости населения на территориях с высокой антропогенной нагрузкой. Пособие предназначено для студентов высших учебных заведений (бакалавров и магистров), а также менеджеров, руководителей экологических служб, педагогов и специалистов по безопасности жизнедеятельности и экологии.

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА ОСАДКОВ НА ГОДИЧНЫЙ ПРИРОСТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КРАПИВИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В статье рассматриваются особенности влияния режима атмосферного увлажнения на динамику годичного прироста побегов сосны обыкновенной в подзоне южной тайги Омской области на территории нефтяного месторождения.

Ключевые слова: подрост, годичный прирост побегов, динамика роста побегов, синхронность, режим атмосферного увлажнения, нефтяное месторождение.

Загрязнение природной среды нефтью и сопутствующими ингредиентами является острой экологической проблемой во многих регионах России, в том числе и в Западной Сибири. Предприятия нефтегазодобывающей отрасли в Западной Сибири оказывают существенное воздействие на состояние лесов региона. Это усугубляется тем, что промышленные объекты густой сетью распределены на обширных территориях. В результате строительства буровых установок и деятельности нефтедобывающих предприятий и объектов производственной инфраструктуры значительные площади лесных экосистем севера Омской области нарушены и постепенно теряют способность естественного возобновления. Степень сохранения современных южно-таёжных лесных экосистем на нефтезагрязнённых территориях в этом случае во многом будет определяться успешностью прохождения лесовозобновительных процессов, ростом и развитием доминантных видов [1].

При оценке антропогенного воздействия необходимы более тонкие методы исследований, учитывающие незначительные, обратимые изменения в лесных экосистемах на фоне влияния климатических условий. В этом плане очень эффективным является дендрохронологический метод анализа, позволяющий производить оценку воздействия экологических факторов на древесные растения по особенностям строения анатомо-морфологических органов и тканей древесных растений (хвоя, листья, шишки, плоды, прирост побегов, годичные кольца) [2].

Изучение сезонного роста побегов позволяет интегрально оценить комплекс экологических факторов, воздействующих на древесные растения, как в период видимого их роста, так и в период их формирования [3]. В Западно-Сибирском регионе материалы наблюдений за сезонным ростом побегов древесных растений немногочисленны и непродолжительны [2, 4–7]. Период роста побегов — критический в жизни растения, в это время они особенно чувствительны к недостатку воды и элементам минерального питания [8].

Динамика роста древесных растений является одновременно показателем природных условий

в районе исследования естественного экологического состояния и отражающим уровень антропогенного воздействия, техногенного загрязнения в данных условиях произрастания. Динамика развития и особенности роста побегов древесных растений могут служить в этом случае в качестве биоиндикаторов при оценке состояния окружающей среды. Биологическая продуктивность растений, в том числе древесных, определяется интенсивностью и продолжительностью роста их вегетативных органов в течение вегетационного периода. Поэтому вскрытие закономерностей в сезонном росте древесных растений, регулируемых как наследственными свойствами, так и условиями окружающей среды, является необходимой предпосылкой для установления оптимальных сроков проведения лесохозяйственных мероприятий, направленных на повышение продуктивности древостоев.

Целью наших исследований являлось изучение особенностей годичного прироста побегов сосны в условиях нефтяного загрязнения в зависимости от режима атмосферных осадков.

В задачу исследований входило исследовать особенности роста в высоту подроста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в санитарно-защитной зоне и на территории производственного участка юго-западной части Западно-Крапивинского нефтяного месторождения (Васисское лесничество, Тарский район Омской области). Пробные участки были заложены в следующих пунктах: контрольный участок удален в западном направлении от данного нефтяного месторождения на 3,75 км (Васисское лесничество, квартал 68, выдел 23) — пробная площадь № 1 (ПК 1) и на территории производственного участка № 11 Западно-Крапивинского нефтяного месторождения (Васисское лесничество, квартал 69, выдел 41) — пробная площадь № 5 (ПК5). Даты измерений: ПК1 — 26 февраля и ПК5 — 19 марта 2013 года.

Изучение динамики годичного прироста побегов сосны проводилось по А. А. Молчанову и В. В. Смирнову (1967) [9]. Измерения проводили мерной линейкой по стволам подроста между мутовками. Данные о количестве осадков брались из агрометеороло-

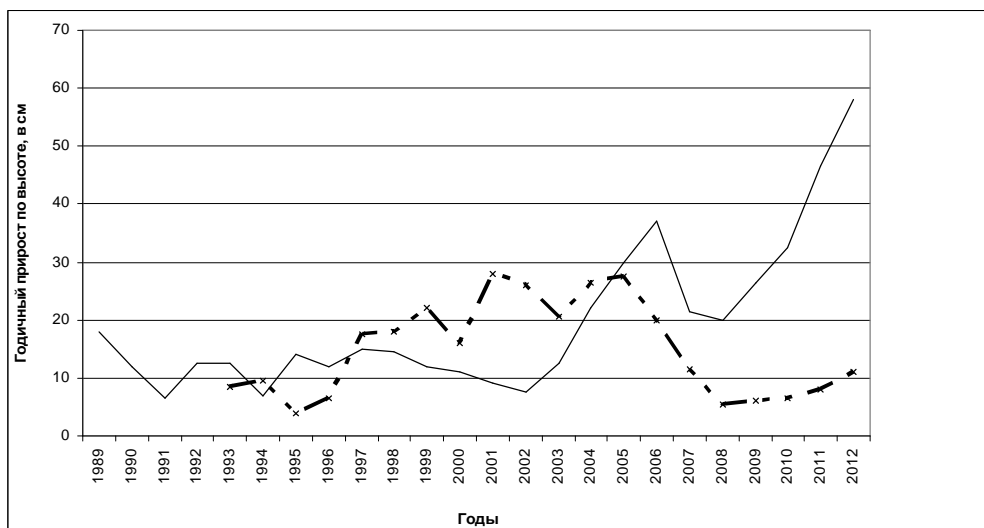


Рис. 1. Динамика годичного прироста по высоте подростка сосны обыкновенной в районе юго-западного участка Крапивинского месторождения (Васисское лесничество, Тарский район Омской области).
 Условные обозначения: ————— контрольный участок, пробная площадь № 1;
 - · - - - - нефтепромысловый участок, пробная площадь № 5

гических бюллетеней за период с 1979 по 2012 годы по метеостанции Тара. Количество осадков группировалось помесячно, суммарно по сезонам и отдельным периодам с включением за июль предыдущего года. Группировка количества осадков в пределах вегетационного периода, по сезонам года и периодам в годичном цикле проводилась в соответствии с морфофизиологической цикличностью роста и развития сосны в районе исследований [3].

На контрольном участке (пробная площадь № 1) у подростка сосны обыкновенной за исследуемый период максимальный годичный прирост по высоте наблюдался в 2012 году (рис. 1). Наиболее выраженный подъем годичного прироста по высоте был отмечен в 2006 году.

На территории нефтепромысла (пробная площадь № 5) максимальные приросты побегов по высоте были отмечены у сосны обыкновенной в 1999, 2001, 2005 годах. На нефтепромысловом участке (пробная площадь № 5) годичный прирост по высоте сосны по сравнению с контрольным участком (пробная площадь № 1) до организации работ по нефтедобыче был существенно выше (рис. 1), а затем начиная с 2005 года наблюдалось достоверно стабильное его снижение.

Анализ синхронности годичного прироста сосны за период до начала разработки нефтепромысла с 1993 по 2004 гг. позволил установить коэффициент синхронности 36,36 % при отсутствии достоверных различий с контрольным участком ($t_{\text{факт.}} < t_{05}$). После начала нефтедобычи за период 2005–2012 гг. коэффициент синхронности составил 87,5 % и на нефтепромысловом участке (пробная площадь № 5) отмечается стабильное и достоверное снижение величины годичного прироста сосны по сравнению с контрольным участком (пробная площадь № 1) при 1%-ном уровне значимости критерия Стьюдента ($t_{\text{факт.}} > t_{\text{теор.}}$).

Максимальное количество случаев синхронного совпадения минимумов прироста побегов по высоте подростка сосны и осадков на пробной площади № 1 наблюдалось в 2008 году — 19 случаев (70,4 %) и в 1991 году — 24 случая (88,9 %); на пробной пло-

щади № 5 — в 2008 и в 2003 году — по 25 случаев (92,6 %). Максимальное количество случаев синхронного совпадения максимумов прироста побегов по высоте подростка сосны и осадков на пробной площади № 1 наблюдалось в 1995 году — 17 случаев (63,0 %) и в 1993 году — 16 случаев (59,3 %); на пробной площади № 5 — в 2001 году — 16 случаев (59,3 %).

Наибольший коэффициент синхронности по режиму осадков на пробной площади № 1 отмечался для апреля — 72,75 % и за период апрель — июнь — 72,73 %; на пробной площади № 5 наблюдался лишь в период $IV_1 + (XI - XII)_{i-1} + (I - III)_i$ (77,78 %).

В целом можно отметить, что в районе расположения нефтедобывающего предприятия годичный прирост сосны является очень чувствительным индикатором к дефициту атмосферного увлажнения и он стабильно, достоверно ниже, чем на контрольном участке ($t_{\text{факт.}} > t_{01}$).

Библиографический список

1. Донец, Е. В. Влияние нефти на прорастание семян лесобразующих видов древесных растений подзоны южной тайги Омской области : моногр. / Е. В. Донец, А. И. Григорьев. — Омск : Наука, 2012. — 164 с.
2. Встовская, Т. Н. Интродукция древесных растений в Сибири : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Т. Н. Встовская. — Новосибирск : Центр. Сиб. ботан. сад СО АН СССР, 1991. — 33 с.
3. Григорьев, А. И. Эколого-физиологические основы адаптации древесных растений в лесостепи Западной Сибири : моногр. / А. И. Григорьев. — Омск : Изд-во ОмГПУ, 2008. — 196 с.
4. Встовская, Т. Н. Древесные растения — интродуценты Сибири (Spiraea — Weigela) / Т. Н. Встовская. — Новосибирск : Наука, 1987. — 273 с.
5. Портянко, А. Ф. Условия выращивания долголетних устойчивых лесомелиоративных насаждений и способы их создания в северной степи и лесостепи Западной Сибири / А. Ф. Портянко. — Омск : РИО ОмСХИ, 1977. — 52 с.
6. Григорьев, А. И. Влияние погодных условий на сезонный рост в высоту хвойных растений в лесостепной зоне Омской

области / А. И. Григорьев // Природные ресурсы Омской области и их рациональное использование. — Омск : ОГПИ, 1985. — С. 56–59.

7. Григорьев, А. И. Особенности роста в высоту хвойных пород в условиях интродукции / А. И. Григорьев // Современные проблемы интродукции древесных растений в Сибири. — Новосибирск : ЦСБС СО АН СССР, 1988. — С. 42–43.

8. Сергеева, К. А. Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений / К. А. Сергеева. — М. : Наука, 1971. — 174 с.

9. Молчанов, А. А. Методика изучения прироста древесных растений / А. А. Молчанов, В. В. Смирнов. — М. : Наука, 1967. — 100 с.

10. Григорьев, А. И. Индикация состояния окружающей среды : моногр. / А. И. Григорьев. — Омск : Изд-во ОмИПП, 2003. — 128 с.

ДОНЕЦ Евгения Владимировна, кандидат биологических наук, доцент (Россия), кафедра экологии и природопользования.

Адрес для переписки: aigrigoryew@mail.ru

Статья поступила в редакцию 12.03.2014 г.

© Е. В. Донец

УДК 502.5:504.5:630*5

**Е. В. ДОНЕЦ
Л. В. ДОЛЖАНКИНА**

Омский государственный
педагогический университет

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ НА ПРОРАСТАНИЕ ХВОЙНЫХ ВИДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

В статье рассматривается влияние нефтяного загрязнения почвы на прорастание семян хвойных видов древесных растений в условиях вегетационного опыта.

Ключевые слова: семена, хвойные виды древесных растений, всхожесть, проростки, нефтяное загрязнение почвы.

Загрязнение биогеоценозов нефтью сопутствующими (ингредиентами) веществами, соединениями является острой экологической проблемой во многих регионах мира, в том числе и в России. На территории России наиболее интенсивно проявляется нефтяное загрязнение в Западной Сибири, где добывается более 2/3 всей российской нефти, развита густая сеть нефтепроводов и перерабатывается 20 % нефти от всего объема добычи в Западно-Сибирском регионе.

В условиях нефтяного загрязнения в биогеоценозе наблюдается ухудшение структуры, водно-физических, химических и биологических свойств почвы, определяющих её плодородие и экологическое состояние, загрязняются поверхностные и подземные воды, воздушная среда [1–4].

Отрицательное влияние нефтедобычи в первую очередь обусловлено деградацией почвенного покрова при разливах нефти, а также воздействием продуктов его распада на компоненты биогеоценоза. На первом этапе наибольший токсический эффект на живые организмы оказывает легкая фракция нефти.

Легкая фракция нефти более интенсивно подвержена инфильтрации по почвенному профилю и легко мигрирует в водоносных горизонтах, тем самым происходит резкое расширение первичного очага нефтяного загрязнения. Позднее, с уменьшением доли легкой фракции, начинает возрастать токсичность ароматических соединений.

При этом нефтезагрязненные почвы теряют способность впитывать и удерживать влагу, для них характерны более низкая водопроницаемость и влагоёмкость [1], ухудшается азотный режим почв, уменьшается содержание подвижных форм фосфора и калия, нарушается корневое питание растений [5], увеличивается число углеводородокисляющих микроорганизмов, интенсивно развиваются анаэробные микроорганизмы и затормаживается развитие аэробной микрофлоры [6]. При этом наблюдается также нарушение ферментативной активности почвы [7] и уменьшается её окислительно-восстановительный потенциал [8].

Загрязнение чернозема обыкновенного нефтью (от 1 до 25 % массы почвы) приводит к снижению активности ферментов микроорганизмов [8]. При этом авторами были выделены по степени чувствительности ферменты к загрязнению нефтью и нефтепродуктами: ферриредуктаза > каталаза > уреазы > инвертаза.

При поступлении нефти в почву, согласно А. В. Шамраеву и Т. С. Шориной [9], выделяют три общих этапа трансформации её в почвах: 1) физико-химическое и частично микробиологическое разложение алифатических углеводородов; 2) микробиологическое разложение, главным образом низкомолекулярных структур различных классов, образование смолянистых веществ; 3) трансформацию высокомолекулярных соединений: смол, асфальтенов, циклических углеводородов. В разных природных зонах длитель-

ность процесса деградации нефти имеет продолжительность от нескольких месяцев до нескольких десятков лет [10].

По литературным данным Т. С. Бородулиной [11] отмечается, что с увеличением концентрации нефтезагрязнения подавляется активность ряда почвенных ферментов, ростовые и физиологические характеристики растений, снижается численность чувствительных к нефтяному загрязнению микроорганизмов, выживаемость водорослей и планктонных организмов, что вызвано загрязнением условий местообитания нефтью и нефтепродуктами. Это приводит к нарушению динамического равновесия в экосистеме вследствие изменения структуры почвенного покрова, геохимических свойств почв, а также токсического действия на живые организмы.

Негативное воздействие на растения нефтяного загрязнения почвы связано прежде всего с увеличением ее гидрофобности и заполнением нефтью почвенных капилляров, а также фитотоксичностью нефти, обусловленного развитием в ней микромицетов, образующих токсины [12, 13]. Главными причинами торможения роста и развития растений, а также и их гибели в результате загрязнения нефтью является нарушение поступления воды, питательных веществ и кислородное голодание [8, 14]. В то же время некоторыми исследователями отмечалось стимулирующее действие нефти на рост растений. Установлено, что решающее значение имеет степень загрязнения (доза нефти) и агрохимический фон [15].

На клеточном и физиологическом уровне воздействие углеводородов нефти на растения проявляется в нарушении структуры хлоропластов и фотосинтеза. Углеводороды повреждают мембраны хлоропластов, митохондрий, мембраны клеток корня. Растения, растущие при нефтяном загрязнении почвы, содержат значительно большее количество веществ со стресспротективными свойствами. На загрязненных участках, при наличии сплошного покрытия нефтяной пленкой, вдоль линии нефтепроводов, отмечается полная гибель растительности [16].

В отношении влияния нефти на прорастание семян в литературе имеются противоречивые сведения. Одни авторы считают, что нефть не влияет на прорастание семян растений, тогда как, по наблюдениям других исследователей, нефть оказывает благоприятное влияние на прорастание семян и рост всходов [17].

По результатам проведенных исследований в условиях вегетационного опыта была установлена более повышенная энергия прорастания у сосны обыкновенной и наибольшей толерантностью к воздействию сырой нефти в фазе прорастания семян характеризовались семена лиственницы сибирской, и наименьшей — семена ели сибирской и сосны обыкновенной [18]. При этом более интенсивный прирост корешков проростков был отмечен у ели сибирской и максимальная величина хвоек у сосны наблюдалась при концентрации нефти 0,1 л/м². Согласно экспериментальным данным по результатам однофакторного дисперсионного анализа можно отметить, что нефтяное загрязнение оказало достоверное влияние ($P < 0,01$) на всхожесть семян и длину корешков проростков сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы сибирской [19].

Цель исследования: выявить закономерности влияния нефтяного загрязнения почв на всхожесть хвойных видов древесных растений в лабораторных условиях.

Задачи исследования:

1. Выявить воздействие нефтяного загрязнения на прорастание хвойных видов древесных растений в условиях вегетационного опыта.

2. Установить биологические возможности к максимальному уровню нефтяного загрязнения техногенных ландшафтов (буферные пруды нефтеперерабатывающих предприятий) в фазе прорастания семян.

Научная новизна работы и теоретическая значимость результатов исследования. Впервые исследовано влияние нефтяного загрязнения почв на стадии прорастания семян.

Полученные результаты позволяют оценить устойчивость эколого-биологических свойств хвойных видов древесных растений к нефтяному загрязнению почв и являются основой для биоиндикационного контроля лесных экосистем.

Методика и объекты исследований. Объектом исследования являлись семена доминантных видов древесных растений лесных экосистем подзоны южной тайги Западной Сибири: сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) Для закладки опыта были использованы семена первого класса качества, собранные в декабре 2012 года в Тарском районе (северо-восточная часть Омской области).

В качестве опытного образца был взята нефтезагрязненная почва (грунт) среднесуглинистая по механическому составу, который был отобран с южной части участка №1 буферного пруда ОАО «Газпромнефть — ОНПЗ» с внутренней стороны земляного вала в 15 метрах от уреза нефтешламового водоёма. В качестве контроля был использован почвенный образец чернозема обыкновенного среднесуглинистого, развитого на карбонатных делювиальных суглинках, отобранный на агробиостанции Омского государственного педагогического университета.

Почвенные образцы помещались в кюветы и перед посевом семян увлажнялись. Каждый вариант опыта закладывался в трехкратной повторности и в каждой повторности равномерно высевалось по 50 штук семян хвойных видов древесных растений. Для увлажнения почвы в опытах использовалась отстоянная водопроводная вода. После закладки опыта наблюдение за ходом прорастания семян проводилось ежедневно в течение 30 суток. Отмечались проросшие и наклюнувшиеся семена, а также некрозы, побурение хвои и гибель проростков.

Результаты и их обсуждение. По результатам анализа почв, использованных в вегетационных опытах, можно отметить у опытного образца исключительно высокое загрязнение нефтью (в 1357,7 раза больше, чем в контрольном образце, и в 658,5 раза выше, чем фоновый уровень), сильную кислотность, высокое содержание хрома и цинка и низкое содержание оксида марганца (табл. 1).

По результатам проращивания семян изученных видов древесных растений можно отметить следующее: самые ранние сроки прорастания у сосны (в контроле — на третий день, в опытном образце — на седьмой день) и самые поздние у лиственницы (в контроле — на восьмой день, в опытном образце — на 15-й день), а промежуточные сроки наблюдались у ели (в контроле — на пятый день, в опытном образце — на восьмой день) (рис. 1–3).

Существенное отставание прорастания семян лиственницы сибирской, как было уже ранее отме-

№	Наименование определяемого показателя	Единицы измерений	Контроль	Нефтезагрязненная почва	Фоновый уровень
1	нефтепродукты	мг/кг	19,4±3,1	26340,0±1843,8	40,0
2	pH(кислотность)	ед.	6,8	4,8	6,8
3	титана оксид	мг/кг	3500±400	3300±500	5452
4	ванадий	мг/кг	54,21±14,0	52,36±15,96	67,7
5	хром	мг/кг	85,16±20,40	109,00±24,10	87,7
6	марганца оксид	мг/кг	410,51±31,82	264,66±26,28	859,4
7	железа оксид	мг/кг	19300±2000	18400±2000	28187
8	кобальт	мг/кг	10,72±4,53	не обнаружено	< 10
9	никель	мг/кг	38,67±13,69	38,70±16,46	37,3
10	медь	мг/кг	25,04±11,17	32,23±16,98	25,3
11	цинк	мг/кг	52,91±9,60	101,80±17,71	56,0
12	мышьяк	мг/кг	4,85±2,03	8,18±3,65	9,1
13	стронций	мг/кг	138,08±33,16	104,87±47,06	162,3
14	свинец	мг/кг	25,18±3,90	< 25	25,4

* По данным Омского центра по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения окружающей среды с региональными функциями.

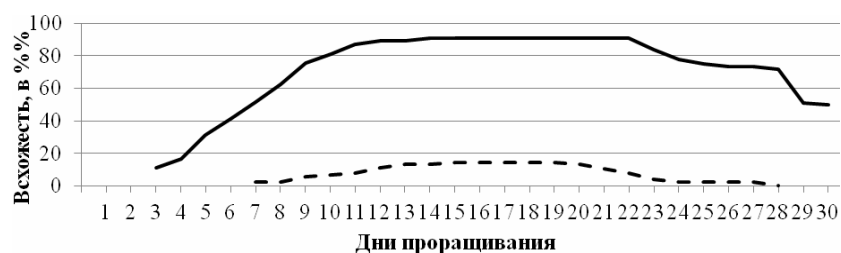


Рис. 1. Динамика всхожести и гибели семян сосны обыкновенной в условиях вегетационного опыта.
Условные обозначения: — — в контроле; - - - на нефтезагрязненной почве

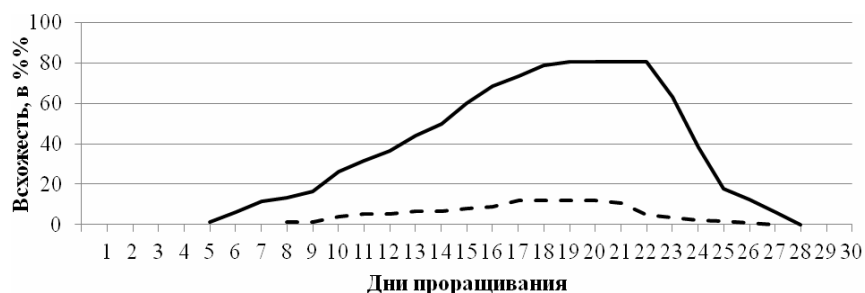


Рис. 2. Динамика всхожести и гибели семян ели сибирской в условиях вегетационного опыта.
Условные обозначения: — — в контроле; - - - на нефтезагрязненной почве

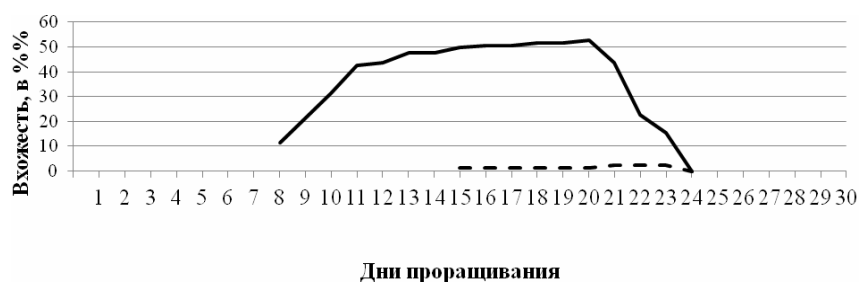


Рис. 3. Динамика всхожести и гибели семян лиственницы сибирской в условиях вегетационного опыта.
Условные обозначения: — — в контроле; - - - на нефтезагрязненной почве

чено [18], связано с особенностями анатомо-морфологического строения семенной кожуры, которая по своему строению, толщине и плотности, а также химическому составу (более повышенное содержание живицы) превосходит семенную оболочку сосны и ели. Тогда как семена сосны и ели, обладая более проницаемой семенной кожурой, имеют наибольший доступ для поступления воды в зародыш семени, что является очень важным на начальных этапах прорастания семян.

В опытно-вариантном варианте следует отметить очень резкое снижение всхожести семян у исследованных видов, особенно, у лиственницы. Полная гибель проростков в нефтезагрязненной почве у лиственницы наблюдалась в более ранние сроки (на 24-й день проращивания), чем у ели (на 27-й день проращивания) и у сосны (на 28-й день проращивания). Следует отметить также более высокую всхожесть семян сосны в условиях сильно нефтезагрязненной почвы. Характерным для сосны является высокая выживаемость проростков (50 % живых проростков) в контрольном варианте. В ранее проведенных исследованиях Е. В. Донец [20] было также установлено, что в условиях вегетационного опыта наибольшую устойчивость к воздействию нефти проявляет сосна обыкновенная.

Заключение. Таким образом, исследованные виды (сосна, ель, лиственница) в нефтезагрязненной почве имели более поздние сроки прорастания семян, характеризовались более низким процентом всхожести семян и выживаемостью проростков ($P < 0,01$). Наибольшая устойчивость в условиях сильного нефтяного загрязнения почвы наблюдалась у проростков сосны.

Библиографический список

1. Логинов, О. Н. Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнений / О. Н. Логинов. — Уфа : Реактив, 2000. — 100 с.
2. Хабилов, И. К. Устойчивость почвенных процессов / И. К. Хабилов, И. М. Габбасова, Ф. Х. Хазиев. — Уфа : БГАУ, 2001. — 327 с.
3. Проблемы диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами / Ю. И. Пиковский [и др.] // Почвоведение. — 2003. — № 9. — С. 1132–1140.
4. Илларионов, С. А. Экологические аспекты восстановления нефтезагрязненных почв / С. А. Илларионов. — Екатеринбург : УрО РАН, 2004. — 194 с.
5. Изменение свойств почв и состава грунтовых вод при загрязнении нефтью и нефтепромысловыми сточными водами в Башкирии / И. М. Габбасова [и др.] // Почвоведение. — 1997. — № 11. — С. 1362–1372.
6. Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на биологическое состояние чернозема обыкновенного / С. И. Колесников [и др.] // Почвоведение. 2006. — № 5. — С. 616–620.
7. Габбасова, И. М. Деградация и рекультивация почв Башкортостана / И. М. Габбасова. — Уфа : Гилем, 2004. — 284 с.
8. Колесников, С. И. Изменение ферментативной активности чернозема обыкновенного при загрязнении нефтью

и нефтепродуктами в модельных экспериментах / С. И. Колесников, М. А. Татосян, Д. К. Азнаурьян // Доклады Россельхозакадемии. — 2007. — № 5. — С. 32–34.

9. Шамраев, А. В. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды / А. В. Шамраев, Т. С. Шорина // Вестник ОГУ. — 2009. — № 6 (100). — С. 642–645.

10. Бочарикова, Е. А. Влияние нефтяного загрязнения на свойства серо-бурых почв Апшерона и серых лесных почв Башкирии : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. А. Бочарикова. — М., 1990. — 16 с.

11. Бородулина, Т. С. Влияние нефтезагрязнения окружающей среды на ростовые и физиологические характеристики опытных живых организмов / Т. С. Бородулина // Проблемы современной аграрной науки : материалы Междунар. заоч. науч. конф. — Красноярск : КрасГАУ, 2010. — С. 39–41.

12. Мирчинк, Т. Г. Почвенная микология / Т. Г. Мирчинк. — М. : Изд-во МГУ, 1988. — 220 с.

13. Киреева, Н. А. Комплексное биотестирование для оценки загрязнения почв нефтью / Н. А. Киреева, М. Д. Бакаева, Е. М. Тарасенко // Экология и промышленность России. — 2004. — № 2. — С. 26–29.

14. Диагностические признаки различных уровней загрязнения почв нефтью / Д. Г. Звягинцев [и др.] // Почвоведение. — 1989. — № 1. — С. 72–77.

15. Зильберман, М. В. Биотестирование почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / М. В. Зильберман, Е. А. Порошина, Е. В. Зырянова. — Пермь : ФГУ УралНИИ «Экология», 2005. — 111 с.

16. Нефтезагрязненные биоценозы : моногр. / А. А. Оборин [и др.] ; УрО РАН ; Перм. гос. ун-т ; Перм. гос. техн. ун-т. — Пермь, 2008. — 511 с.

17. Донец, Е. В. Влияние нефти на прорастание семян лесобразующих видов древесных растений подзоны южной тайги Омской области : моногр. / Е. В. Донец, А. И. Григорьев. — Омск : Наука, 2012. — 164 с.

18. Донец, Е. В. Влияние нефтяного загрязнения на прорастание семян хвойных видов древесных растений в условиях вегетационного опыта / Е. В. Донец, А. И. Григорьев, Л. В. Должанкина // Омский научный вестник. — 2012. — № 2 (114). — С. 193–196.

19. Григорьев, А. И. Влияние нефтяного загрязнения на рост проростков хвойных видов древесных растений в условиях вегетационного опыта / А. И. Григорьев, Л. В. Должанкина, Е. В. Донец // Омский научный вестник. — 2012. — № 2 (114). — С. 189–193.

20. Донец, Е. В. Влияние нефти на прорастание семян хвойных лесобразующих видов древесных растений подзоны южной тайги Омской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. В. Донец. — Омск : ОмГПУ, 2009. — 21 с.

ДОНЕЦ Евгения Владимировна, кандидат биологических наук, доцент (Россия), кафедра экологии и природопользования.

ДОЛЖАНКИНА Людмила Владимировна, соискатель по кафедре экологии и природопользования. Адрес для переписки: aigrigoryew@mail.ru

Статья поступила в редакцию 12.03.2014 г.

© Е. В. Донец, Л. В. Должанкина

ПРИРОДООХРАННЫЙ СТАТУС МЛЕКОПИТАЮЩИХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлен видовой состав млекопитающих на территории области и их природоохранный статус, в 200-летней ретроспективе выявлены утраты в трофических гильдиях в качестве редких и вымерших видов, предложено изменение списка внесенных в Красную книгу Омской области видов.

Ключевые слова: млекопитающие, природоохранный статус, трофическая гильдия, Красная книга, Омская область.

История научных зоологических исследований Среднего Прииртышья насчитывает менее трех веков. За это время зоологи зафиксировали трансформацию фауны региона вследствие изменения структуры территории, преобразования ландшафта, мезоклиматических изменений, смещения границы природно-климатических зон и подзон [1; 2, с. 145–150]. В течение этого времени наблюдалось как обеднение ряда таксономических единиц (родов, семейств, отрядов) из-за вымирания видов животных, так и их обогащение за счет видов — вселенцев, (ре)интродуцентов.

Омская область — это территория ($S = 141$ тыс. км²), на которой имеется обилие разнообразнейших биотопов, распределенных по разным природно-климатическим зонам, которые в разное время подвергались и продолжают подвергаться антропогенным воздействиям различной степени тяжести. В соответствии с этим закономерно изменялся состав животного мира. На протяжении последних 200 лет в Омской области в пределах ее современных границ зоологами насчитывалось в разные периоды 47, 64, 73, 65 видов млекопитающих [3–6]. Наиболее полно биология и экология видов млекопитающих на территории Омской области представлена в серии наших монографий [6–11].

Цель работы: оценить природоохранный статус млекопитающих Омской области. **Задачи:**

- выявить видовой состав млекопитающих на территории области в 200-летней ретроспективе;
- оценить видовое соотношение трофических гильдий млекопитающих в различных природно-климатических зонах на территории области;
- предложить коррекцию списка занесенных в Красную книгу Омской области млекопитающих.

Материалы и методы. Материалом работы стали данные проведенных многолетних полевых исследований, опубликованные в ряде научных статей и монографий с нашим участием [6–18]. В работе использованы вербальный, графический и библиографический методы исследования, включая результаты обработки информации международных документов [19–24].

Основные результаты. К настоящему времени на территории Омской области достоверно установлено обитание 90 видов млекопитающих, без учета лабораторных и экзотических животных. Из них 10 видов являются домашними (кролик домашний

Oryctolagus cuniculus domesticus; крупный рогатый скот *Bos taurus*; коза домашняя *Capra aegagrus hircus*; овца домашняя *Ovis aries*; лошадь домашняя *Equus caballus*; осел домашний *Equus asinus asinus*; верблюд двугорбый *Camelus bactrianus*; свинья домашняя *Sus scrofa domesticus*; собака домашняя *Canis familiaris*; кошка домашняя *Felis silvestris catus*); 80 видов — дикие. Однако не все из них являются современными обитателями территории Омской области. Из них вымершими более 50 лет назад (до 1965 г.) являются 9 видов (крот европейский *Talpa europaea*; крот алтайский *Talpa altaica*; бурозубка крошечная *Sorex minutissimus*; ушан бурый *Plecotus auritus*; ночница водяная *Myotis daubentonii* (современные данные о встречах вида сомнительны); лемминг лесной *Myopus schisticolor*; норка европейская *Mustela lutreola*; тарпан степной *Equus gmelini gmelini*; кулан *Equus hemionus* [11, 25]). При этом еще один вид (лошадь Пржевальского *Equus przewalskii*) был указан в Красной книге Омской области [7] с ошибкой в таксономии, несостоятельной ввиду опубликования результатов генетических исследований видов рода *Equus*; уже в среднем голоцене вид на этой территории не обитал [25–26].

Западносибирский подвид бобра речного *Castor fiber pohlei* на территории области к настоящему времени также вымер [27], но вид в целом был успешно восстановлен за счет иных подвидов [15]. Имеется несколько свидетельств регулярного проникновения в начале XXI в. на южную часть территории области кочующего вида (сайгак *Saiga tatarica*), однако документальных подтверждений этим фактам пока не получено; обитание двух видов рукокрылых (ночница прудовая *Myotis dasycneme*; вечерница рыжая *Nyctalus noctula*) также нуждается в подтверждении. Обитание еще нескольких видов было установлено на территории Омской области как случайных вселенцев, (ре)интродуцентов: в XX в. прижились и распространились по территории млекопитающие 6 видов (норка американская *Mustela vison*; ондатра *Ondatra zibethica*; заяц-русак *Lepus europaeus*; кабан, свинья дикая *Sus scrofa*; собака енотовидная *Nycterutes procyonodes*; колонок *Mustela sibirica* [28]). Один вид (марал *Cervus elaphus sibiricus*) существует в состоянии паркового животного в условиях специализированного охотничьего хозяйства «Бобровская дача» и отдельных особей, убегающих на сопредельные территории [29]. Два вида

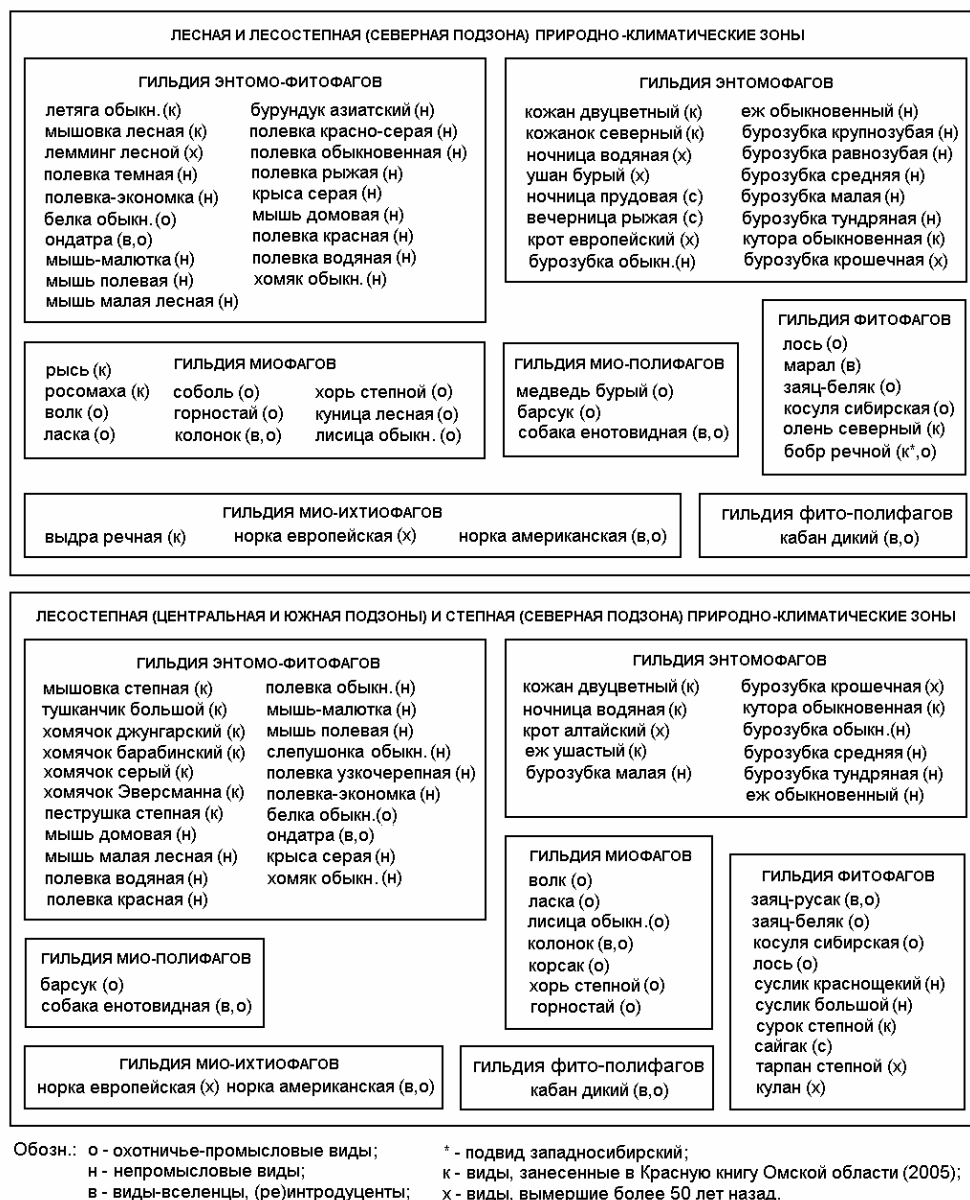


Рис. 1. Видовое соотношение трофических гильдий млекопитающих в различных природно-климатических зонах на территории Омской области за 200-летний период

(песец *Alopex lagopus*; лисица американская *Vulpes velox (macrotis)* в середине 1990-х гг. убегали со звероферм, встречались в местах вселения в течение нескольких лет, а затем исчезали, не оставляя потомства [6, 10]. Еще один вид (архар *Ovis ammon*) известен лишь по факту встречи 07.12.2013 г. в Русско-Полянском районе Омской области, с подтверждением фотографией.

Остальные виды диких млекопитающих на территории Омской области являются аборигенными [11, 30]. Всего в Красную книгу Омской области [7] внесено 28 видов млекопитающих.

В соответствии с особенностями биологии и экологии, виды млекопитающих распределяются по природно-климатическим зонам Омской области неравномерно (рис. 1).

При этом наибольшие утраты за период 200 – 50 лет т.н. на территории Омской области произошли в гильдии энтомофагов (44 % редких и вымерших видов на лесной и северной лесостепной территории; 54 % редких и вымерших видов в центральной и южной лесостепи и степи) и мио-ихтиофагов (67 %

и 50 %, соотв.). Немного меньше утраты в гильдии энтомо-фитофагов (16 % и 33 %, соотв.). Заметны утраты в гильдии фитофагов (17 % и 30 % соотв.) (рис. 2).

При этом особо следует выделить виды млекопитающих, которые еще в середине XX в. были охотничье-промысловыми, но уже к концу XX в. на территории Омской области фактически потеряли этот статус (бурундук азиатский, хомяк обыкновенный, суслик большой, суслик краснощекий, полевка водяная), или были взяты под охрану из-за резкого снижения численности (сурок степной, бобр речной западносибирский, летяга обыкновенная, росомаха, выдра речная, рысь, олень северный, сайгак), или вымерли (крот европейский, крот алтайский, норка европейская).

Природоохранный статус млекопитающих Омской области различен.

В наиболее многочисленной группе аборигенных диких млекопитающих на территории Омской области из 57 видов 10 занесены в Красную книгу МСОП [22] (мышшь-малютка, мышовка степная, мышовка лесная, хомячок серый, летяга обыкновенная,

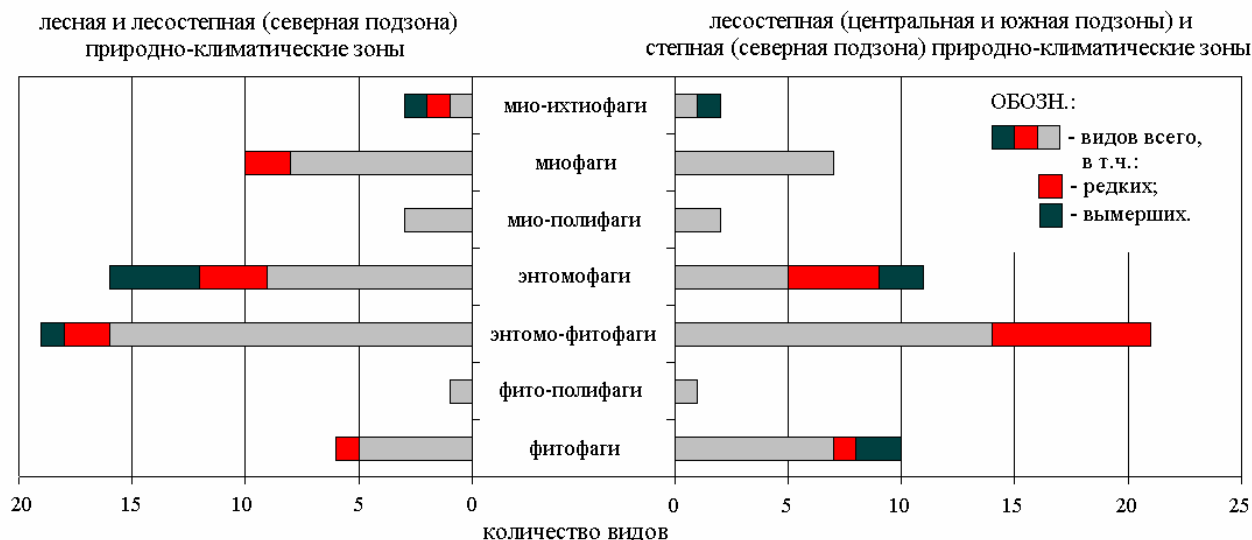


Рис. 2. Видовое соотношение трофических гильдий млекопитающих в различных природно-климатических зонах на территории Омской области за 200-летний период

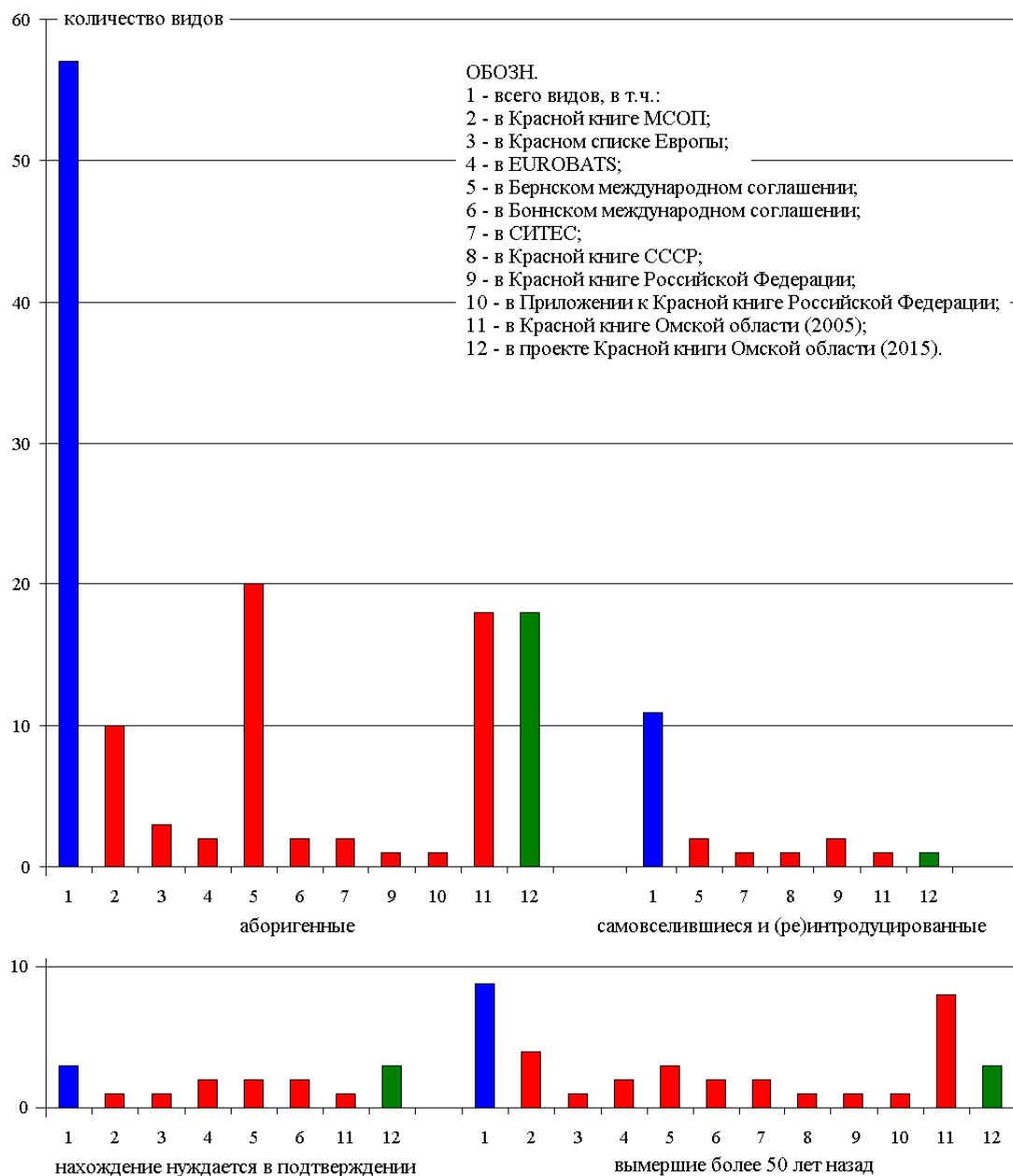


Рис. 3. Природоохранный статус млекопитающих Омской области

белка обыкновенная, сурок степной, россомаха, выдра речная, корсак), 3 — в Красный список Европы [23] (россомаха, выдра речная, рысь), 1 — в Красную книгу Российской Федерации [31] (олень северный), 1 — в Приложение к ней же (выдра речная), 18 видов — в Красную книгу Омской области [7].

В группе самовселившихся, (ре)интродуцированных диких животных на территории Омской области из 11 видов 2 занесены в Красную книгу МСОП [22] (архар, бобр речной), 1 — в Красную книгу СССР [32] (архар), 2 — в Красную книгу Российской Федерации [31] (архар, бобр речной западносибирский), 1 (подвид) — в Красную книгу Омской области [7].

В группе животных, чье пребывание на территории Омской области нуждается в дополнительном подтверждении, из трех видов 1 занесен в Красную книгу МСОП [22] и в Красный список Европы [23] (ночница прудовая), 1 вид — в Красную книгу Омской области [7].

В группе вымерших диких животных на территории Омской области из девяти видов 4 занесены в Красную книгу МСОП [22] (лемминг лесной, норка европейская, тарпан степной, кулан), 1 — в Красный список Европы [23] (ушан бурый), 1 — в Красную книгу СССР [32] (кулан), 2 — в Красную книгу Российской Федерации [31] (кулан, тарпан степной), 1 — в Приложение к ней же, 8 видов — в Красную книгу Омской области [7] (рис. 3).

Поскольку имеются виды млекопитающих с международным значением природоохранного статуса, пребывание которых на территории Омской области сомнительно и нуждается в дополнительных подтверждениях (ночница прудовая, вечерница рыжая), целесообразно включить их в Красную книгу Омской области либо в категорию «4 (вид не определен по статусу)», либо ввести новую для документа категорию «кандидат в Красную книгу» с необходимостью целенаправленного сбора сведений о представителях видов.

Природоохранный статус марала остается спорным: если его небольшую популяцию оценивать лишь как парковую вольерного содержания, то вносить этот вид в Красную книгу Омской области нецелесообразно; но если оценивать и тех особей, которые мелкими группами расселяются по всей области и за ее пределы, включая Новосибирскую область (где вид был внесен в Красную книгу этого субъекта региона), то целесообразно включить его в Красную книгу Омской области либо в категорию «1 (находится под угрозой исчезновения)», либо в категорию «кандидат в Красную книгу» с необходимостью целенаправленного сбора сведений о представителях вида [29]. Таким же спорным является природоохранный статус суслика большого и суслика краснощекого вследствие отсутствия достоверных сведений об их численности и плотности размещения на территории Омской области [9, 12], для которых, до выяснения этого вопроса, целесообразно присвоение категории «4 (вид не определен по статусу)», либо категории «кандидат в Красную книгу».

Виды, исчезающие с территории Омской области более 50 лет назад, должны быть либо изъяты из Красной книги Омской области (крот алтайский, бобр речной (подвид западносибирский), норка европейская, тарпан степной, кулан), либо оставлены, но в категории «0 (вероятно исчезнувший вид)» (бурозубка крошечная, крот европейский, ушан бурый, ночница водяная, лемминг лесной), с целью природоохранной обоснованности сбора сведений о возможном нахождении этих видов.

Для ряда видов млекопитающих целесообразно сохранить присвоенный им ранее природоохранный статус (еж ушастый, кутора обыкновенная, кожанок северный, кожан двцветный, летяга обыкновенная, тушканчик большой, пеструшка степная, мышовка степная, мышовка лесная, сурок степной, хомячок серый, хомячок Эверсмanna, хомячок барабинский, хомячок джунгарский, россомаха, выдра речная, рысь, сайгак, олень северный).

Выводы.

— Видовой состав млекопитающих на территории области в 200-летней ретроспективе представлен 90 видами, без учета лабораторных и экзотических животных, из которых 80 видов — дикие аборигенные, стихийно вселившиеся и (ре)интродуцированные, а также вымершие в период 200 — 50 лет т.н.

— Наибольшие утраты в качестве редких и вымерших видов за период 200 — 50 лет т.н. на территории Омской области произошли в гильдии энтомофагов и мио-ихтиофагов; немногим меньше — в гильдии энтомо-фитофагов и фитофагов.

— Обитающие на территории Омской области млекопитающие имеют различный природоохранный статус, в т.ч. международный. Список из 28 видов млекопитающих, внесенных в Красную книгу Омской области, предлагается изменить за счет изъятия одних видов и дополнения другими, с соответствующими изменениями природоохранных статусов.

Библиографический список

1. Атлас Омской области / Под ред. Н. А. Калинин. — М., 1997. — 56 с.
2. Кассал, Б. Ю. Ландшафтная информативность карты Западной Сибири конца XVIII — начала XIX вв. / Б. Ю. Кассал // Омская биологическая школа : межвуз. сб. науч. тр. Ежегодник ; под ред. Б. Ю. Кассала. — Омск : Изд-во ОмГПУ, 2010. — Вып. 6. — 164 с.
3. Шухов, И. Н. Каталог фауны Омской области (среднее Прииртышье). Позвоночные / И. Н. Шухов. — Вып. 2. Млекопитающие. — Омск : Изд-во Омского обл. краевед. музея, 1949. — 13 с.
4. Корш, П. В. О носительстве и контакте с возбудителями вирусных и бактериальных инфекций среди диких животных в Омской области / П. В. Корш, О. В. Равдоникас, Г. Б. Мальков // Вопросы инфекционной патологии. — Омск, 1970. — Вып. 2. — С. 75–78.
5. Млекопитающие (серия «Животные Омской области») : справочник-определитель / М. Г. Малькова [и др.]. — Омск : Издатель-Полиграфист, 2003. — 277 с.
6. Сидоров, Г. Н. Териофауна Омской области. Хищные : моногр. / Г. Н. Сидоров, Б. Ю. Кассал, К. В. Фролов / СО РАСХН, ОмГПУ, ОРО РГО. — Омск : ОмГПУ, 2007. — 428 с.
7. Красная книга Омской области / Правительство Омской области, ОмГПУ. Ответ. ред. Г. Н. Сидоров, В. Н. Русаков. — Омск : Изд-во ОмГПУ, 2005. — 460 с.
8. Сидоров, Г. Н. Хищные звери Омской области (Териофауна Омской области. Хищные) : монография / Г. Н. Сидоров, Б. Ю. Кассал, Б. И. Мишкин, К. В. Фролов / СО РАСХН, ОРО РГО. — Омск : Издатель-полиграфист, 2007. — 418 с.
9. Сидоров, Г. Н. Териофауна Омской области. Промысловые грызуны : моногр. / Г. Н. Сидоров, Б. Ю. Кассал, О. В. Гончарова, А. В. Вахрушев, К. В. Фролов / СО РАСХН, ОмГПУ, ОРО РГО. — Омск : Наука ; Амфор, 2011. — 542 с.
10. Сидоров, Г. Н. Пушные звери Среднего Прииртышья (Териофауна Омской области) : моногр. / Г. Н. Сидоров, Б. Ю. Кассал, К. В. Фролов, О. В. Гончарова. — Омск : Наука ; Полиграфический центр КАН, 2009. — 808 с.

11. Кассал, Б. Ю. Животные Омской области: биологическое многообразие : моногр. / Б. Ю. Кассал. — Омск : Изд-во АМФОРА, 2010. — 574 с.
12. Сидоров, Г. Н. Промысловые грызуны и зайцы Омской области (Териофауна Омской области) : моногр. / Г. Н. Сидоров, Б. Ю. Кассал, Б. И. Мишкин, О. В. Гончарова, К. В. Фролов ; под ред. Б. Ю. Кассала, Г. Н. Сидорова / СО РАСХН, ОРО РГО. — Омск : Наука ; Амфора, 2011. — 588 с.
13. Сидоров, Г. Н. Животные Красной книги Омской области: экологический мониторинг на территории Ишимской лесостепи / Г. Н. Сидоров, Б. Ю. Кассал, Д. Г. Сидорова // Омский научный вестник. Сер. Ресурсы Земли. Человек. — 2013. — № 2 (124). — С. 128–131.
14. Бондарев, А. А. История и перспективы развития териофауны Среднего Прииртышья / А. А. Бондарев, Б. Ю. Кассал // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2009 (июнь). — № 6 (100). — С. 86–88.
15. Кассал, Б. Ю. Реинтродукция бобра речного (*Castor fiber* L.) на территорию Омской области / Б. Ю. Кассал // Омская биологическая школа. Ежегодник. Вып. 4 : межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. Б. Ю. Кассала. — Омск : Изд-во ОмГПУ, 2007. — С. 137–151.
16. Кассал Б. Ю. Колонок *Mustela sibirica* в Среднем Прииртышье / Б. Ю. Кассал // Российский журнал биологических инвазий: Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН ; МАИК Наука / Интерпериодика. — 2013. — № 3. — С. 38–59.
17. Кассал, Б. Ю. Рукокрылые (Chiroptera) в Среднем Прииртышье / Б. Ю. Кассал // Омская биологическая школа. Посвящено 10-летию авторского коллектива : межвуз. сб. науч. тр. Ежегодник ; под ред. Б. Ю. Кассала. — Омск : Изд-во ОмГПУ, 2013. — Вып. 10. — С. 144–153.
18. Kassal, B. Yu. Distribution of the Sable (*Martes zibellina*) and the Pine Marten (*Martes martes*) in Omsk Oblast and Biogeographic Effects of Their Hybridization / B. Yu. Kassal, G. N. Sidorov // Russian Journal of Biological Invasions; Pleiades Publishing, Ltd., 2013, Vol. 4, No. 2, pp. 105–115.
19. Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой уничтожения (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES) : Международное правительственное соглашение Всемирного союза охраны природы (IUCN), 03.03.1973 г., Вашингтон. Вступила в действие 01.07.1975 г.; принята постановлением Совета Министров СССР № 612 от 04.08.1976 г. и Постановлением Совета Министров РСФСР № 501 от 08.09.1976 г. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.conventions.ru/view_base.php?id=39 (дата обращения: 11.03.2014).
20. Конвенция об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе (Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats), Бернская конвенция (The Bern Convention) : Международное соглашение ETS N 104. — Берн, 1979.
21. Конвенция по сохранению мигрирующих видов диких животных (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals, CMS), Боннская конвенция (The Bonn Convention) : Международное соглашение 23 июня 1979 г. — Бонн, 1979.
22. Красный список угрожаемых видов животных (IUCN Red List of Threatened Species, Cambridge, 2000), «Красная книга» Международного союза охраны природы (МСОП-VU-2000). — М., 1980. — 210 с.
23. Европейский Красный список животных и растений, находящихся под угрозой исчезновения во всемирном масштабе и рекомендации по его применению (European Red List of Globally Threatened Animals and Plants and recommendations on its application as adopted by the Economic Commission for Europe at its forty-sixth session (1991) by decision D (46) / Economic commission For Europe, Geneva. — New York : United Nations, 1991). Утвержд. Европейской экономической комиссией на 46-й сессии (1991 г.) решением D (46) / ЕЭК, Женева. — Нью-Йорк : ООН, 1992. — 167 с.
24. Соглашение по сохранению европейских популяций рукокрылых (Agreement on the Conservation of Populations of European Bats — UNEP/EUROBATS) : Междунар. договор в рамках Конвенции по сохранению мигрирующих видов диких животных (CMS), «Боннская Конвенция», 1991. — Бонн, 1994. — 22 с.
25. Кассал, Б. Ю. Охотничья культура сибирского казачества: добыча копытных / Б. Ю. Кассал // Военно-образовательные учреждения: история, современность, вклад в науку и культуру : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 200-летию Омского кадетского корпуса, Омск, 16 мая 2013 г. В 2 т. — Омск : изд-во Полиграфист, 2013. — Т. II. — 266 с. — С. 133–137.
26. Косинцев, П. А. Дикie лошади (*Equus* (*Equus*) S. L.) Западной Сибири в голоцене / П. А. Косинцев, Н. А. Пластеева, С. К. Васильев // Зоологический журнал. — 2013, сентябрь. — Т. 92, № 9. — С. 1107–1116.
27. Савельев, А. П. Исследование генетического статуса бобров бассейна реки Демьянки (Западная Сибирь). Конец затянувшейся дискуссии / А. П. Савельев, П. Мунцингер, В. Г. Монахов // Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России : материалы 5-й Междунар. науч.-практ. конф., Москва, ФГБОУ ВПО РосГАУ им. Тимирязева МСХ ; Гос. Дарвиновский музей, 18.02.2013. — М., 2013. — С. 328–330.
28. Kassal, B. Yu. *Mustela sibirica* in the Middle Irtysh Zone / B. Yu. Kassal // Russian Journal of Biological Invasions; Pleiades Publishing, Ltd. — 2013. — Vol. 4, No. 4. — Pp. 234–248.
29. Кассал, Б. Ю. Марал *Cervus elaphus sibiricus* в Омской области / Б. Ю. Кассал, Г. Н. Сидоров // Естественные науки и экология. Ежегодник. Вып. 17: межвуз. сб. науч. тр. — Омск : Изд-во ОмГПУ, 2013. — С. 57–66.
30. Кассал, Б. Ю. Расселение соболя (*Martes zibellina*) и куницы лесной (*Martes martes*) в Омской области и биогеографические последствия их гибридизации / Б. Ю. Кассал, Г. Н. Сидоров // Российский журнал биологических инвазий: Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН ; МАИК Наука / Интерпериодика. — 2013. — № 1. — С. 51–65.
31. Красная книга Российской Федерации (животные) / Под ред. В. И. Данилова-Данильян. — М. : Астрель ; Министерство природных ресурсов РФ, РАН, 2001. — 863 с.
32. Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. В 2 т. — М. : Лесная пром-сть, 1984. Т. 1. — 466 с. Т. 2. — 446 с.

КАССАЛ Борис Юрьевич, кандидат ветеринарных наук, доцент (Россия), доцент кафедры биологии.
Адрес для переписки: BY.Kassal@mail.ru

Статья поступила в редакцию 11.03.2014 г.

© Б. Ю. Кассал

ВЛИЯНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ГЕНОТИПА СОРТА НА ФОРМИРОВАНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА СОИ

Изучены динамика формирования симбиотического аппарата и накопление азота в зеленой массе растений в различные фазы развития сои. Показано влияние агроэкологических условий и генотипа сортов на эти процессы, а также экспериментально доказана их взаимообусловленность.

Ключевые слова: симбиотический аппарат, соя, клубенькообразование, азот зеленой массы.

Проблема «биологического азота» приобрела статус приоритетной в науке, а мировое научное сообщество стало активно изучать ее особенности [1]. Актуальность данной проблемы обусловлена тем, что микробиологическое связывание молекулярного азота атмосферы является единственным способом снабжения макросимбионта азотом, при котором не происходит загрязнения окружающей среды. Азот, высвобождающийся из растительных остатков бобовых, практически не накапливается в почве в минеральной форме, что имеет важное экологическое значение, и по своей доступности для последующей культуры не уступает азоту минерального удобрения [2]. Таким образом, с помощью данного процесса возможно развитие экологически ориентированного сельского хозяйства путем сокращения объемов применения азотных удобрений при одновременном снижении энергетических затрат на производство единицы продукции растениеводства.

Развитие симбиотического аппарата в конкретном агроценозе определяется эффективным симбиозом бобовых культур с клубеньковыми бактериями и зависит от генотипа растения-хозяина, а также обусловлено экологическими и гидротермическими условиями, свойствами почвы и рядом других факторов [3, 4].

Цель работы — изучить динамику формирования симбиотического аппарата сои в зависимости от генотипа растений и действия абиотических факторов зоны южной лесостепи Западной Сибири.

Объекты и методы. Исследования проводились на полях лаборатории селекции зернобобовых культур ГНУ СибНИИСХ в 2007 и 2008 гг.

В качестве объекта исследований использовали сорта сои, включенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ и рекомендованные к использованию в 10-м Западно-Сибирском регионе: Алтом, Дина, Омская 4, СибНИИСХоз 6, СибНИИК 315, Эльдорадо.

Полевые опыты закладывались на делянках площадью 10 м², повторность четырехкратная, размещение делянок рендомизированное. Предшественник — яровая пшеница после кукурузы, норма высева —

1 млн всхожих зерен на гектар. Посев проводили сеялкой ССФК-7,0, уборку — комбайном «Харь 125» в фазу полной спелости. Агротехника — общепринятая для зоны южной лесостепи Западной Сибири.

Содержание азота в зеленой массе растений определяли фотоколориметрическим методом с использованием реакции индофенольной зелени (ГОСТ 13496.4-93).

Учет количества, массы азотфиксирующих клубеньков и расчет показателя — активный симбиотический потенциал (АСП) проводили по методике Г. С. Посыпанова (1983) [5].

Агрометеорологические условия изучались по материалам наблюдений Омской метеорологической станции. Метеорологические условия в годы исследований были различными, но достаточно типичными для климата южной лесостепи Омской области. Вегетационный период 2007 г. характеризовался обильными осадками (324,3 мм) по сравнению с 2008 г. (150,1 мм). Температура воздуха исследуемых лет была на уровне среднегодовое показателей с недобором тепла в первой половине вегетации 2007 г.

Статическую обработку экспериментальных данных проводили по методике Б. А. Доспехова (1985) на персональном компьютере по специально разработанным программам.

Результаты и их обсуждение. Бобово-ризобийный симбиоз — это, по существу, инфекция бобовых растений бактериями рода *Rhizobium*. Отдельные культуры *Rhizobium* характеризуются избирательностью (специфичностью) по отношению к растению-хозяину. При наличии в почвенной среде вида *Rhizobium japonicum*, инфицирующего сою, на корнях растений формируются клубеньки, обладающие способностью усваивать атмосферный азот. Наблюдения за формированием симбиотического аппарата сои показали, что клубеньки формировались на корнях растений. Это свидетельствует о том, что в почве опытного участка присутствовали бактерии данного вида.

По внешнему виду клубеньков можно судить о ценности бактерий, заключенных в них. Обилие клубеньков на корнях, их размеры и розовый цвет —

**Динамика формирования симбиотического аппарата
в различные фазы развития растений сои (в среднем за 2007–2008 гг.)**

Таблица 1

Сорт	Количество клубеньков, шт./растение			Масса клубеньков, мг/растение		
	Бутони- зация	Цветение	Плодо- образование	Бутонизация	Цветение	Плодо- образование
СибНИИК 315, стандарт	8,4	17,5	23,6	251,5	754,0	1160,2
Омская 4	8,3	15,0	20,9	249,0	655,0	1089,4
Алтом	9,4	19,0	26,2	282,0	950,5	1438,3
Дина	8,8	18,3	22,1	264,0	827,0	1055,8
Эльдорадо	7,8	16,1	20,3	235,5	644,0	999,4
СибНИИСХоз 6	7,9	12,2	17,6	235,5	508,5	843,0
Среднее по сортам	8,4	16,4	21,8	253,0	723,2	1097,7
НСР ₀₅	0,4	0,7	1,5	22,7	65	98,7

эти показатели говорят о высокой активности клубеньковых бактерий. С использованием этих показателей нами была проведена оценка внешнего вида клубеньков. Окраска клубеньков у сои менялась в течение периода вегетации растений. В фазы цветения и плодообразования преобладали клубеньки розового цвета, в фазу созревания они приобретали зеленую окраску. Размеры клубеньков также изменяются по фазам развития растений. В фазу бутонизации они в основном мелкие диаметром 1–2 мм, в фазы цветения и плодообразования преобладают клубеньки шаровидной формы размером 5–7 мм.

По данным канадских ученых D. Nash, H. Schulman (1976), начало образования клубеньков у сои отмечается через 12 дней после посева (в период развертывания первого тройчатого листа). Затем число и масса клубеньков быстро увеличиваются (к цветению), а последующие 5–6 недель эти параметры меняются незначительно. После 10 недель активного симбиоза, вследствие старения растений и клубеньков, их число и масса снижаются [6].

Исследования ученых Алтайского НИИ сельского хозяйства П. Р. Шотт и др. (2007) показали, что у зернобобовых культур формирование симбиотического аппарата начинается на 10–15 день после появления всходов. До фазы цветения идет постепенное нарастание числа и массы клубеньков, затем происходит их отмирание [7].

При изучении процесса формирования симбиотического аппарата установлена значительная его вариабельность в течение вегетационного периода. Сезонную динамику азотфиксации большинство исследователей связывают с неравномерным обеспечением диазотрофов энергетическим материалом: продуктами фотосинтеза.

При изучении динамики показателей клубенькообразования у растений сои нами были выявлены сортовые различия (табл. 1). Показано, что в среднем за 2007–2008 гг. сорта Алтом, Дина и СибНИИК 315 формировали наибольший симбиотический аппарат, его масса в 1,2–1,7 раза превышала таковую у других исследуемых сортов. Следует отметить, что минимальными значениями количества (12,5 шт./растение) и массы (529,0 мг/растение) клубеньков характеризовался сорт СибНИИСХоз 6.

Уровень клубенькообразования у сои варьировал как по сортам, так и по фазам развития. В отличие от гороха, у которого максимум клубенькообразования отмечается, как правило, в фазу цветения и происходит снижение его к фазе плодообразования [8],

у сои постепенное нарастание симбиотического аппарата отмечается, начиная с фазы бутонизации, вплоть до фазы плодообразования, когда значения изучаемых показателей достигают максимума.

В среднем по сортам в фазу плодообразования сформировалось в 2,6 раза больше клубеньков в сравнении с фазой бутонизации, масса клубеньков в период бутонизация — плодообразование увеличилась в 4,3 раза.

Уровень клубенькообразования в целом за вегетационный период в среднем за годы исследований по сортам составил 15,5 шт. корневых клубеньков с массой 691,3 мг.

Гидротермические условия 2007 г., в отличие от 2008 г., были наиболее благоприятными для формирования и развития симбиотического аппарата изучаемых генотипов сои. Отличительной особенностью симбиоза сои является более длительный период старения клубеньков, что связано с особенностями роста этой культуры. Установлено, что в период образования бобов на посевах сои в условиях достаточного увлажнения протекает процесс активного симбиоза, т.е. отмечается максимум активного клубенькообразования. В условиях достаточного увлажнения 2007 г., на корнях растений формировалось в 1,4 раза больше клубеньков по сравнению с 2008 г. Отмечается также увеличение и массы клубеньков на 273,8 мг, масса одного клубенька составила 45,8 мг.

Активный симбиоз в период образования бобов на посевах сои в условиях достаточного увлажнения отмечен и рядом других исследователей [9, 10].

Учёт количества и массы азотфиксирующих клубеньков необходим при характеристике симбиотического аппарата зернобобовых культур. Активный симбиотический потенциал (АСП) — учитывает массу активных клубеньков и продолжительность их функционирования. Активный симбиотический потенциал за вегетацию определялся по сумме показателей АСП за отдельные межфазные периоды. АСП показывает влияние отдельных факторов среды на активность симбиоза, поскольку они оказывают большее влияние на массу клубеньков с леггемоглобином, чем на общую массу клубеньков.

У сои активный симбиотический потенциал в средние по влагообеспеченности годы может составлять 12 250 кг/сут./га, при остром дефиците влаги — 521 кг/сут./га [11].

В нашем опыте наиболее высокий АСП среди изучаемых сортов сои сформировался в 2007 г. (табл. 2). В среднем за годы изучения данный пока-

Таблица 2

Активный симбиотический потенциал сои, кг⁺сут./га

Сорт	Год	Фаза бутонизации	Фаза цветения	Фаза плодообразования	За вегетацию
СибНИИК 315, стандарт	2007	1160,0	3786,0	7386,0	12332,0
	2008	852,0	2247,0	4099,2	7198,2
	Среднее	1006,0	3016,5	5742,6	9765,1
Омская 4	2007	1204,0	3153,0	6424,5	10781,5
	2008	792,0	2274,0	4041,6	7107,6
	Среднее	998,0	2713,5	5233,1	8944,6
Алтом	2007	1236,0	4500,0	8853,0	14589,0
	2008	1020,0	2895,0	5479,5	9394,5
	Среднее	1128,0	3697,5	7166,3	11991,8
Дина	2007	852,0	3231,0	6267,0	10350,0
	2008	1260,0	3315,0	5029,5	9604,5
	Среднее	1056,0	3273,0	5648,3	9977,3
Эльдорадо	2007	1008,5	3096,0	6090,0	10194,5
	2008	876,0	2181,0	3770,4	6827,4
	Среднее	942,3	1847,0	4930,2	8511,0
СибНИИСХоз 6	2007	1056,0	2547,0	4815,0	8418,0
	2008	828,0	1917,0	3294,0	6039,0
	Среднее	942,0	2232,0	4054,5	7228,5

Таблица 3

Доля влияния факторов на процесс клубенькообразования сои, %

Фактор	Количество клубеньков	Масса клубеньков
Условия года (А)	60,2 ^{**}	70,0 ^{**}
Сорт (В)	29,6 [*]	25,1 [*]
Сочетание факторов (АВ)	10,2 [*]	4,9 [*]

* — достоверно при P≤0,05

** — достоверно при P≤0,01

затель составил 9403,1 кг⁺сут./га. Наименьшие значения АСП отмечены на ранних этапах органогенеза, к фазе плодообразования показано увеличение АСП, т.к. азотфиксирующие клубеньки у данной культуры активно функционируют в этот период.

Максимальные значения АСП в целом за вегетационный период отмечались у сортов Алтом (11991,8 кг⁺сут./га), Дина (9977,3 кг⁺сут./га) и СибНИИК 315 (9765,1 кг⁺сут./га), что выше в 1,4–1,6 раза, чем у сортов с меньшими значениями этого показателя.

Величина АСП у сортов сои варьировала в зависимости от гидротермических условий в годы исследований. Следует отметить, что в наиболее благоприятных условиях вегетационного периода 2007 г. при активном формировании клубеньков увеличивалось и значение АСП.

Данные двухфакторного дисперсионного анализа показывают, что на формирование симбиотического аппарата условия выращивания, генотип сорта и их взаимодействие оказывают неравнозначное влияние (табл. 3). Определяющими в процессе формирования количества и массы клубеньков были условия выращивания (60,2; 70,0 %). Доля влияния генотипа на изменчивость изучаемых признаков составила 25,1; 29,6 %. Взаимодействие факторов (АВ) на формирование симбиотического аппарата было достоверным, но незначительным (4,9; 10,2 %).

Химические элементы, поглощаемые растениями из почвы в разных количествах, играют определенную биохимическую и физиологическую роль и ответственны за синтез тех или иных веществ в растительном организме.

Содержание азота в надземной биомассе растений (стебли, листья) зернобобовых культур связано с развитием симбиотического аппарата, что подтверждается исследованиями Г. С. Посыпанова с соавторами [12].

В среднем за годы исследований содержание азота у сои было наибольшим в фазу цветения (табл. 4). В фазу плодообразования из-за отмирания мелких корней и сбрасывания листьев у сои снижалась и эффективность фотосинтеза, закономерно уменьшалось и количество азота в растениях.

Наибольшее накопление азота в зеленой массе растений отмечалось в 2007 г. Слабое развитие симбиотического аппарата сои в 2008 г. привело к снижению накопления азота в 1,38 раза в фазу цветения, в 1,04 раза — в фазу плодообразования.

Максимальным содержанием азота в листьях и стеблях в фазу цветения в среднем за годы изучения характеризовались сорта Алтом (2,31 %), Эльдорадо (2,24 %), СибНИИК 315 (2,19 %). В фазу плодообразования продолжал лидировать сорт Алтом, выделялись, кроме того, сорта Дина и Омская 4.

Таблица 4
Содержание азота в зеленой массе растений сои, %

Сорт	Год	Фаза цветения	Фаза плодообразования
СибНИИК 315, стандарт	2007	2,70	0,68
	2008	1,68	1,01
	Среднее	2,19	0,84
Омская 4	2007	1,77	0,98
	2008	1,40	0,95
	Среднее	1,58	0,96
Алтом	2007	2,74	1,97
	2008	1,87	1,26
	Среднее	2,31	1,62
Дина	2007	1,73	1,14
	2008	1,48	1,10
	Среднее	1,61	1,12
Эльдорадо	2007	2,71	0,69
	2008	1,78	0,78
	Среднее	2,24	0,74
СибНИИСХоз 6	2007	1,52	0,66
	2008	1,40	0,79
	Среднее	1,46	0,72
Среднее по сортам	2007	2,20	1,02
	2008	1,60	0,98
	Среднее	1,90	1,00
НСР ₀₅		0,17	0,21

Таблица 5
Коэффициенты корреляции между содержанием азота в зеленой массе и количеством клубеньков, их массой у сои (в среднем за 2007–2008 гг.)

Сопоставляемые признаки	Коэффициент корреляции	
	Фаза цветения	Фаза плодообразования
Содержание азота — количество клубеньков	+ 0,59*	+ 0,76**
Содержание азота — масса клубеньков	+ 0,56*	+ 0,86**

* — достоверно при $P \leq 0,05$

** — достоверно при $P \leq 0,01$

Содержание азота в зеленой массе сои прямо коррелировало с количеством клубеньков и их массой (табл. 5). В фазу цветения корреляционная связь между данными признаками была средней силы, в фазу плодообразования — сильной.

Положительные коэффициенты корреляции между изучаемыми признаками показывают, что процессы образования клубеньков и азотное питание растений взаимообусловлены.

Заключение. Проведенные исследования позволили установить, что развитие симбиотического аппарата сои определяется, прежде всего, агроэкологическими условиями, достаточно велик вклад генотипа сортов и незначителен, но достоверен вклад взаимодействия этих факторов. В более увлажненных условиях 2007 г. формировался наиболее мощный симбиотический аппарат. Клубенькообразование у сои начинается в фазу бутонизации и достигает максимума в фазу плодообразования. Выделен сорт сои Алтом, уникальный по величине и эффективности симбиотического аппарата, способный к максимальному накоплению азота в зеленой массе

растений. Выявлено, что процессы клубенькообразования и накопления азота в зеленой массе взаимообусловлены.

Библиографический список

1. Умаров, М. М. Современное состояние и перспективы исследований микробной азотфиксации / М. М. Умаров // Перспективы развития почвенной биологии. — М., 2001. — С. 47–56.
2. Серегин, В. В. Использование растениями и баланс меченого азота растительной массы бобовых культур / В. В. Серегин // Бюллетень ВИУА. — 2001. — № 114. — С. 155–156.
3. Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции / Под ред. И. А. Тихоновича, Н. А. Проворова. — СПб.: Наука, 1998. — 208 с.
4. Озякова, Е. Н. Урожайность и особенности формирования симбиотического аппарата у сортообразцов зернобобовых культур в южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Е. Н. Озякова. — Тюмень, 2009. — 19 с.

5. Посыпанов, Г. С. Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях / Г. С. Посыпанов // Известия ТСХА. — 1983. — № 5. — С. 17–26.

6. Nash D. Leghemoglobins and nitrogenase activity during soybean root nodule development / D. Nash, H. Schulman // Canad. J. Bot. — 1976. — Vol. 54, № 24. — P. 2790–2797.

7. Шотт, П. Р. Фиксация атмосферного азота в однолетних агроценозах / П. Р. Шотт. — Барнаул : Азбука, 2007. — 170 с.

8. Сравнительное изучение сортов гороха посевного на способность к азотфиксации в условиях Сибирского Прииртышья / Е. Н. Озякова, Н. А. Поползухина [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. — 2008. — № 2. — С. 59–64.

9. Посыпанов, Г. С. Влияние предпосевной обработки фунгицидами и инокуляция семян на показатели симбиотической деятельности посевов сои / Г. С. Посыпанов, Л. А. Буханова, В. Ф. Федоров // Известия ТСХА. — 1987. — Вып. 1. — С. 48–53.

10. Каманина, Л. А. Симбиотические и продукционные процессы в посевах сои на различных агрофонах в условиях Приамурья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Л. А. Каманина. — Благовещенск, 2005. — 22 с.

11. Кобозева, Т. П. Научно-практические основы интродукции и эффективного возделывания сои в Нечерноземной зоне Российской Федерации : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Т. П. Кобозева. — Орел, 2007. — 20 с.

12. Посыпанов, Г. С. Обоснование параметров оптимальной обеспеченности гороха и сои водой, фосфором, молибденом для активной симбиотической азотфиксации / Г. С. Посыпанов, М. В. Кашукаев, Б. Х. Жерухов // Известия ТСХА. — 1994. — Вып. 2. — С. 33–42.

ОЗЯКОВА Екатерина Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии, природопользования и биологии.

Адрес для переписки: Ozyakova.e@mail.ru

ПОПОЛЗУХИНА Нина Алексеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия), профессор кафедры экологии, природопользования и биологии.

Адрес для переписки: Popolzuxinana@mail.ru

Статья поступила в редакцию 21.03.2014 г.

© Е. Н. Озякова, Н. А. Поползухина

УДК 574.3:591.6

**С. Б. ЧАЧИНА
Е. В. ГОЛОВАНОВА**

Омский государственный
технический университет

Омский государственный
педагогический университет

ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КОМПОСТНЫХ ЧЕРВЕЙ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЬЮ

В лабораторном эксперименте изучались характеристики *Eisenia fetida*, *E. andrei* и *Dendrobaena veneta* при двух уровнях загрязнения почв (20 г/кг и 40 г/кг) нефтью. Все виды показали хорошую выживаемость и продуктивность, и могут быть рекомендованы для рекультивации нефтезагрязненных почв.

Ключевые слова: дождевые черви, загрязнение почв нефтью, вермикультивирование.

Работа выполнена в рамках госзадания по проекту: «Факториальная экология дождевых червей в условиях естественных и антропогенно измененных ландшафтов Урала и Западной Сибири».

По данным Госдоклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Омской области в 2013 году», в Омской области в течение трёх лет отмечается значительное увеличение удельного веса проб почв, не соответствующих по санитарно-химическим показателям [1]. Нефтепродукты относятся к перечню веществ, которые учитываются при оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ. Среди обитателей загрязнённой почвы, популяционные показатели дождевых червей определяют возможность восстановления свойств почв [2, 3]. Деятельность люмбрицид приводит к уменьшению концентрации нефти в почве [4]. Предлагается использовать дождевых червей (в большинстве работ навозного

червя) для индикации степени загрязнения почв [5]. Ш. Уанг с соавт. [6] в качестве наиболее чувствительных показателей называют продукцию ювенильных особей, затем количество откладываемых коконов; в качестве наименее чувствительных — смертность и рост взрослых особей. М. Витфилд Аслунд с соавт. [7] отмечает отсутствие острой токсичности нефтезагрязнённых почв для червей (90 % выживаемости), но нарушений у них репродукции. При этом остаётся открытым вопрос о видоспецифичности популяционных характеристик дождевых червей в условиях загрязнения нефтью.

Цель работы: изучение толерантности различных видов компостных червей к внесению нефти в лабораторных условиях.

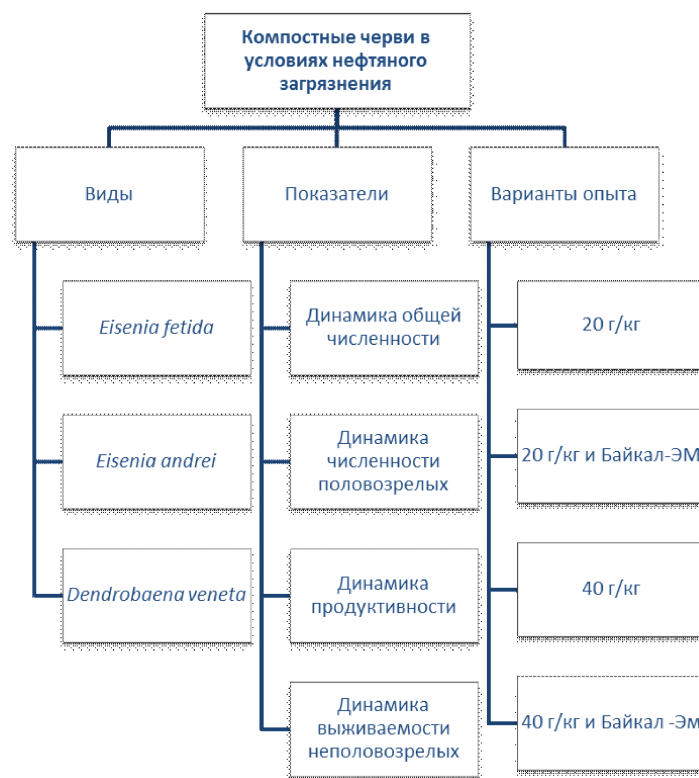


Рис. 1. Схема эксперимента

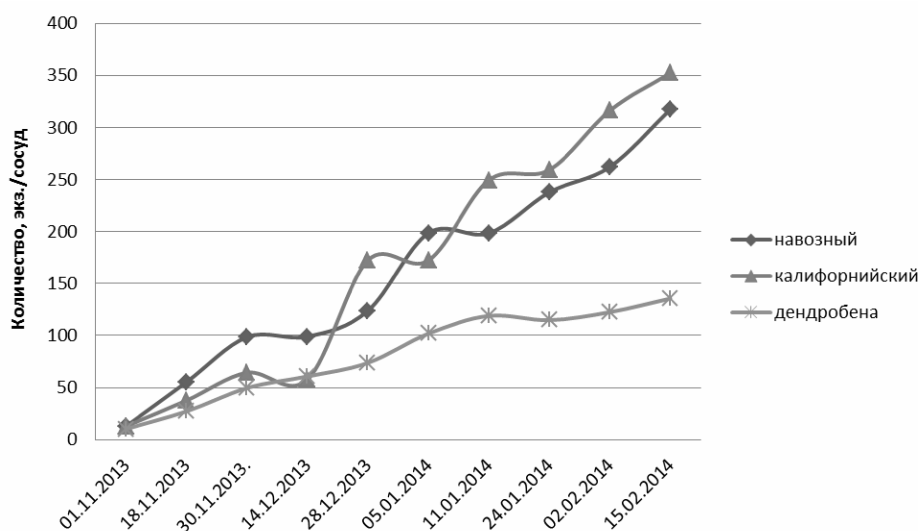


Рис. 2. Динамика общей численности червей при внесении нефти 20 г/кг

Научная новизна работы. Впервые выявлены видовые особенности комплекса показателей компостных червей в условиях нефтяного загрязнения.

Материал и методы исследований. Материалом для настоящей работы послужили лабораторные исследования в течение 4-х месяцев: с ноября 2013 по февраль 2014 г. включительно. Для выращивания червей использовались полипропиленовые сосуды объемом 2 л. На дно сосуда укладывался дренаж слоем 1 см. Затем использовался почвогрунт, слоем 15 см. Виды дождевых червей, варианты опыта и изучаемые показатели представлены в рис. 1. Снятие данных производилось раз в 14 дней. Отдельно фиксировались коконы, ювенильные особи, только что вышедшие из коконов (ювенильные маленькие), крупные неполовозрелые (ювенильные большие), половозрелые особи. Видовая принадлеж-

ность устанавливалась по определителю Т. С. Всеволодовой-Перель [8].

Полученный массив данных обрабатывался средствами описательной статистики и непараметрическим многофакторным анализом [9].

Результаты исследований. *Общая численность.* По показателям общей численности наилучшие результаты отмечались в вариантах с навозными и калифорнийскими червями ($p < 0,05$) (рис. 2, 3). В вариантах с дендробеной венетой были зафиксированы меньшие показатели ($p < 0,001$), но отмечен достаточно стабильный рост общей численности. За 3,5 месяца исследований численность популяций возросла в 11,6–38,0 раз при внесении в субстрат 20 г/кг нефти и в 7,3–26,7 — при внесении 40 г/кг почвы.

Численность половозрелых. На протяжении эксперимента рост численности половозрелых отме-

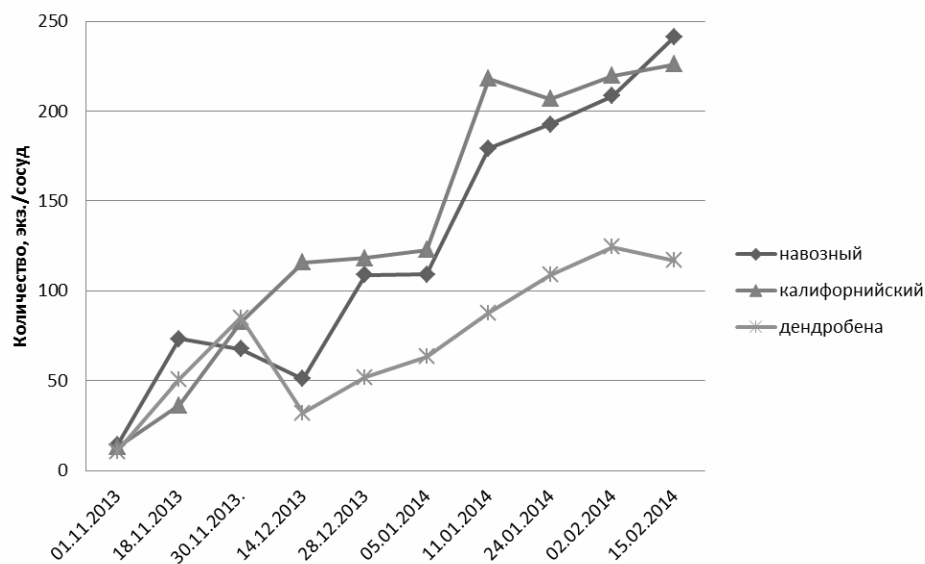


Рис. 3. Динамика общей численности червей при внесении нефти 40 г/кг

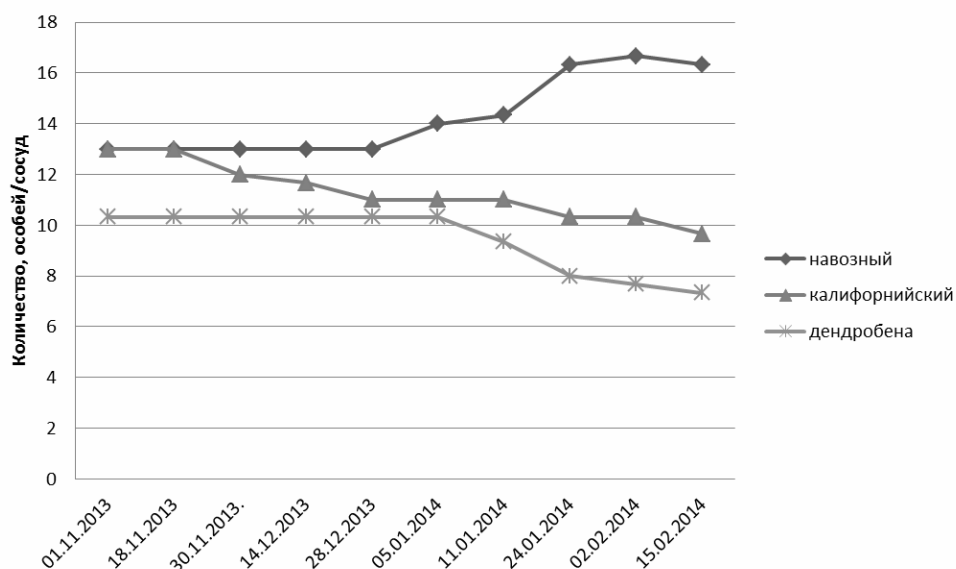


Рис. 4. Динамика численности половозрелых при внесении нефти 20 г/кг

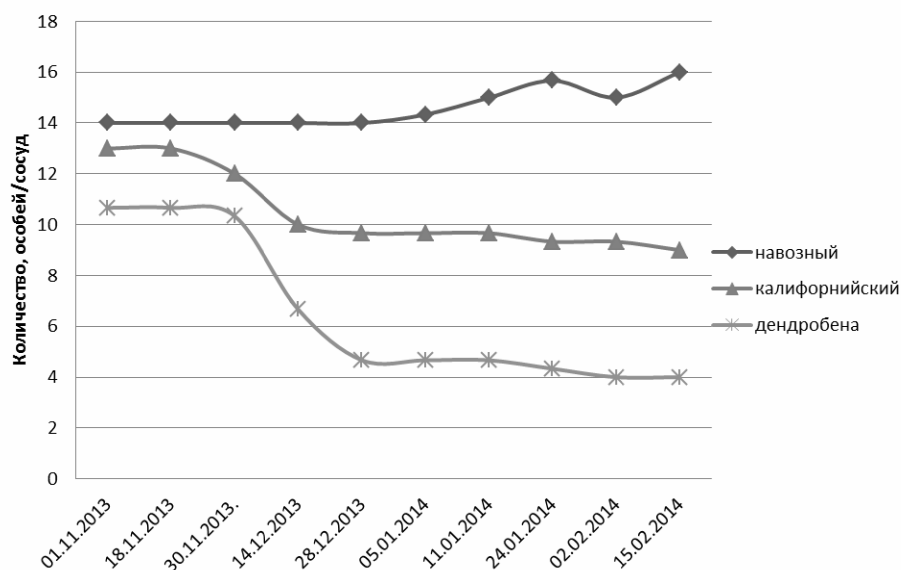


Рис. 5. Динамика численности половозрелых при внесении нефти 40 г/кг

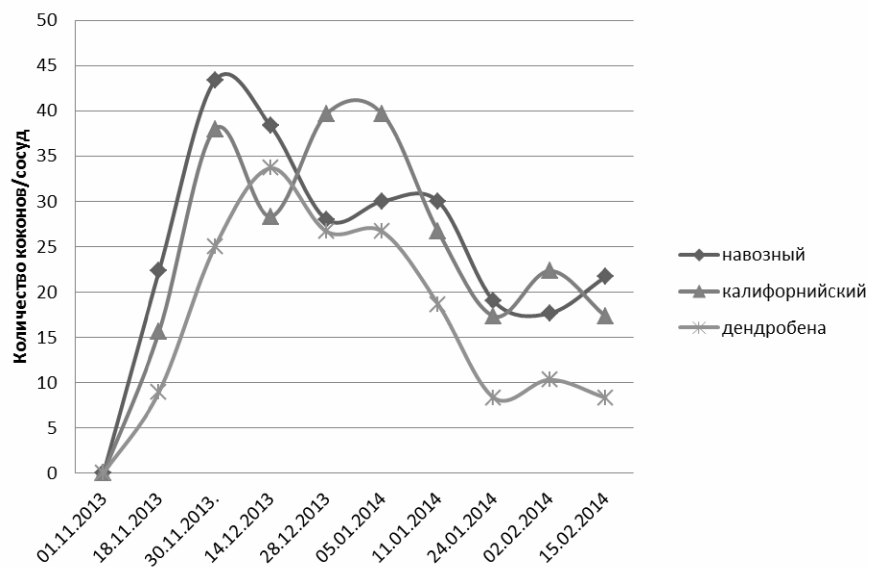


Рис. 6. Динамика общей продуктивности при внесении нефти 20 г/кг

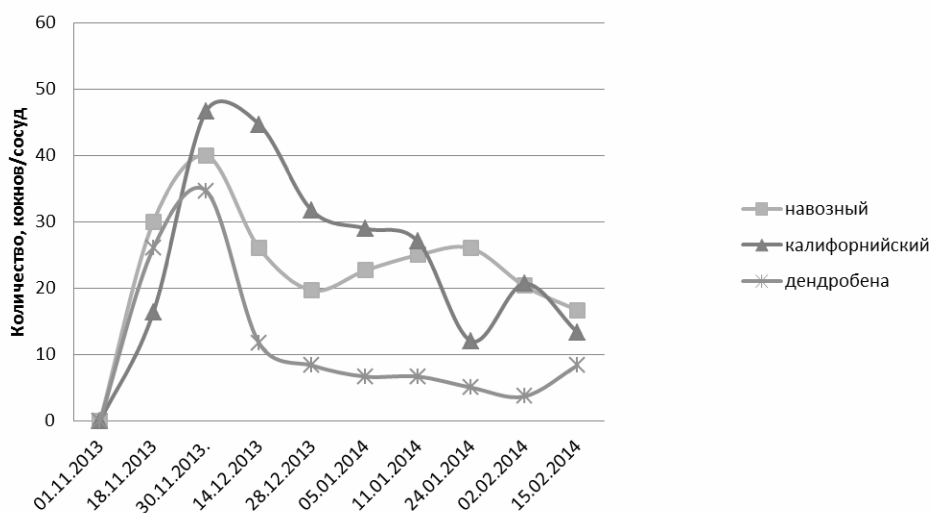


Рис. 7. Динамика общей продуктивности при внесении нефти 40 г/кг

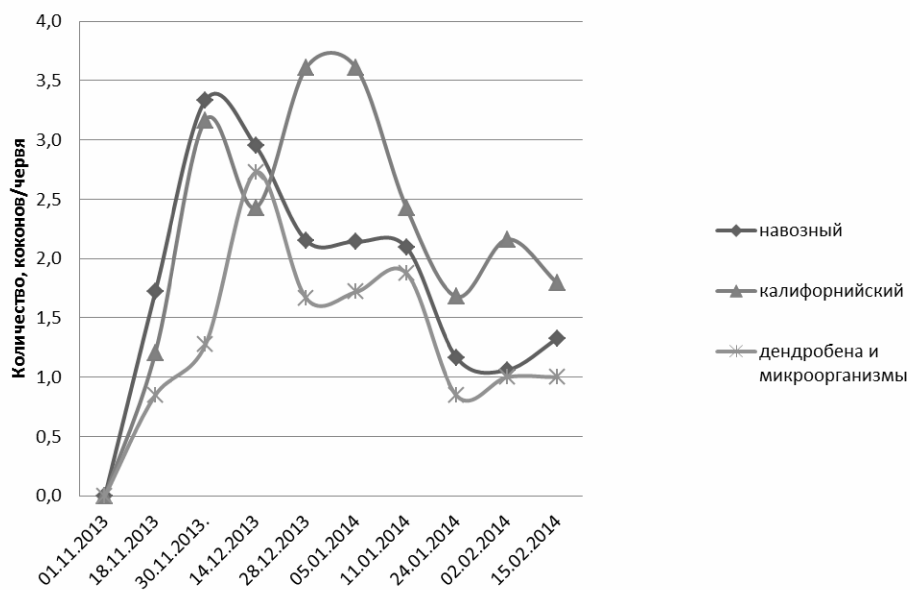


Рис. 8. Динамика индивидуальной продуктивности при 20 г/кг нефти

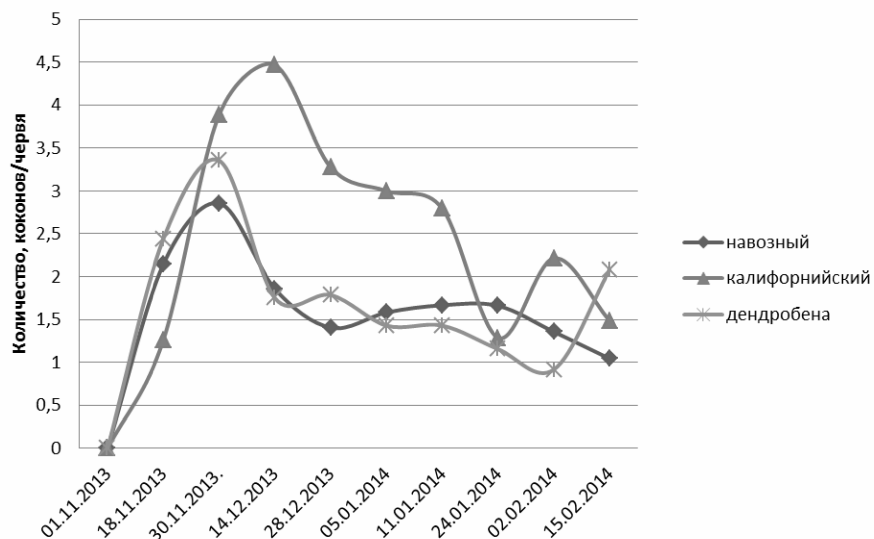


Рис. 9. Динамика индивидуальной продуктивности при 40 г/кг нефти

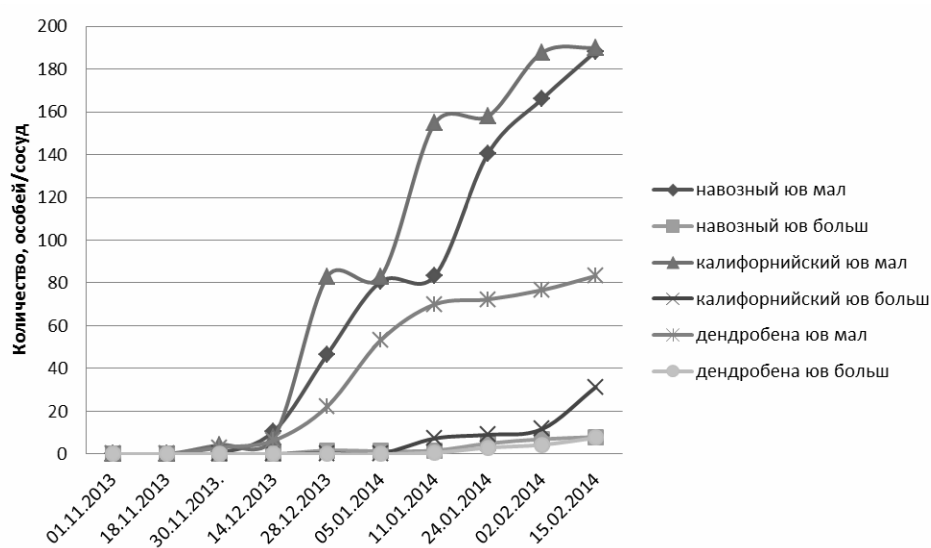


Рис. 10. Динамика не половозрелых особей при внесении нефти 20 г/кг

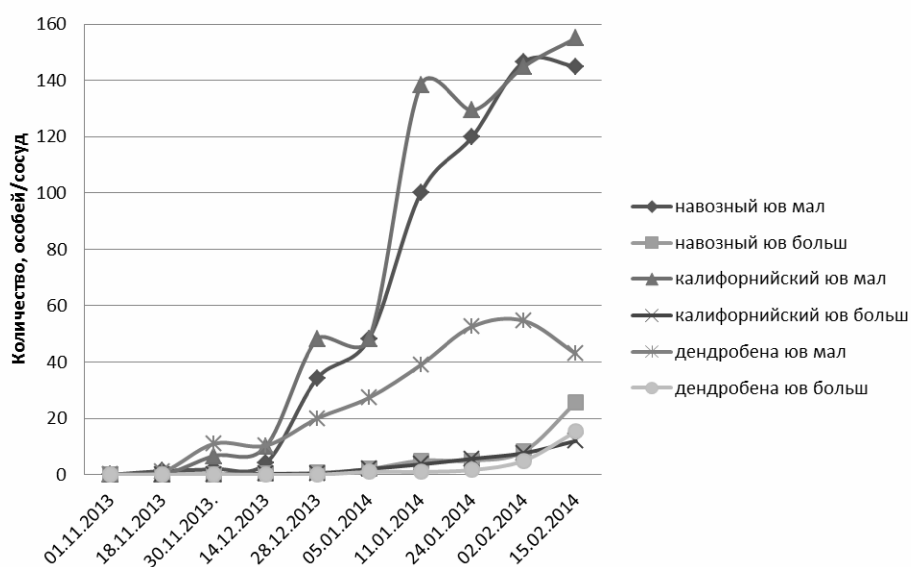


Рис. 11. Динамика не половозрелых особей при внесении нефти 40 г/кг

чался только в вариантах с навозным червем и составил при внесении 20 г/кг — 125,6 % (рис. 4), при 40 г/кг — 114,3 % (рис. 5) от исходных величин. Увеличение численности отмечалось на 65-й день эксперимента. Таким образом, цикл развития навозного червя (от кокона до формирования пояса) в условиях вермикультивирования на загрязнённом субстрате составил около 2-х месяцев. В вариантах с калифорнийским червём и дендробеной венета зафиксировано снижение численности половозрелых особей до 37,5–74,3 % от исходного к 107-му дню эксперимента.

Общая продуктивность. Количество коконов на сосуд было значительным во всех вариантах опыта. Пик продуктивности был зафиксирован для эйзении по окончании первого месяца исследований, для дендробены — на 30–45-й день эксперимента.

При внесении нефти 20 г/кг наилучшие показатели продуктивности отмечались у навозных червей. На втором — калифорнийский червь. Вид показал высокий, но неустойчивый уровень откладки коконов. Дендробена венета отличалась более низкой продуктивностью 8–34 кокона/сосуд (рис. 6).

В варианте с большим содержанием нефти в почве лидирующие позиции по общей продуктивности занимает калифорнийский червь, на втором месте — навозный (рис. 7). Продуктивность дендробены уступает представителям рода Эйзения как и в предыдущем опыте.

Индивидуальная продуктивность. Индивидуальная продуктивность (количество коконов, приходящееся на одного половозрелого червя) составила при содержании нефти 20 г/кг почвы для калифорнийского — 2,5/1,3–4,9 кокона/червя, для навозного — 2,0/1,1–3,3 кокона/червя, для дендробены — 1,9/0,9–3,3 кокона/червя. Таким образом, на одного червя приходилось от одного до трех коконов. Максимальные значения отмечались на 30-й день исследований, минимальные — на 85-й день (рис. 8).

При внесении нефти 40 г/кг почвы продуктивность навозного снижается до 1,7/1,0–2,9 кокона/червя, калифорнийского увеличивается до 2,6/1,3–4,5, дендробены уменьшается до 1,8/0,9–3,4 (рис. 9).

Численность неполовозрелых. Из коконов у всех видов выходило по одной–три особи. Ювенильные черви появлялись начиная с четвертой недели исследования (рис. 10, 11). Численность их в большинстве вариантов росла, но выживаемость была невысокой, поэтому доля крупных неполовозрелых составляла не более 10% от числа маленьких ювенильных (принималось число за 30 дней до точки снятия данных). Наилучшие показатели наблюдались в вариантах с калифорнийскими и навозными червями.

Таким образом, исследуемые виды люмбрицид показали хорошую выживаемость и продуктивность на загрязнённых нефтью почвенных субстратах. По сумме показателей навозные и калифорнийские черви оказались одинаково эффективны. Навозный червь лидирует по увеличению числа половозрелых особей, калифорнийский — по уровню индивидуальной продуктивности. Дендробена венета уступает по всем параметрам. Меньшая эффективность дендробены по сравнению с другими видами подтверждается исследованиями вида в условиях вермикультивирования [10].

На основании полученных данных все изученные виды дождевых червей можно рекомендовать для рекультивации почв, загрязнённых нефтью.

Библиографический список

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Омской области в 2013 году : государственный доклад. — Омск : Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Омской области, 2014. — 194 с.
2. Edwards, C. A. The use of Earthworms in environmental management / C. A. Edwards, J. E. Bate // Soil Biol. Biochem. — 1992. — Vol. 24, — № 12. — P. 1683–1689.
3. Shin, K. Ecotoxicity monitoring of hydrocarbon-contaminated soil using Earthworm (*Eisenia foetida*) / K. Shin, K. Kim // Environmental Monitoring and Assessment 70: 93–103, 2001.
4. Чачина, С. Б. Разложение нефти в почве при помощи дождевых червей (*Eisenia fetida* (Savigny, 1926)) и бактериального препарата «Байкал-М» / С. Б. Чачина, Е. В. Голованова // Омский научный вестник. Сер. Ресурсы Земли. Человеч. — 2013. — № 2 (124) — С. 114–118.
5. Muylima, N. Y. O. Moisture requirements of *Dendrobaena veneta* (Oligochaeta), a candidate for vermicomposting / N. Y. O. Muylima, A. J. Reinecke, S. A. Viljoen-Reinecke // Soil Biol. Biochem. — 1994. — Vol. 26. — № 8 — P. 913–916.
6. Wang, Sh. Ecotoxicity assessment of aged petroleum sludge using a suite of effects — based end points in earthworm *Eisenia fetida* / Sh. Wang, Z. Yan, G. Guo, G. Lu, Q. Wang, F. Li // Environmental Monitoring and Assessment. — 2010. — № 169. — P. 417–428.
7. Whitfield Aslund, M. Comparison of earthworm responses to petroleum hydrocarbon exposure in aged yield contaminated soil using traditional ecotoxicity endpoints and ¹H NMR-based metabolomics / M. Whitfield Aslund, G. L. Stephenson, A. J. Simpson, M. J. Simpson // Environmental Pollution. — 2013. — № 182. — P. 263–268.
8. Всеволодова-Перель, Т. С. Дождевые черви фауны России: Кадастр и определитель / Т. С. Всеволодова-Перель. — М. : Наука, 1997. — 102 с.
9. Зайцев, Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. — М. : Наука. — 424 с.
10. Tajbakhsh, J. Vermicompost as a Biological Soil Amendment / J. Tajbakhsh, E. M. Goltapeh, A. Varma // Biology of Earthworms, Soil Biology 24. — Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2011. — P. 215–228.

ЧАЧИНА Светлана Борисовна, кандидат биологических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Химическая технология и биотехнология» Омского государственного технического университета, старший преподаватель кафедры биологии Омской государственной медицинской академии.

ГОЛОВАНОВА Елена Васильевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела организации и планирования научно-исследовательских работ, доцент кафедры биологии Омского государственного педагогического университета, начальник камеральной группы отдела экологических изысканий Проектного института реконструкции и строительства нефте- и газопроводов.

Адрес для переписки: ksb3@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 17.03.2014 г.

© С. Б. Чачина, Е. В. Голованова

ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПОСТНЫХ ЧЕРВЕЙ ПРИ ВНЕСЕНИИ БЕНЗИНА В ПОЧВЕННЫЙ СУБСТРАТ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

В статье рассмотрено изменение выживаемости и репродуктивного потенциала навозного червя (*Eisenia fetida*), калифорнийского червя (*E. andrei*) и дендробены венета (*Dendrobaena veneta*) в условиях загрязнения субстрата бензином. Установлено, что 0,1 %-ный и 0,2 %-ный уровень загрязнения почвы бензином не является смертельным для дождевых червей. Отмечается рост численности — от коконов до половозрелых.

Ключевые слова: дождевые черви, загрязнение почв нефтепродуктами.

Работа выполнена в рамках госзадания по проекту: «Факториальная экология дождевых червей в условиях естественных и антропоически измененных ландшафтов Урала и Западной Сибири».

В последнее десятилетие появился ряд работ, нацеленных на понимание механизмов, определяющих токсическое действие нефти как сложного конгломерата различных фракций углеводородов на педобионтов. Опыты Козлова [1] на сплошное загрязнение почвенного профиля бензином А-80 различной концентрации (2,5–20 г/кг почвы), показали, что смертность дождевых червей (*Lumbricus rubellus*) напрямую зависит от концентрации бензина и отмечается даже при минимальных значениях загрязнения. При концентрации бензина 10 и 20 г/кг смертность особей составила 9,8 экз. Гибель отмечалась автором в первые дни после внесения нефтепродуктов [1]. Исследования А. У. Исаевой с соавт. показали, что для навозных червей летальной является концентрация бензина 0,1 г/кг [2]. Исследованиями С. Б. Чачиной и Е. В. Головановой установлено, что 0,1 %-ный уровень загрязнением бензином не является смертельным для дождевых червей (*E. fetida*). Отмечается рост численности популяций, несмотря на еженедельное загрязнение, прохождение полного цикла развития — от кокона до половозрелых особей [3]. Противоречивость данных, а также отсутствие сведений о видоспецифичности популяционных показателей дождевых червей обусловили цель наших исследований.

Цель работы: изучение выживаемости и репродуктивного потенциала навозного червя (*E. fetida*), калифорнийского червя (*E. andrei*) и дендробены венета (*D. veneta*) в условиях загрязнения субстрата бензином.

Научная новизна работы. Впервые выявлены видоспецифичные особенности реакции дождевых червей на внесение бензина. Установлено полное созревание калифорнийского червя на загрязнённых почвах.

Практическое значение. В ходе исследования установлено, что вермикультуру дождевых червей (*E. fetida*, *E. andrei*, *D. veneta*) можно использовать для рекультивации почв, загрязнённых бензином.

Материал и методы исследования. Исследования проводились в период с ноября 2013 по март 2014 г. В каждый сосуд вносили по 10 половозрелых червей. Для всех видов опыт производился отдельно. В первый вариант вносили 20 г бензина на 1 кг почвы (10 мл/л). Во второй вариант вносили 40 г (20 мл/л). Процесс контролировали по следующим показателям: численность общая, численность половозрелых особей, численность неполовозрелых особей, продуктивность общая и индивидуальная (количество коконов на сосуд и на половозрелого червя), выход ювенильных особей из коконов, соотношение возрастных состояний.

Полученные результаты были обработаны средствами Excel с выполнением операций описательной статистики и использованием рангового метода Фридмана [4].

Результаты исследований. Изменение показателей при внесении бензина 20 г/кг почвы. Динамика общей численности. На протяжении исследований отмечалась положительная динамика численности видов (рис. 1). По сумме рангов наилучшие показатели отмечались у навозного червя, затем у дендробены и на третьем месте — у калифорнийского ($p < 0,001$). По окончании исследования численность навозных червей увеличилась в 14,4 раза и составила 143,7/115–190 особей на сосуд. Численность калифорнийского червя увеличилась в 6,3 раза и составила 63,0/42–97 особей на сосуд. Численность дендробены увеличилась в 9,5 раза и составила 94,7/70–104 особи на сосуд, 11 % населения навозных червей, 11,5 % населения калифорнийских червей

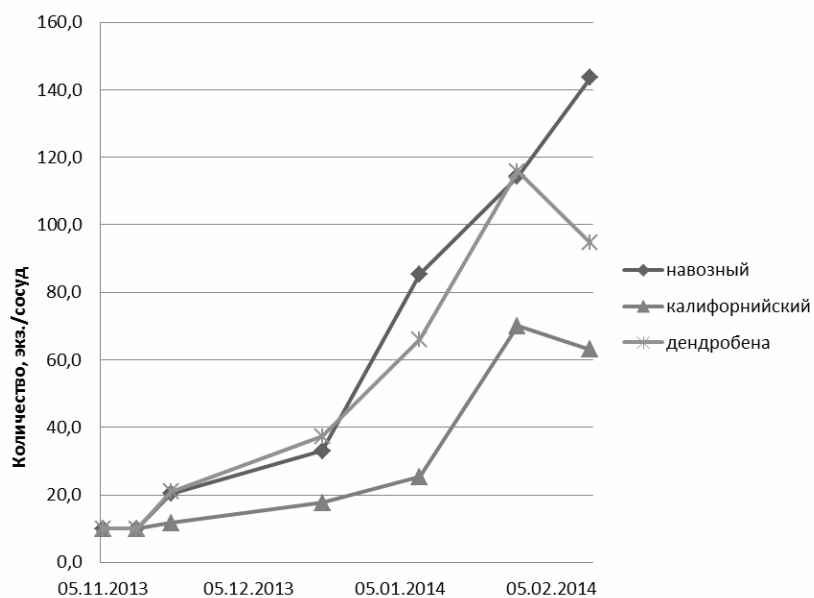


Рис. 1. Динамика общей численности при внесении бензина 20 г/кг

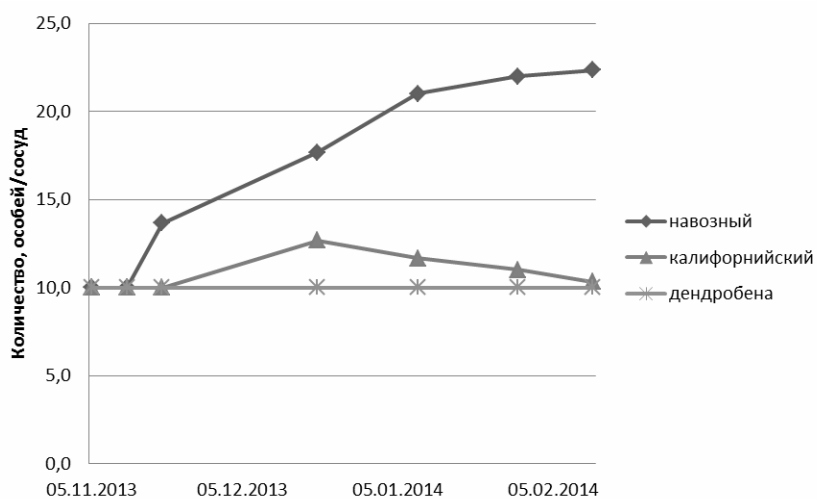


Рис. 2. Динамика численности половозрелых червей при внесении бензина 20 г/кг

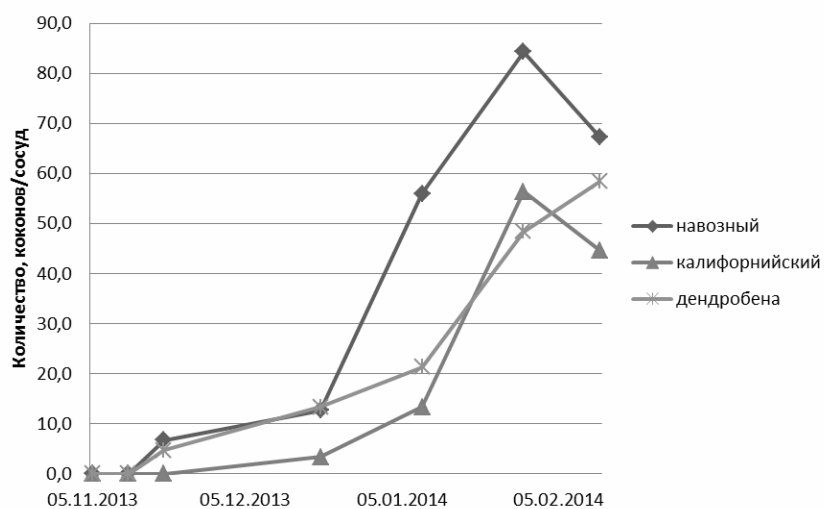


Рис. 3. Динамика числа коконов при внесении бензина 20 г/кг

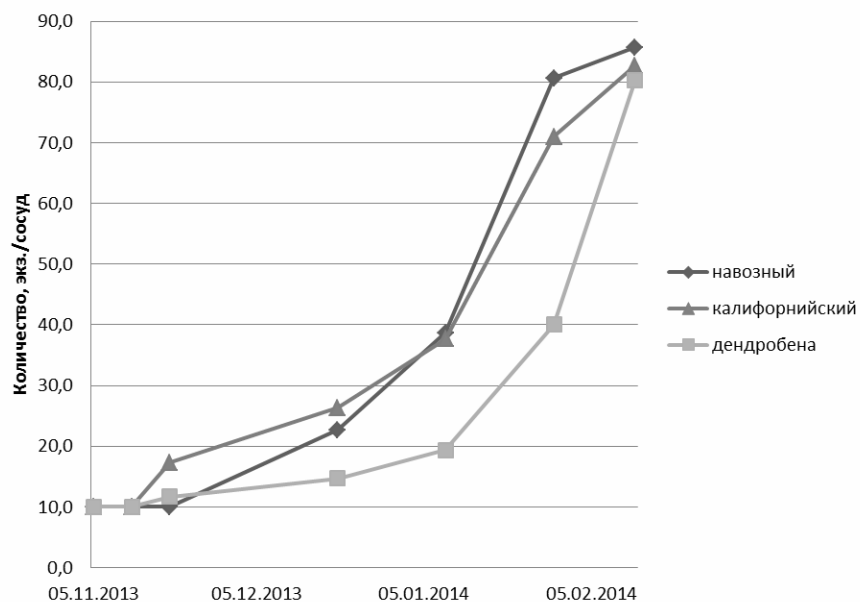


Рис. 4. Динамика общей численности червей при внесении бензина 40 г/кг

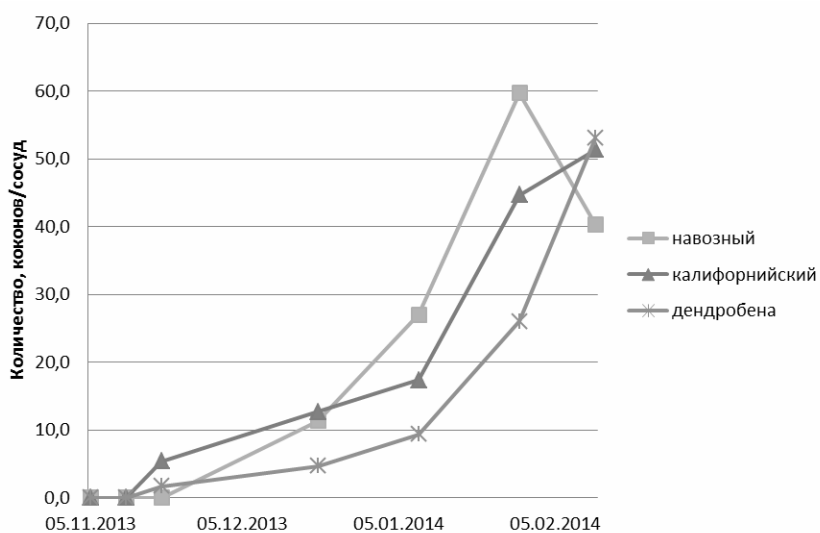


Рис. 5. Динамика числа коконов при внесении бензина 40 г/кг

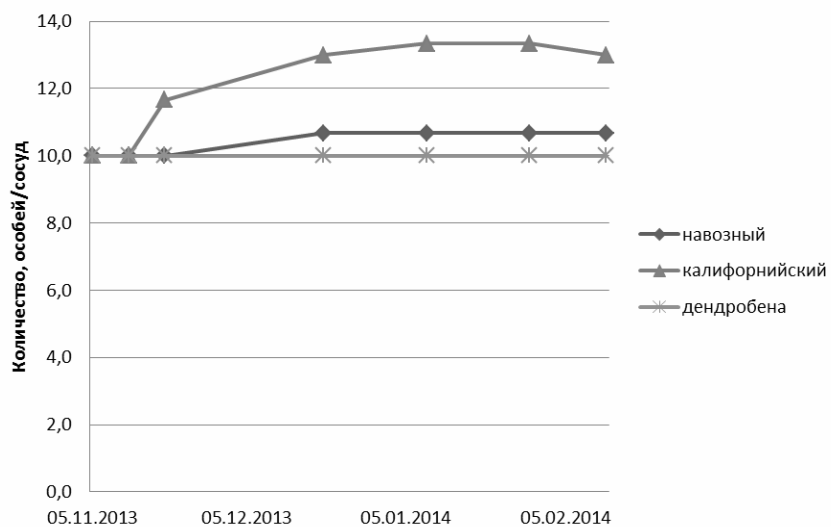


Рис. 6. Динамика численности половозрелых червей при внесении бензина 40 г/кг

и 7,8 % населения дендробены были представлены половозрелыми особями. Увеличение числа половозрелых у навозного и калифорнийского червей (рис. 2) свидетельствуют о полном прохождении жизненного цикла видами на загрязнённой бензином почве.

Динамика продуктивности. Во всех вариантах опыта отмечался прирост числа коконов (рис. 3). По сумме рангов на протяжении исследований наилучшие показатели фиксировались у навозного червя, затем — дендробены венеты и очень близки были к предыдущему виду данные калифорнийского червя ($p < 0,001$). Пик откладки у навозного и калифорнийского отмечался к 85-му дню эксперимента, у дендробены — на сотый день исследований. Средние значения общей продуктивности навозного червя составили 29,7/7–65 коконов на сосуд. Каждый половозрелый червь откладывал по 3,6/0,7–5,6 кокона. Общая продуктивность калифорнийского червя составила 29,4/3,3–56,3 кокона на сосуд, но откладка коконов началась на 14 дней позже. Каждый половозрелый червь откладывал по 2,7/0,3–5,1 кокона. Количество коконов на сосуд у дендробены составило в среднем 20,9/4,7–58,3, каждый поясковый червь откладывал по 2,1/0,5–5,8 кокона.

Динамика численности половозрелых червей. В ходе эксперимента отмечен значительный прирост численности половозрелых червей *E. fetida* (рис. 3). Численность их возросла в 2,2 раза. Численность поясковых червей *Eisenia andrei* и *Dendrobena veneta* к концу исследований не увеличилась.

Наибольшую устойчивость к внесению низких концентраций нефти по всем параметрам показал навозный червь *E. fetida* ($p < 0,05$).

Изменение показателей при внесении бензина 40 г/кг почвы. Динамика общей численности. На протяжении исследований во всех вариантах опыта отмечалась положительная динамика червей (рис. 4). По сумме рангов видоспецифичность динамики общей численности достоверна на третьем уровне значимости исследований. Численность всех видов увеличилась в 8–8,5 раза. Всего 10 % населения навозных червей, 9,5 % населения калифорнийских червей и 11,8 % населения дендробены были представлены половозрелыми особями.

Динамика численности коконов. Во всех вариантах опыта отмечен прирост числа коконов (рис. 5). Пики откладки коконов у видов не отличались от результатов исследований при внесении 20 г/кг бензина. Откладка у всех видов отмечена на 14-й день исследований. По сумме рангов наилучшей продуктивностью отличался калифорнийский червь, затем навозный и несколько уступал им вид дендробена венета ($p < 0,001$). Средние значения продуктивности навозного червя составили 34,6/11,3–59,7 коконов на сосуд, при этом на одного половозрелого червя приходилось 3,2/1,1–5,6 коконов. Общая продуктивность калифорнийского червя в среднем за период исследований составила 26,3/5,3–51,3 кокона на сосуд, индивидуальная — 2,0/0,5–3,9 кокона на половозрелого червя. Дендробена венета показала более низкие значения общей продуктивности — 18,9/1,7–53,0 кокона на сосуд и индивидуальной продуктивности — 1,9/0,5–5,3 кокона на половозрелого червя.

Динамика численности половозрелых червей. В ходе эксперимента отмечен значительный прирост численности половозрелых калифорнийских червей (рис. 6). Численность их возросла в 1,3 раза. Численность поясковых навозных червей выросла в 1,1. Число половозрелых дендробен оставалось неизменным. Разница между видами по данному показателю недостоверна.

По совокупности показателей наилучшие результаты при внесении бензина 40 г/кг почвы отмечались у калифорнийского червя. Навозный по большинству показателей приближался к калифорнийскому. Дендробена венета также может использоваться на загрязнённых бензином почвах.

Заключение. В ходе эксперимента отмечено, что 0,1 %-ный и 0,2 %-ный уровень загрязнения почвы бензином не является смертельным для дождевых червей *E. fetida*, *E. andrei* и *D. veneta*. Отмечается рост численности популяции — от коконов до половозрелых. Наибольшая устойчивость к низким концентрациям нефти 0,1 % отмечена у навозного червя, а к высокому уровню загрязнения 0,2 % — у калифорнийского червя.

Библиографический список

1. Козлов, К. С. Влияние загрязнения почвы нефтепродуктами на дождевых червей : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / К. С. Козлов. — Томск, 2003. — 13 с.
2. Исаева, А. У. Восстановление почвенного биоценоза, подвергнутого нефтяному загрязнению / А. У. Исаева, А. А. Ешибаев, Г. Д. Кенжалиева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2008. — Т. 4. — № 4. — С. 156–157.
3. Чачина, С. Б. Толерантность навозного червя *Eisenia fetida* (Savigny, 1926) к загрязнению почвенного субстрата бензином / С. Б. Чачина, Е. В. Голованова, С. В. Сыксин // Омский научный вестник. Сер. Ресурсы Земли. Человек. — 2013. — № 2 (124). — С. 118–122.
4. Зайцев, Г. Н. Математический анализ биологических данных / Г. Н. Зайцев. — М. : Наука, 1991. — 184 с.

ЧАЧИНА Светлана Борисовна, кандидат биологических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Химическая технология и биотехнология» Омского государственного технического университета (ОмГТУ), старший преподаватель кафедры биологии Омской государственной медицинской академии.

ЗВЕРЕВ Алексей Анатольевич, студент группы ХТБ-420 ОмГТУ.

ГОЛОВАНОВА Елена Васильевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела организации и планирования научно-исследовательских работ, доцент кафедры биологии Омского государственного педагогического университета, начальник камеральной группы отдела экологических изысканий Проектного института реконструкции и строительства нефте- и газопроводов.

Адрес для переписки: ksb3@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 17.03.2014 г.

© С. Б. Чачина, А. А. Зверев, Е. В. Голованова

ВЛИЯНИЕ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРВЕЙ: *EISENIA FETIDA*, *E. ANDREI* И *DENDROBENA VENETA*

В лабораторном эксперименте изучены показатели навозного червя (*E. fetida*), калифорнийского червя (*E. andrei*) и дендробены венета (*D. veneta*) в условиях загрязнения субстрата дизельным топливом (при 20 г/кг и 40 г/кг). Наилучшая выживаемость и продуктивность отмечены у калифорнийского червя, который может быть использован для рекультивации почв, загрязненных дизельным топливом.

Ключевые слова: дождевые черви, загрязнение почв нефтепродуктами.

Работа выполнена в рамках госзадания по проекту: «Факториальная экология дождевых червей в условиях естественных и антропогенно измененных ландшафтов Урала и Западной Сибири».

В исследованиях К. С. Козлова [1] на сплошное загрязнение почвенного профиля дизельным топливом различной концентрации (2,5–20 г/кг почвы) была установлена прямая зависимость смертности дождевых червей (*Lumbricus rubellus*) от концентрации поллютанта. Выявлен ряд токсичности поллютантов: нефть — дизельное топливо — бензин (токсичность увеличивается). С. Б. Чачиной и Е. В. Головановой [2–4] выявлено, что бензин в небольших концентрациях (0,1 %) не является веществом смертельным для навозных червей (*Eisenia fetida*). При внесении бензина увеличивается откладка коконов, выход ювенильных особей, возрастает численность люмбрицид. Противоречивые данные по этой проблеме требуют дальнейших исследований. Также остаётся открытым вопрос о видоспецифичном восприятии токсиканта. Необходимо определение вида, способного обитать в почвах, загрязнённых дизельным топливом в целях их рекультивации. Эта проблема особенно актуальна для г. Омска и Омской области, где уровень загрязнения нефтепродуктами уступает только уровню загрязнения тяжёлыми металлами.

Цель работы: изучение выживаемости и репродуктивного потенциала навозного червя (*E. fetida*), калифорнийского червя (*E. andrei*) и дендробены венета (*Dendrobena veneta*) в условиях загрязнения субстрата дизельным топливом.

Научная новизна работы. Впервые выявлены особенности видоспецифичной реакции компостных червей на внесение дизельного топлива. Установлена достоверная разница по динамике общей численности и выживаемости половозрелых особей.

Практическое значение. В ходе исследования установлено, что вермикультура дождевых червей (*E. andrei*) можно использовать для рекультивации почв, загрязнённых дизельным топливом.

Материал и методы исследования. Исследования проводились в период с ноября 2013 по январь 2014 г. Для каждого из трёх видов закладывались два варианта: 20 г дизельного топлива на 1 кг почвы (10 мл/л), во втором — по 40 г/кг дизельного топлива (20 мл/л). Каждый опыт выполнялся в трёхкратной повторности.

Процесс контролировали по следующим показателям: численность общая, численность половозрелых особей, численность неполовозрелых особей, продуктивность общая и индивидуальная (количество коконов на сосуд и на половозрелого червя), выход ювенильных особей из коконов, соотношение возрастных состояний и вертикальное распределение в субстрате.

Полученные результаты были обработаны средствами Excel с выполнением операций описательной статистики и использованием рангового метода Фридмана [5, 6].

Результаты исследований. Динамика показателей при внесении дизельного топлива 20 г/кг почвы.

Динамика общей численности. На протяжении исследований наилучшими показателями отличался вид *E. andrei*, на втором месте по сумме рангов располагался вид *D. veneta*, на третьем — *E. fetida* ($p < 0,05$) (рис. 1). Численность калифорнийского червя увеличилась за период исследований в 6,7 раза, дендробены — в 1,5 раза. В популяции навозного червя отмечалось уменьшение численности в 5,5 раза до 1,8/0–2,0 экз./сосуд. На конец исследований популяция была представлена исключительно коконами. Стабильностью роста общей численности отличался только калифорнийский червь. Несмотря на значительный прирост калифорнийских червей, он не свидетельствует о благополучии популяции, так как отмечено снижение численности половозрелых особей.

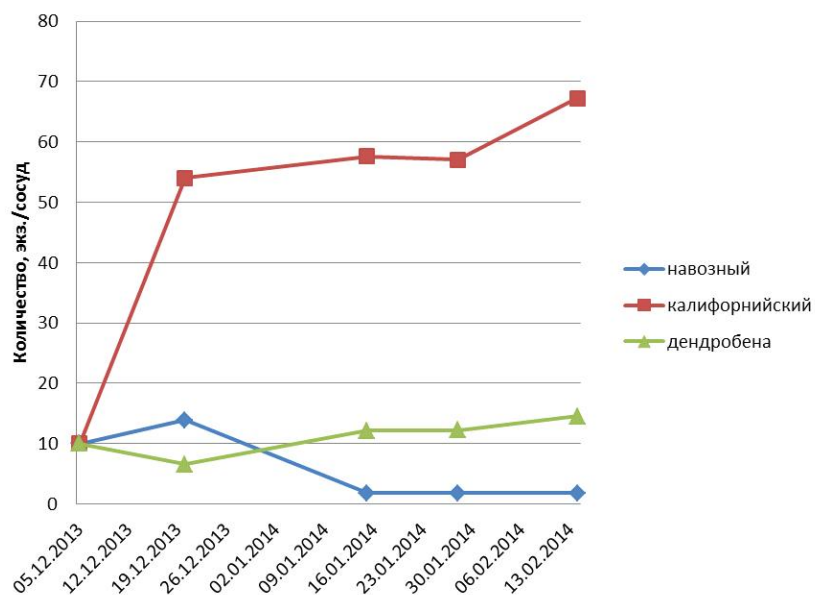


Рис. 1. Динамика общей численности при внесении дизельного топлива 20 г/кг

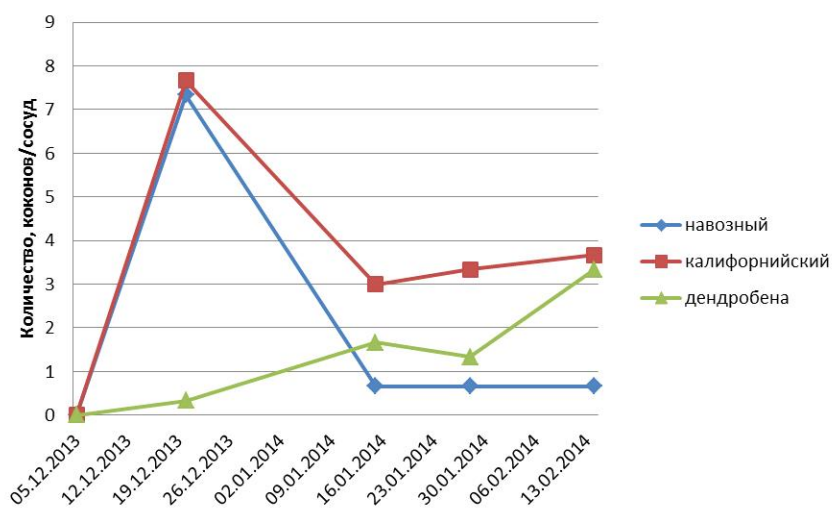


Рис. 2. Динамика общей продуктивности при внесении дизельного топлива 20 г/кг

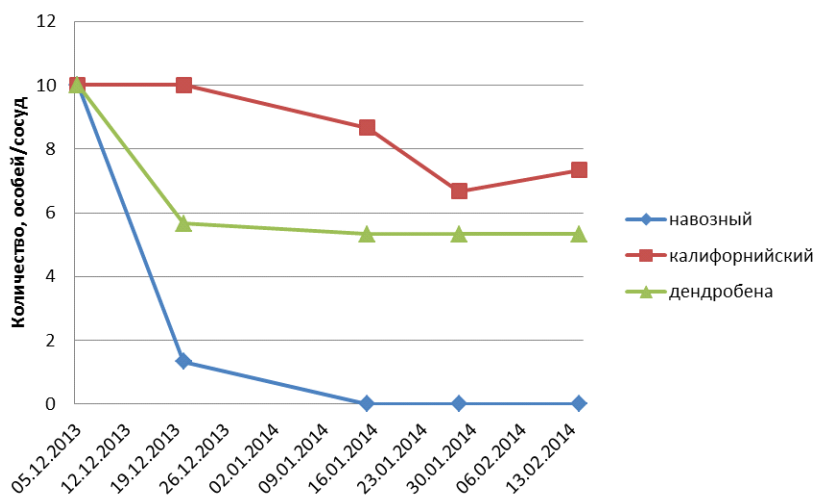


Рис. 3. Динамика численности половозрелых червей при внесении дизельного топлива 20 г/кг

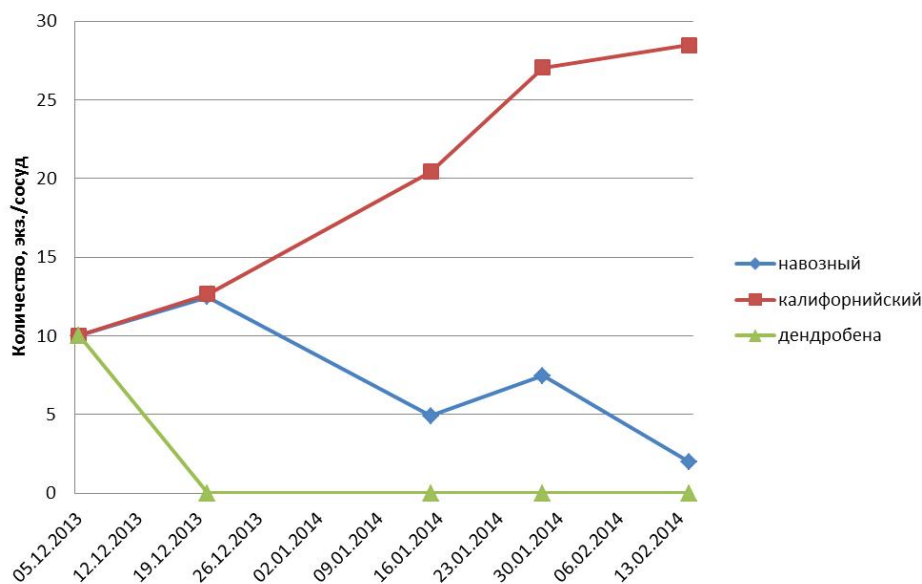


Рис. 4. Динамика общей численности червей при внесении дизельного топлива 40 г/кг

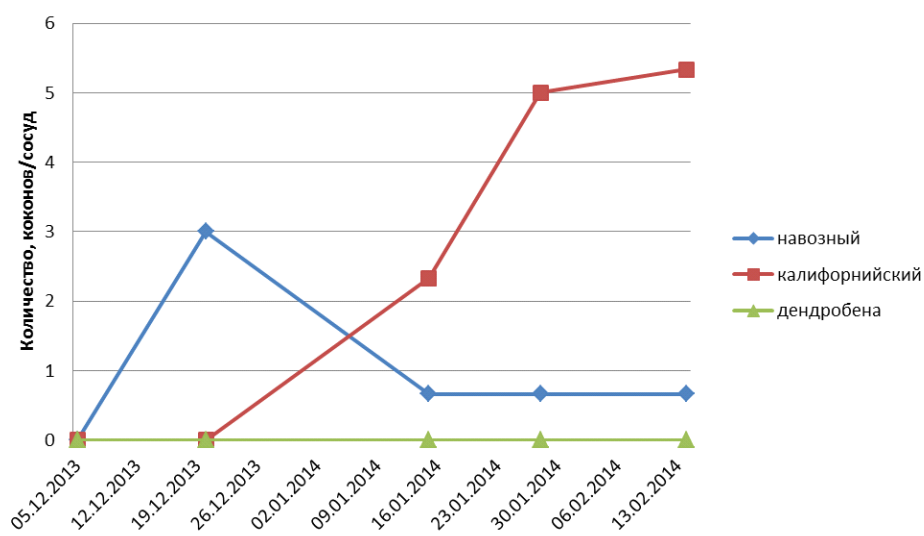


Рис. 5. Динамика общей продуктивности червей при внесении дизельного топлива 40 г/кг

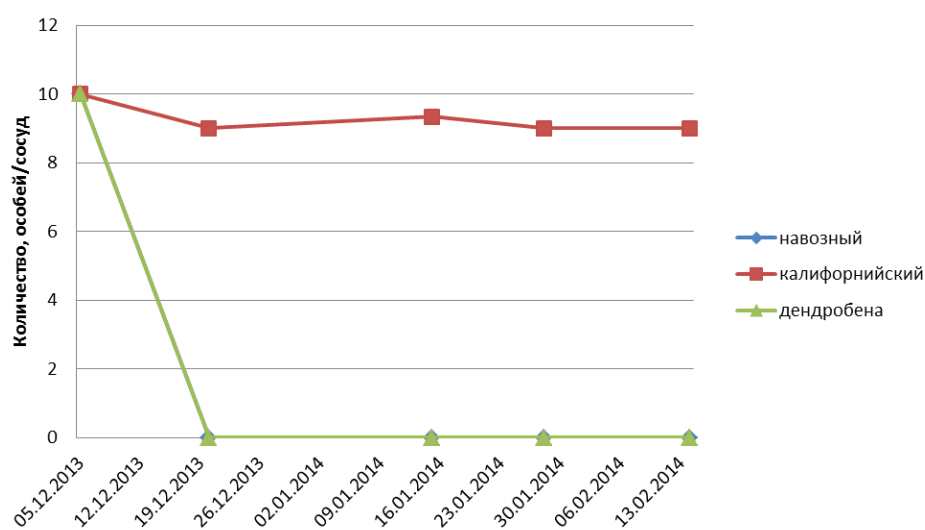


Рис. 6. Динамика численности половозрелых червей при внесении дизельного топлива 40 г/кг

Динамика продуктивности. По общей продуктивности по сумме рангов на протяжении исследований отмечена та же тенденция, что и по общей численности. Наибольшие значения зафиксированы у калифорнийского червя, средние — у дендробены венеты, наименьшие — у навозного червя ($p < 0,05$) (рис. 2). Пик откладки коконов отмечен на 14-й день исследований для калифорнийского и навозного червя и составил 7,3/5 — 11 коконов на сосуд и 7,6/1 — 18 коконов на сосуд соответственно. У дендробены максимальные значения продуктивности были отмечены в конце исследований — 3,3/1 — 5 коконов на сосуд.

Индивидуальная продуктивность калифорнийского червя на протяжении эксперимента составляла 0,5/0,3 — 0,8 коконов на половозрелого червя, дендробены — 0,2/0,1 — 0,6. У навозного червя откладка коконов отмечалась только при втором снятии данных (5,5 коконов на половозрелого червя), затем гибель половозрелых особей сделала этот процесс невозможным.

Динамика численности половозрелых червей. В ходе эксперимента отмечено снижение численности половозрелых червей всех видов (рис. 3). Всего 10,44 % населения калифорнийских червей в варианте с внесением 20 г дизельного топлива на 1 кг почвы были представлены половозрелыми особями. Именно прирост числа поясковых лямбрицид говорит о созревании особей, вышедших из отложенных коконов в период воздействия. Численность половозрелых червей дендробены сократилась в 2 раза и составила 5,3/3 — 7 особей на сосуд. Половозрелые черви *E. fetida* погибли в течение первого месяца исследования.

Динамика показателей при внесении дизельного топлива 40 г/кг почвы. **Динамика общей численности.** На протяжении исследований отмечалась положительная динамика численности калифорнийских червей и снижение численности навозных червей и дендробены (рис. 4). Численность калифорнийского червя за период исследований увеличилась в 2,8 раза. Число навозных червей уменьшилось в 5 раз, а дендробена венета погибла через две недели после внесения в почву. Несмотря на значительный прирост численности калифорнийских червей, он не свидетельствует о благополучии популяции, так как отмечено снижение численности половозрелых червей.

Динамика продуктивности. На протяжении исследований откладка коконов отмечалась только у навозных дождевых червей и калифорнийских (рис. 5). В первый месяц исследования отмечен пик откладки коконов у навозного червя. К концу третьего месяца численность коконов у навозных червей сократилась в 2,5 раза и составила 0,7/0 — 2 кокона на сосуд. Число коконов калифорнийского червя росло пропорционально времени исследований.

Динамика численности половозрелых червей. В ходе эксперимента отмечено незначительное снижение численности половозрелых калифорнийских червей (рис. 6). Отмечена гибель поясковых навозных червей и дендробены в первый месяц исследования. Видоспецифичность по данному параметру достоверна на первом уровне значимости исследований.

Ароматические углеводороды, находясь в почвах, оказывают наркотическое и токсическое действие на живые организмы. Высокая смертность дождевых червей в первые дни лабораторных опытов обуслов-

лена тем, что углеводородные фракции дизельного топлива хорошо растворимы в почвенной воде. Мигрируя по почвенному профилю, они расширяют ореол первоначального загрязнения, легко проникают в клетки организмов через мембраны при дыхании дождевых червей [7]. Видоспецифичную реакцию видов нельзя объяснить принадлежностью к морфо-экологическому типу, как это делает Л. К. Жеребцов [8], так как все исследуемые виды относятся к одному морфо-экологическому типу (питающиеся неразложившимися растительными остатками), к одной группе — почвенно-подстилочные виды. По данным И. Н. Титова, дендробена венета из изученных видов обладает наименее подходящими характеристиками для вермикультивирования [9]. З. А. Хикман с соавт. [10] отмечает, что смертность дендробены венета была прямо пропорциональна уровню загрязнения субстрата и объясняет это не только токсичностью дизельного топлива, но и ухудшением качества и доступности пищи для червей. Данный вывод подтверждается исследованиями М. Шефера с соавт. [11].

Заключение. Наибольшая устойчивость к загрязнению почвы дизельным топливом отмечена у калифорнийского червя *E. andrei*. Таким образом калифорнийского червя можно использовать для рекультивации почв, загрязнённых дизельным топливом.

Библиографический список

1. Козлов, К. С. Влияние загрязнения почвы нефтепродуктами на дождевых червей : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / К. С. Козлов. — Томск, 2003. — 13 с.
2. Чачина, С. Б. Влияние дождевых червей (*Eisenia fetida*) и бактериального препарата «Байкал-М» на разложение нефти в почве / С. Б. Чачина, Е. В. Голованова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований / Российская академия естествознания, Европейская академия естествознания. Научный журнал. — 2013. — Ч. 3. — № 10. — С. 463 — 464.
3. Чачина, С. Б. Разложение нефти в почве при помощи дождевых червей (*Eisenia fetida*) и бактериального препарата «Байкал-ЭМ» / С. Б. Чачина, Е. В. Голованова // Омский научный вестник. Сер. Ресурсы Земли. Человек. — 2013. — № 2 (124). — С. 114 — 118.
4. Чачина, С. Б. Толерантность навозного червя *Eisenia fetida* (Savigny, 1926) к загрязнению почвенного субстрата бензином / С. Б. Чачина, Е. В. Голованова, С. В. Сыксин // Омский научный вестник. Сер. Ресурсы Земли. Человек. — 2013. — № 2 (124). — С. 118 — 123.
5. Голованова, Е. В. Особенности выращивания различных видов дождевых червей в лабораторных условиях / Е. В. Голованова, К. В. Погребная // Труды Зоологической комиссии : сб. науч. тр. Ежегодник. Вып. 3. — Омск : Издатель-Полиграфист, 2006. — С. 8 — 17.
6. Зайцев, Г. Н. Математический анализ биологических данных / Г. Н. Зайцев. — М. : Наука, 1991. — 184 с.
7. Артемьева, Т. И. Комплексы почвенных животных и вопросы рекультивации техногенных территорий / Т. И. Артемьева. — М. : Наука, 1989. — 111 с.
8. Жеребцов, А. К. Реакция дождевых червей на загрязнение почвы нефтью / А. К. Жеребцов // Проблемы почвенной зоологии : тез. докл. VIII Всесоюз. совещ. Кн. 1. — М. : Наука, 1984. — С. 102 — 103.
9. Титов, И. Н. Дождевые черви. Руководство по вермиккультуре. В 2 ч. Ч. 1. Компостные черви / И. Н. Титов. — М. : МФК Точка опоры, 2012. — 284 с.
10. Hickman, Z. A. Increased microbial catabolic activity in diesel contaminated soil following addition of earthworms (*Den-*

drobaena veneta) and compost / Z. A. Hickman, B. J. Reid // Soil Biology & Biochemistry. — 2008. — № 40. — P. 2970–2976.

11. Schaefer, M. The influence of earthworms and organic additives on the biodegradation of oil contaminated soil / M. Schaefer, J. Filser // Applied Soil Ecology. — 2007. — № 36. — P. 53–62.

ЧАЧИНА Светлана Борисовна, кандидат биологических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Химическая технология и биотехнология» Омского государственного технического университета (ОмГТУ), старший преподаватель кафедры биологии Омской государственной медицинской академии.

МАКАРОВ Юрий Александрович, студент группы ХТБ-420 ОмГТУ.

ГОЛОВАНОВА Елена Васильевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела организации и планирования научно-исследовательских работ, доцент кафедры биологии Омского государственного педагогического университета, начальник камеральной группы отдела экологических изысканий Проектного института реконструкции и строительства нефте- и газопроводов.

Адрес для переписки: ksb3@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 17.03.2014 г.

© С. Б. Чачина, Ю. А. Макаров, Е. В. Голованова

УДК 595.142.39

К. В. ИВАНОВА

Омский государственный
педагогический университет

ИНТРОДУКЦИЯ *EISENIA FETIDA* НА ФОНЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВЫ ПШЕНИЧНОГО ПОЛЯ

В результате проведенных экспериментов были выявлены положительные изменения в структуре и составе почвы неустойчивого агроценоза как следствие жизнедеятельности *Eisenia fetida*. Показаны различия в свойствах почв до и после исследования, количественные и качественные изменения в популяциях *E. f.* в динамике проведения опытов. Данные представители люмбрицидов рассматриваются в качестве эффективных живых организмов для проведения мер в рамках биологической мелиорации почв.

Ключевые слова: биологическая мелиорация, биологическое загрязнение почвы, агроценоз, *Eisenia fetida*, люмбрициды, химический и физический составы почвы.

Систематическое проведение агротехнических мероприятий в неустойчивых агроценозах неизбежно ведет не только к деградации почвенного слоя, но и к нарушению биологических процессов, обеспечивающих обмен органическими соединениями и микроэлементами между почвой и растениями. В Омской области особую тревогу вызывает ежегодная деградация пахотных земель с уменьшением содержания элементов питания. Площадь почв с более низким содержанием гумуса, фосфора, калия ежегодно увеличивается на 100–150 тыс. га [1, с. 108].

Одной из актуальных проблем в Омской области является биозагрязнение земель. В процессе производственной деятельности хозяйствующих субъектов на территории Омской области ежегодно образуется около 18 тыс. тонн биологических отходов, из которых перерабатывается только 12,5 тыс. тонн [1, с. 113–114]. Качество возделываемых почв напрямую зависит от мер, принимаемых для улучшения их структуры и физико-химических свойств через восстановление биологического круговорота органического вещества и газообмена.

Разработка мероприятий по восстановлению эксплуатируемых почв невозможна без понимания сте-

пени влияния на них животных организмов — представителей мезофауны, в частности дождевых червей. Определяющая роль люмбрицидов в процессах улучшения качества почвы обусловлена доминирующим участием в структурообразовании, увеличении скважности и аэрации, накоплении в почве легкорастворимых соединений, которые содержат элементы минерального питания в доступной для растений форме.

Факторы прогрессивного влияния жизнедеятельности дождевых червей на процессы преобразования и поддержания экологического равновесия почв, не подвергающихся антропогенному воздействию, успешно используются в вермикультивировании и получении биогумуса. Несмотря на то что поиск решения данных проблем идет достаточно давно и этому посвящено большое количество публикаций [2–7], вопросы возможности использования дождевых червей в качестве предмета биологической мелиорации различных типов обрабатываемых почв и вопросы переработки отходов птицеводства и животноводства с помощью люмбрицидов требуют дополнительного исследования в конкретных условиях. В аспекте решения данных проблем биологическую

мелиорацию почв следует рассматривать как категорию биодинамического земледелия.

Цель исследований — изучить влияние жизнедеятельности люмбрицидов на качество почвы пшеничного поля в условиях биологического загрязнения куриным пометом и березовым опилом.

Задачи исследования: изучение процента выживаемости разных возрастных групп (половозрелых и неполовозрелых) навозных червей в почве, находящейся под прессом биологического загрязнения; проведение мониторинга развития популяций; установление причинно-следственной связи между темпами развития популяций и физико-химическими характеристиками почв с учетом влияния биологического загрязнения; проанализировать изменения качества почвы как результат жизнедеятельности навозных червей.

Материал и методы исследования. Возможность использования люмбрицидов в биологической мелиорации сельскохозяйственных земель через утилизацию биологических отходов изучена на образце почвы пшеничного поля, отобранной в Азовском районе Омской области. Данная территория входит в почвенно-географическую зону Казахстанскую провинцию обыкновенных и южных черноземов, лугово-черноземных почв и различных комплексов солонцов [8]. Материал для выявления в мезофауне агроценоза наличия кольчатых червей отбирался стандартным способом — методом почвенных раскопок по М. С. Гилярову (1975) [9]. Данным методом было обработано 20 проб почвы с учетом горизонтов, ни в одной из которых представителей типа кольчатые черви обнаружено не было. То есть взятая нами почва является стерильной по отношению к ней класса *Oligochaeta*.

Определение базовых физико-химических почвенных характеристик проводили стандартными методами. С целью изучения гранулометрического состава образцов почвы и выявления процента полезной фракции использовали метод просеивания через специальный набор сит. Расчет процентного содержания фракции производили от общей массы пробы [10, с. 14]. Установили водопроницаемость — способность почвы пропускать сквозь себя воду — как время прохождения 100 мл воды через двадцатисантиметровый слой почвы в стеклянной трубке диаметром 4 см [10, с. 23–24]. Наличие в почве глины и песка определяли через выявление гранулометрического (механического) состава методом «шнура» [10, с. 9–10]. Процентный показатель гумуса в почве устанавливали методом И. В. Тюрина в модификации В. Н. Симакова с дополнениями Б. А. Никитина [10, с. 26–27].

Агрохимические характеристики и показатели катионно-анионного состава водной вытяжки почв выявляли методиками измерений по ГОСТ. Калий, подвижные соединения (по K_2O) в солевой вытяжке, фосфор, подвижные соединения (по P_2O_5) в солевой вытяжке, по ГОСТ 26204-91; органическое вещество по ГОСТ 26213-91; кальций, магний в водной вытяжке по ГОСТ 26428-85, п.1; натрий в водной вытяжке по ГОСТ 26427-85; сульфат-ион в водной вытяжке по ГОСТ 26426-85, п.2; хлорид-ион в водной вытяжке по ГОСТ 26425-85, п.1; водородный показатель солевой вытяжки по ГОСТ 26483-85.

Предмет исследования — представитель семейства Настоящие дождевые черви (*Lumbricidae*) — червь навозный (*Eisenia fetida*, Savigny, 1926), разновозрастные особи вида. Исследуемые особи были культивированы на субстрате «Благородная почва»,

разработанном в Омском государственном агроуниверситете на основе торфа. Половозрелость определялась по наличию пояска у экземпляра.

Контейнеры из термопласта объемом два литра наполнялись почвой, сверху равномерно распределялось около 70 г куриного помета и укладывался слой березового опила массой около 30 г. Черви: половозрелые, неполовозрелые помещались по 30 особей в каждую из трех повторностей варианта. Отслеживали состояние влажности почвы, поддерживали ее в оптимальном режиме. Для дальнейшего подсчета численности люмбрицидов, динамики развития, изменения возрастного состава популяций содержимое контейнеров перебирали каждые 14 дней. Наблюдение проводили в течение шести месяцев — времени, которое приблизительно соответствует периоду не промерзания почвы в лесостепной зоне Омской области, следовательно, и периоду активности *E.f.*

Результаты и их обсуждение. На основе суммарных данных, полученных в результате проведения эксперимента, построены графики изменения численности и возрастного состава популяций в двух вариантах опыта (рис. 1, 2).

По истечении двух недель эксперимента зафиксировано количество погибших половозрелых особей — 5 экземпляров, что составило 16,6 % от общего числа заселенных червей. На протяжении остального времени число выживших половозрелых особей оставалось относительно стабильным, и уменьшилось еще через 6 недель на один экземпляр.

Согласно графику (рис. 2) зарегистрирована еще большая по численности и продолжительности во времени смертность ювенильных представителей *E. f.* В первые две недели наблюдения констатирована гибель шести особей (20 %), далее во вторые две недели количество заселенных червей снизилось еще на пять особей (28 %). За первый месяц опыта до установления постоянной численности *E. f.* потери в этом варианте составили около трети от начального количества.

Таким образом, в опыте с почвой пшеничного поля можно выделить период адаптации популяций *E. f.* к новым условиям среды, в результате которого из 30 половозрелых экземпляров после двух недель колонизации почвы выжило 25 особей (83,3 %), из 30 неполовозрелых экземпляров после месяца колонизации осталось 19 особей (63,3 %).

Появление коконов отмечено через месяц после закладки опыта с половозрелыми особями. Число коконов в течение месяца остается постоянным, дальнейшее их увеличение незначительно и достигает максимума — 17 единиц — на 10–12 неделе опыта, и в дальнейшем постепенно снижается. Появление первой неполовозрелой особи отмечается через две недели после регистрации наличия в почве коконов. Это количество остается неизменным весь последующий месяц наблюдений, затем происходит постепенное увеличение численности до 39 особей к окончанию эксперимента, что в 1,6 раза больше числа половозрелых выживших экземпляров.

В варианте опыта с неполовозрелыми представителями *E. f.* возрастная однородность населения отмечается в течение двух месяцев, затем на протяжении еще двух месяцев происходит постепенный переход из одного возрастного состава в другой, который заканчивается формированием популяции из 19 взрослых особей.

Так как в эксперименте для представителей *E. f.* почва агроценоза является измененным условием

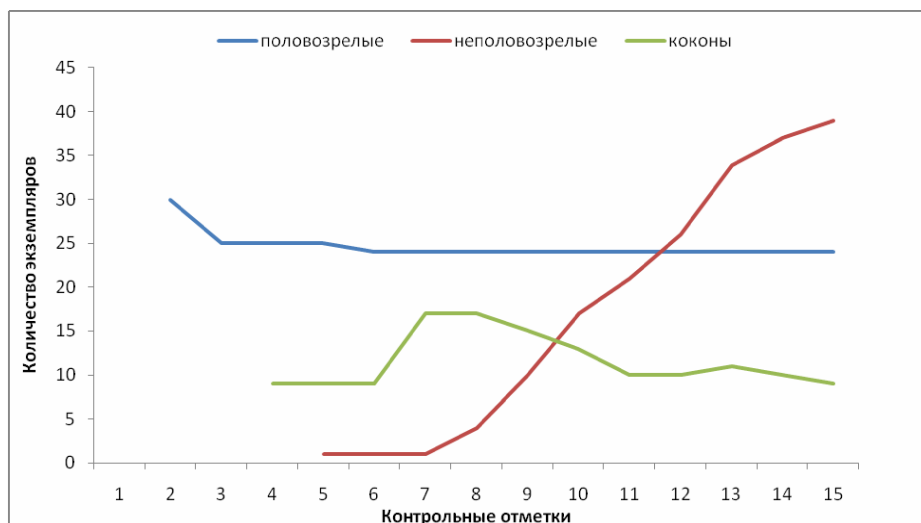


Рис. 1. Изменение численности и возрастного состава популяции *Eisenia fetida* в вариантах опыта с половозрелыми особями

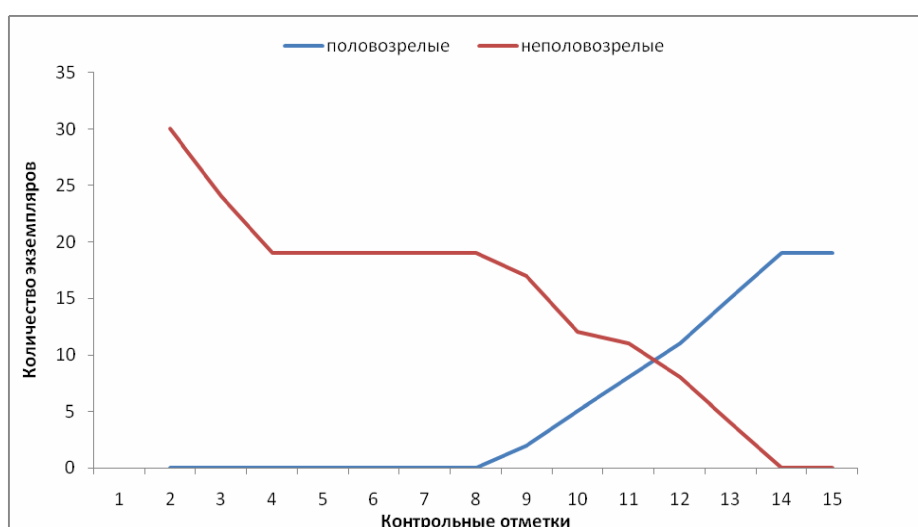


Рис. 2. Изменение численности и возрастного состава популяции *Eisenia fetida* в вариантах опыта с неполовозрелыми особями

среды, то возникновение адаптационного периода у червей, длительный период возрастной однородности популяций, невысокий коэффициент воспроизведения, вероятнее всего, связаны с этим фактором.

Для подтверждения этого предположения определили физико-химические характеристики отобранной почвы пшеничного поля. Гранулометрический состав взятой почвы: >10 мм — 34 %, 7–5 мм — 4 %, 5–3 мм — 4 %, 3–0,5 мм — 6 %, <0,5 — 52 %. Водопроницаемость образца составила 32 минуты. Водородный показатель водной вытяжки (рН) = 6,2. Сопоставление результатов анализа структуры, водопроницаемости образца почвы позволяет сделать вывод, что почва пшеничного поля в большей степени деструктурирована, имеет ярко выраженный непропорциональный состав: с одной стороны, глыбистый характер, с другой — распыленность. Почва содержит 4,53 % гумуса. Установили, что для исследования отобран образец деструктурированного механическим воздействием чернозема малогумусового субглинистого нейтрального.

Водопроницаемость образца почвы после колонизации *E. f.* уменьшилась до 3 секунд. Водородный

показатель водной вытяжки (рН) остался почти на том же уровне — 6,7.

Из приведенных гранулометрических составов почвы пшеничного поля до и после эксперимента (табл. 1) видно, что во всех категориях произошли очевидные изменения. Уменьшилось количество двух фракций: структур <0,5 мм и структур >10 мм. % пылевой фракции (<0,5 мм) уменьшился в 5,7 раза, и это наибольший показатель в изменениях гранулометрического состава почвы. Количество почвенных структур >10 мм снизилось в 1,6 раза. По трем остальным параметрам фракций произошли также положительные изменения, их количество увеличилось следующим образом: структуры 7–5 мм в 6,8 раза, структуры 5–3 мм в 5,7 раза, структуры 3–0,5 мм в 3,3 раза. Изменение гранулометрического состава почвы позитивно повлияло на время водопроницаемости, которое уменьшилось в 60 раз.

Сравнительный анализ агрохимических характеристик и катионно-анионного составов водной вытяжки до и после проведения эксперимента (табл. 2) дает представление об изменениях в химическом составе почвы. Количество органического вещества в почве после эксперимента увеличилось в 1,3 раза

Таблица 1
Сравнительные показатели гранулометрического состава
почвы пшеничного поля до и после эксперимента

Размеры фракций (мм)	% фракции от общей массы	
	образец почвы до эксперимента	образец почвы после эксперимента
>10	34	21
7–5	4	27
5–3	4	23
3–0,5	6	20
<0,5	52	9

Таблица 2

Агрохимические характеристики и катионно-анионный состав
водной вытяжки почвы до и после эксперимента

Определенная характеристика	Показатели до эксперимента	Показатели после эксперимента	Единица измерения
Органическое вещество	5,1	6,6	%
Калий, подвижные соединения (по КО) в солевой вытяжке	714	894,3	мг/кг
Фосфор, подвижные соединения (по РО) в солевой вытяжке	375	562,5	мг/кг
Кальций в водной вытяжке	12,3	8,1	ммоль-экв/100 г почвы
Магний в водной вытяжке	0,0	2,35	ммоль-экв/100 г почвы
Натрий в водной вытяжке	6,33	3,26	ммоль-экв/100 г почвы
Сульфат-ион в водной вытяжке	2,3	2,2	ммоль-экв/100 г почвы
Хлорид-ион в водной вытяжке	12,3	7,95	ммоль-экв/100 г почвы

с 5,1 до 6,6 %, источником такого изменения стали березовый опил и птичий помет, переработанные люмбрицидами. Из химических характеристик увеличились показатели соединений калия — на 25,2 %, фосфора — на 49,8 %, уменьшились — соединения кальция, натрия и хлора. Особо следует отметить, что почва поля до эксперимента была свободной от соединений магния. Показатели магния в водной вытяжке составляли 0 ммоль-экв/100 г почвы, однако по завершении опыта в почве был обнаружен магний в количестве 2,35 ммоль-экв/100 г, который наряду с калием, фосфором, кальцием является, безусловно, необходимым элементом для нормального роста и развития растений. Соединений кальция и хлора в почве после проведенного эксперимента зафиксировано меньше на 34 %, а натрия меньше примерно на 50 % от начального количества. Показатели карбонат-ион и сульфат-ион водной вытяжки остались на неизменном уровне.

Закключение. Анализ полученных результатов позволяет предположить возможность использования представителей вида *E. f.* в процессах биологической мелиорации почв.

Исходя из данных выживаемости и размножения люмбрицидов в почве пшеничного поля, можно утверждать, что последняя изначально явилась не совсем благоприятной средой обитания для навозных червей. Это можно объяснить нарушенной структурой почвы агроценоза, половина состава которой включала пылеватые частицы. Эти частицы, слипаясь при намокании, образуют однородную «грязевую» массу с низким уровнем аэрации и дренажа почвы.

Так как эти два свойства (воздухопроницаемость и водопроницаемость) взаимосвязаны, на недостаточность воздухопроницаемости указывает и установленное нами длительное время водопроницаемости отобранной почвы.

Таким образом, физические свойства почвы пшеничного поля выступили лимитирующими факторами для жизни 16,6 % половозрелых и 28 % неполовозрелых представителей *E. f.* и обусловили период приспособления к новым условиям среды для остальных особей.

Изменение физико-химических свойств почвы агроценоза после интродукции *E. f.* следует рассматривать как результат жизнедеятельности червей. Шестимесячная экспансия почвы люмбрицидами сформировала ее новый гранулометрический состав в пользу увеличения количества полезных фракций и уменьшения процента крупных и пылеватых частиц. При этом гранулометрический состав стал более ровный, для его моделирования при образовании копролитов червями был использован резерв из большого процентного содержания частиц <0,5 мм. На улучшение аэрации почвы указывает значительное уменьшение времени водопроницаемости.

Изменения в химическом составе почвы также можно объяснить активным присутствием дождевых червей. Положительным является тот факт, что в почве по истечении эксперимента обнаружен магний — один из основных элементов, необходимых для питания и развития растений. Уменьшение кальция, натрия и хлора, вероятнее всего, связано с физиологией пищеварения дождевых червей, а именно

с процессами нейтрализации гуминовых кислот, которыми богата пища люмбрицидов, секретами извести и морреновых пищевых желез. Уменьшение этих элементов может быть следствием поддержания кислотно-щелочного баланса, нормализацией водного баланса Е. ф [11].

Увеличение органического вещества можно рассматривать как потенциальный источник почвенного азота.

Анализируя данные, полученные в результате проведенного нами эксперимента, в контексте возможного использования Е. ф. в качестве объекта биологической мелиорации почв неустойчивых агроценозов следует учитывать, что опыт проходил в условиях постоянной температуры и влажности среды обитания дождевых червей. Эти абиотические факторы в полевых условиях являются неустойчивыми. Температура и влажность почвы изменяются в течение периода активности дождевых червей и зависят от температуры воздуха и количества выпадаемых осадков. Изменения абиотических факторов влияют на активность червей, их перемещение и локализацию в слоях почвы. Также следует принимать во внимание относительно высокую плотность населения люмбрицидов в эксперименте. Сформированные нами условия эксперимента обеспечили устойчивую положительную динамику развития показателей, которые позволяют оценивать результаты с точки зрения перспективности дальнейшей работы в этом направлении.

Библиографический список

1. О состоянии и об охране окружающей среды Омской области в 2010 году — Омск : Министерство природных ресурсов и экологии Омской области : Изд-во Манифест, 2011. — 200 с.

2. Овсяников, Ю. А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия : моногр. / Ю. А. Овсяников. — Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2000. — 248 с.

3. Атлавините, О. П. Экология дождевых червей и их влияние на плодородие почвы в Литовской ССР / О. П. Атлавините. — Вильнюс : Мокслас, 1975. — 202 с.

4. Васюков, Ю. В. Экологическое сельское хозяйство и его перспективы в России / Ю. В. Васюков, Е. К. Саранин // Аграрная наука. — 1995. — № 1. — С. 18–20.

5. Кант, Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем / Г. Кант. — М. : Агропромиздат, 1988. — 207 с.

6. Кирдин, В. Ф. Биологизация земледелия в России / В. Ф. Кирдин, Е. К. Саранин // Земледелие. — 1996. — № 6. — С. 2–3.

7. Покровская, С. Ф. Переработка органических отходов с использованием дождевых червей / С. Ф. Покровская // Сельское хозяйство за рубежом. — 1984. — № 5. — С. 10–14.

8. Мищенко, А. Н. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование / А. Н. Мищенко. — Омск, 1991. — 163 с.

9. Гиляров, М. С. Учет крупных почвенных беспозвоночных (мезофауны). Методы почвенных зоологических исследований / М. С. Гиляров. — М. : Наука, 1975. — 282 с.

10. Пирогова, Т. И. Практикум по почвоведению / Т. И. Пирогова. — Омск : Изд-во ОмГПУ, 2006. — 41 с.

11. Чекановская, О. В. Дождевые черви и почвообразование / О. В. Чекановская. — М. : Изд-во АН СССР, 1960. — 203 с.

ИВАНОВА Кириана Витальевна, аспирантка кафедры биологии, специалист по учебно-методической работе учебно-методического отдела.

Адрес для переписки: kiriana@omgpu.ru

Статья поступила в редакцию 17.01.2014 г.

© К. В. Иванова

УДК 502.4:581:574.583(571.13)

И. Ю. ИГОШКИНА

Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОЕМА ПРИРОДНОГО ПАРКА ПТИЧЬЯ ГАВАНЬ (г. ОМСК)

Рассмотрен видовой состав и особенности таксономической структуры фитопланктона водоема природного парка Птичья гавань (г. Омск). Установлен диатомово-хлорофитовый характер фитопланктона со значительным участием эвгленовых водорослей. Определены доминирующие и новые для Омского Прииртышья виды водорослей и цианобактерий.

Ключевые слова: фитопланктон, видовой состав, таксономическая структура, природный парк Птичья гавань, Омск.

Природный парк Птичья гавань расположен на территории города Омска и является не только одним из популярных мест отдыха горожан, но и настоящей лабораторией биологических и экологических исследований. Основой парка является его водоем, площадь которого в зависимости от сезона года,

наполненности водой, количества осадков и степени разрастания водной и околоводной растительности составляет 0,32–0,36 км².

В настоящее время парк переживает своё второе рождение. Полностью завершены работы по реконструкции водоема, призванные предотвратить его

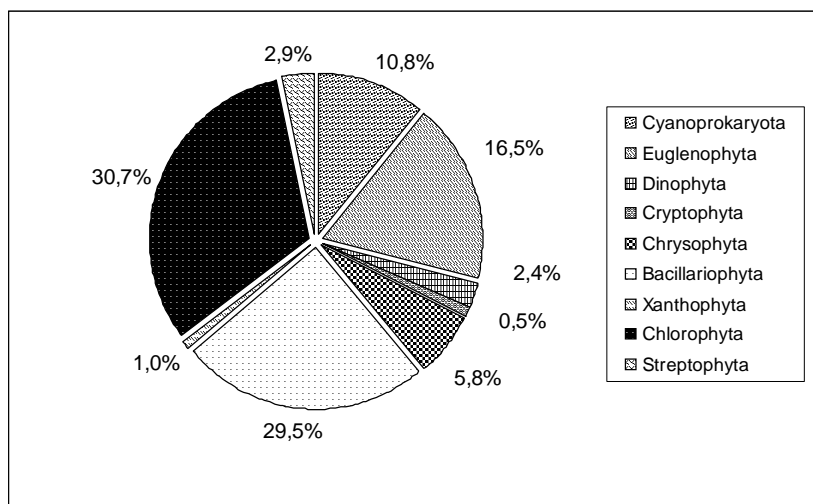


Рис. 1 Таксономический состав фитопланктона водоёма природного парка Птичья гавань

старение и заболачивание. К 2016 г. запланировано завершение всех работ, направленных на окончательное формирование облика парка.

Одним из основных элементов любого природоохранного объекта является биологическое разнообразие видов флоры и фауны, находящихся на его территории. Изучение растительного и животного мира Птичьей гавани проводится достаточно длительное время. Но, несмотря на это, такой важный элемент водных экосистем, как фитопланктон, систематически не изучался. В настоящее время имеются сведения о его составе и обилии летом 2008 г. [1] и зимой 2009/10 г. [2]. Ряд опубликованных работ посвящен исключительно отделу Euglenophyta [3, 4].

Фитопланктон, являясь первичным звеном трофической цепи, обладает уникальным свойством быстрой адаптационной реакции на изменения условий среды. Это свойство широко используется в биоиндикации для проведения оценки экологического состояния водных объектов. Изучение таксономического состава водорослей и цианобактерий, формирующих фитопланктон водоёма природного парка Птичья гавань, имеет важное значение для понимания протекающих в нем процессов.

Целью исследования являлось изучение видового богатства водорослей и цианобактерий из планктона водоёма природного парка Птичья гавань, выявление доминирующих и новых для Омского Прииртышья видов.

В основу сообщения положены материалы обработки 232 количественных проб фитопланктона, отобранных в водоеме Птичьей гавани с 2009 по 2012 гг. Отбор проб проводился ежемесячно, в том числе в зимний сезон. Количественные пробы объемом 0,5 л отбирали из поверхностного слоя воды, фиксировали 40 % формалином, концентрировали осадочным методом. Обработку проб проводили общепринятыми методами [5]. Определение видов диатомовых водорослей проводили на световом микроскопе с использованием постоянных препаратов и на сканирующем электронном микроскопе в Институте водных и экологических проблем СО РАН (г. Барнаул).

Основной характеристикой любой флоры является ее видовой состав. К показателям, характеризующим систематическое разнообразие флоры, относятся среднее число видов в семействе, родов в се-

мействе и видов в роде, или «пропорция флоры», которая отражает простые отношения показателей флористического богатства [6]. Таксономический спектр фитопланктона водоёма природного парка Птичья гавань составляют 9 отделов, 14 классов, 24 порядка, 60 семейств, 172 рода, 350 видов и 384 разновидности и формы, включая номенклатурный тип вида (рис. 1, табл. 1).

Наибольшее видовое богатство присуще зеленым, диатомовым и эвгленовым водорослям, в совокупности составляющим 74,74 % от общего количества идентифицированных видов, разновидностей и форм (ВРФ). Таким образом, по таксономическому составу фитопланктон водоёма Птичьей гавани имеет диатомово-хлорофитовый характер со значительным участием эвгленовых водорослей.

Кроме окрашенных фотосинтезирующих водорослей в планктоне водоёма найдено пять видов бесцветных организмов. Из них три относятся к эвгленовым водорослям семейств *Astasiaceae* (*Astasia klebsii* Lemm., *A. parvula* Skuja) и *Peranemataceae* — *Peranema macromastix* Congr. Два вида принадлежат к золотистым водорослям семейства *Bicosoecaceae* (*Bicosoeca planctonica* Kiss., *B. urceolata* Fott).

Максимальной насыщенностью семейств видами и внутривидовыми таксонами и вариативностью видов (отношение числа внутривидовых таксонов к видовым) отличаются эвгленовые водоросли. Такое явление, по мнению И. И. Васильевой [7], может указывать на высокую приспособленность представителей этого отдела к условиям среды, сформировавшимся в водоёме.

Характерной чертой фитопланктонного сообщества водоема природного парка Птичья гавань является большое разнообразие зеленых водорослей (отдел Chlorophyta). Ведущую роль в формировании отдела играют порядки *Sphaeropleales* и *Chlorellales*. Наиболее богаты в видовом отношении роды *Desmodesmus*, *Oocystis* и *Monoraphidium*. Часто встречаются виды *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom.-Legn., *M. minutum* (Näg.) Kom.-Legn., *Mucidosphaerium pulchellum* (Wood) Bock, Proschold et Krienitz, *Crucigenia quadrata* Morren, *C. tetrapedia* (Kirchn.) W. et G. S. West, *Acutodesmus acuminatus* (Lagerh.) Tsar., *Desmodesmus caudato-aculeolatus* (Chod.) Tsar., а также неидентифицированные виды родов *Chlamydomonas* Ehr. и *Chlorococcum* Menegh. Необходи-

Таксономический спектр, пропорции флоры и родовая насыщенность фитопланктона водоема природного парка Птичьей гавани

Таблица 1

Отдел	Число						Пропорции флоры	Родовая насыщенность таксонами	
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов, разновидностей и форм		видовыми	ВИДОВЫМИ И ВНУТРИ-ВИДОВЫМИ
Cyanoprokaryota	1	3	8	26	42	42	1:3,3:5,3:5,3	1,6	1,6
Euglenophyta	1	1	2	9	54	69	1:4,5:27:34,5	6,0	7,7
Dinophyta	1	1	4	7	9	10	1:1,8:2,3:2,5	1,3	1,4
Cryptophyta	1	1	1	1	4	4	1:1:4:4	4,0	4,0
Chrysophyta	1	2	4	8	21	24	1:2:5,3:6	2,6	3,0
Bacillariophyta	2	4	16	47	90	96	1:2,9:5,6:6	1,9	2,0
Xanthophyta	1	1	2	4	4	4	1:2:2:2	1,0	1,0
Chlorophyta	5	9	20	66	115	122	1:3,3:5,8:6,1	1,7	1,8
Streptophyta	1	2	3	4	11	13	1:1,3:3,7:4,3	2,8	3,3
Всего	14	24	60	172	350	384	1:2,9:5,8:6,4	2,0	2,2

димо отметить, что *Monoraphidium contortum*, *M. minutum* и *Acutodesmus acuminatus* присутствуют в составе фитопланктона в течение всего года. Особенно заметно их участие в зимний период, когда на фоне малочисленности других видов они входят в состав доминирующего комплекса.

В составе зеленых водорослей было выявлено 13 новых для Омского Прииртышья ВРФ: *Tetraselmis arnoldii* (Prosch.-Lavr.) Norris, Hori et Chihara, *Nephroselmis olivacea* Stein, *Amphikrikos nanus* (Fott et Heyn.) Hind., *Elakatothrix parvula* (Arch.) Hind., *Carteria klebsii* (Dang.) France, *C. peterhofiensis* Kiss., *Sphaerellopsis mucosa* (Korsch.) Pentecost, *Vitreo-chlamys gloeocystiformis* (O. Dill) Nakazawa, *Chlorogonium peterhofiense* Kiss., *Pteromonas torta* Korsch., *Chlorophysema apiocystiforme* (Artari) Pasch., *Hyaloraphidium contortum* var. *tenuissimum* Korsch., *Thamniochaete huberii* Gay.

Диатомовые водоросли водоема Птичьей гавани представлены классами *Centrophyceae* (15 ВРФ) и *Pennatophyceae* (81 ВРФ). Наиболее часто встречающимися в фитопланктоне представителями центральных диатомовых являются *Cyclotella meneghiniana* Kütz. и *Stephanodiscus hantzschii* Grun. in Cl. et Grun. Последний вид входит в состав доминирующего комплекса.

Среди представителей диатомовых водорослей выявлено 13 новых для Омского Прииртышья ВРФ: *Fragilariforma virescens* var. *subsalina* (Grun.) Bukht., *Pseudostaurosira elliptica* (Schum.) Edlund, Morales et Spaulding, *Staurosira venter* (Ehr.) Kobayasi, *Adlafia minuscula* var. *muralis* (Grun.) Lange-Bert., *Navicula tuscula* f. *intermedia* Kiss., *Sellaphora mutata* (Krasske) Lange-Bert., *Pinnularia appendiculata* (Ag.) Cl., *Cocconeis placentalis* var. *lineata* (Ehr.) Van Heurck, *Eucocconeis laevis* (Шестру) Lange-Bert., *Planolithidium delicatulum* (Kütz.) Round et Bukht., *Eunotia sudetica* Müll., *Amphora coffaeiformis* var. *transcaspica* Boye P., *Nitzschia thermalis* var. *intermedia* Grun.

По показателям видового богатства третье место в фитопланктоне водоема занимают эвгленовые водоросли. Они представлены двумя семействами (*Euglenaceae* и *Colaciaceae*) и девятью родами, из которых к сем. *Colaciaceae* относится единственный вид рода *Colacium* — *C. vesiculosum* f. *arbuscula* (Stein)

Hub.-Pest. Наиболее важную роль в составе фитопланктона водоема Птичьей гавани играют виды сем. *Euglenaceae* — *Trachelomonas* (27 ВРФ), *Euglena* (15 ВРФ) и *Lepocinclis* (13 ВРФ). Эвгленовые водоросли встречаются в водоеме круглый год. Зимой и весной виды *Lepocinclis ovum* var. *major*, *Trachelomonas hispida* var. *hispida*, *T. intermedia* f. *intermedia*, *T. volvocina* var. *volvocina* и *T. volvocinopsis* var. *volvocinopsis* входят в состав доминирующего комплекса. По устоявшемуся мнению [8–10] высокое видовое богатство эвгленовых водорослей свидетельствует о загрязнении водоема легко окисляемыми органическими веществами.

В фитопланктоне водоема идентифицировано 16 новых для Омского Прииртышья ВРФ эвгленовых водорослей: *Trachelomonas conradii* (Defl.) Skv., *T. hispida* var. *volicensis* Drez., *T. incerta* var. *punctata* Lemm., *T. obovata* var. *novae-zemliae* (Schirsch.) Popova, *T. patellifera* Popova, *T. scabra* var. *borealis* Safon., *T. vas* Defl., *Strombomonas eurytoma* (Stein) Popova comb. nov., *Discoplastis spathirhyncha* (Skuja) Triemer, *Euglenaria anabaena* (Mainx) Karnkowska et Linton, *Euglena proxima* var. *amphoraeformis* Szabados, *E. proxima* var. *anglesia* Pringsh., *Lepocinclis elongata* (Swir.) Conr., *L. ovum* var. *major* (Hub.-Pest.) Conr., *Phacus indicus* Skv., *Ph. longicauda* f. *rotundus* (Pohm.) Popova.

На четвертом месте по видовому богатству в фитопланктоне водоема находятся цианобактерии (отдел Cyanoprokaryota). Наибольшее видовое богатство присуще семействам *Merismopediaceae* и *Synechococcaceae*. Многие мелкоклеточные виды цианобактерий (*Chroococcus minor* (Kütz.) Näg., *Ch. minutus* (Keissl.) Lemm., *Aphanocapsa incerta* (Lemm.) Cronb. et Kom. и др.) входят в состав доминирующего комплекса фитопланктона.

Среди представителей отдела Cyanoprokaryota выявлено пять новых для Омского Прииртышья видов: *Aphanothece salina* Elenk. et Danil., *Gloeothece rupestris* (Lyngb.) Born., *Rhabdogloea scenedesmoides* (Nyg.) Kom. et Anagn., *Romeria elegans* (Wolosz. in Koczw.) Wolosz. et Koczw. и *Phormidium schultzei* (Lemm.) Anagn. et Kom.

Золотистые водоросли в фитопланктоне водоема представлены 24 видами. Несмотря на относительно

низкое видовое богатство, для фитопланктонного сообщества водоема Птичьей гавани характерно значительное участие золотистых водорослей в составе доминирующего комплекса. Более трети видов (9 ВРФ) отдела Chrysophyta, идентифицированных в водоеме, входят в состав доминантов. Среди них особо выделяется *Chrysococcus biporus* Skuja, круглогодично присутствующий в доминирующем комплексе. Виды *Kephyrion inconstans* (Schmid.) Bourr. и *Ochromonas crenata* Skuja, также встречающиеся в пробах круглогодично и достигающие высоких показателей обилия, в состав доминирующего комплекса входят реже. В составе отдела Chrysophyta выявлены новые для Омского Прииртышья виды: *Kephyrion litorale* Lund, *Ochromonas crenata* Skuja, *Pseudokephyrion inflatum* Hilliard.

Прочие найденные в фитопланктоне водоема Птичьей гавани отделы водорослей существенной роли в его структуре не играют. Стрептофитовые водоросли, недавно выделенные из состава отдела Chlorophyta, представлены в фитопланктоне водоема классом *Zygnemophyceae*, двумя порядками (*Desmidiaceae* и *Zygnematales*) и тремя семействами (*Closteriaceae*, *Desmidiaceae*, *Zygnemataceae*). Среди них впервые для Омского Прииртышья были обнаружены 8 ВРФ: *Cosmarium bioculatum* Bréb. ex Ralfs var. *bioculatum*, *C. bioculatum* var. *depressum* (Schaar.) Schmid., *C. lapponicum* Borge., *C. margaritifera* Menegh., *C. polygonum* (Näg.) Arch., *C. trilobulatum* var. *depressum* Printz, *C. variolatum* var. *catractarum* Racib., *Staurostrum hexacerum* Ehr. ex Wittr.

Отдел Dinophyta в фитопланктоне водоема представлен семействами *Gymnodiniaceae*, *Glenodiniopsidaceae*, *Peridiniaceae* и *Ceratiaceae* из порядка *Peridiniales*. Среди динофитовых водорослей выявлено четыре новых для Омского Прииртышья вида: *Glenodinium armatum* Levander, *Peridinium aciculiferum* Lemm., *P. willei* Huitf.-Kaas, *Parvodinium goslauiense* (Wolosz.) Cart., а также две новые формы *Ceratium hirundinella* — *C. hirundinella* f. *silesiacum* Schröd. и *C. hirundinella* f. *robustum* (Amb.) Bachm.

Криптофитовые водоросли в фитопланктоне водоема представлены классом *Cryptophyceae*, порядком *Cryptomonadales*, семейством *Cryptomonadaceae*. Водоросли этого отдела вегетируют в течение всего года, достигая максимальных показателей численности летом. Из числа криптонад в состав доминирующего комплекса летнего фитопланктона входит *Cryptomonas obovata* Skuja — единственный вид отдела *Cryptophyta*, впервые обнаруженный в Омском Прииртышье. Зимой, на фоне общего снижения численности других отделов, криптофитовые водоросли также могут входить в состав доминирующего комплекса.

Желто-зеленые водоросли представлены классом *Heterococcophyceae*, порядком *Heterococcales*, семействами *Pleurochloridaceae* (3 ВРФ) и *Chlorotheciaceae* (1 ВРФ). Данный отдел является наиболее бедным

в отношении видового состава и в структуре фитопланктона значительной роли не играет. В составе отдела Xanthophyta впервые для Омского Прииртышья были обнаружены виды *Vischeria stellata* (Chod.) Pasch. и *Isthmochloron lobulatum* (Näg.) Skuja.

Всего в фитопланктоне водоема природного парка Птичья гавань идентифицировано 67 новых для Омского Прииртышья ВРФ водорослей и цианобактерий. Наибольшее видовое богатство присуще диатомовым и зеленым водорослям. Значительное участие в составе фитопланктона эвгленовых, золотистых и криптофитовых водорослей указывает на загрязнение водоема легко окисляемыми органическими веществами.

Библиографический список

1. Баженова, О. П. Летний фитопланктон водоемов территории г. Омска / О. П. Баженова, О. А. Коновалова // Актуальные проблемы экологии, защиты растений и экологического земледелия : материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Саратов : Наука, 2009. — С. 35–37.
2. Баженова, О. П. Зимний фитопланктон водоема природного парка «Птичья гавань» / О. П. Баженова, И. Ю. Игошкина // Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. — Омск : Изд-во ОмГПУ, 2010. — С. 15–18.
3. Лихачёв, С. Ф. Эвгленовые водоемов Омской области / С. Ф. Лихачёв. — Омск : Изд-во ОмГПУ, 1997. — 242 с.
4. Ширококов, Д. И. Фауна и биолого-экологические особенности эвгленовых жгутиконосцев рода *Phacus* из водоемов города Омска и его окрестностей : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Д. И. Ширококов. — Омск, 2008. — 163 с.
5. Фёдоров, В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности / В. Д. Фёдоров. — М. : Изд-во МГУ, 1979. — 168 с.
6. Шмидт, В. М. Статистические методы в сравнительной флористике / В. М. Шмидт. — Л. : Изд-во ЛГУ, 1980. — 176 с.
7. Васильева, И. И. Анализ видового состава и динамики развития водорослей водоемов Якутии : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / И. И. Васильева. — Якутск, 1989. — 48 с.
8. Попова, Т. Г. Эвгленовые водоросли (определитель пресноводных водорослей СССР; Вып. 7) / Т. Г. Попова. — М. : Советская наука, 1955. — 282 с.
9. Сафонова, Т. А. Эвгленовые водоросли Западной Сибири / Т. А. Сафонова. — Новосибирск : Наука, 1987. — 191 с.
10. Баженова, О. П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока / О. П. Баженова. — Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. — 248 с.

ИГОШКИНА Ирина Юрьевна, аспирантка кафедры экологии, природопользования и биологии.
Адрес для переписки: 644008, г. Омск, Институтская пл., 2, ОмГАУ им. П. А. Столыпина.

Статья поступила в редакцию 11.03.2014 г.

© И. Ю. Игошкина

Книжная полка

Скрипко, Т. В. Среда нашего обитания. Антропогенное воздействие и его последствие : учеб. электрон. изд. локального распространения : учеб. пособие / Т. В. Скрипко ; ОмГТУ. — Омск : Изд-во ОмГТУ, 2013. — 1 о=эл. опт. диск (CD-ROM).

В условиях развивающегося экологического кризиса задачей экологии должно стать формирование мировоззрения, которое не может не быть в значительной мере экологическим. Предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлениям и специальностям, связанным с экологией и природопользованием.

ЗООГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ТРИБЫ ШМЕЛИ (HYMENOPTERA: APIDAE, BOMBINI) НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В Западной Сибири и на прилегающих территориях выявлено обитание 49 видов 17 подродов двух родов шмелей, формирующих шесть зоогеографических комплексов и 13 групп. По количеству видов среди них преобладают представители транс-палеарктического комплекса и температурные виды, населяющие преимущественно лесостепь, с распространением в лесную и степную зоны.

Ключевые слова: Западная Сибирь, природно-климатические зоны, виды шмелей, распределение.

Шмелиные являются значительным компонентом антофильной мезофауны регионов умеренного пояса. Они активно участвуют в опылении большого круга растений, являясь политрофами [1]. Шмелиные во многом определяют успешность семенного возобновления в растительных сообществах и, соответственно, их ценопопуляционную устойчивость [2]. В пределах лесостепной и степной зон Западной Сибири установлено обитание 32 видов шмелей и семи видов шмелей-кукушек [3]; многие из этих видов в том или ином статусе указаны в региональных Красных книгах субъектов Российской Федерации. Для других природных зон имеющийся материал носит разрозненный характер.

Целью настоящей работы стала зоогеографическая оценка Шмелиных в Западной Сибири и на прилегающих территориях. Задачи:

1) выявить зоогеографические предпосылки нахождения видов Шмелиных в Западной Сибири и на прилегающих территориях;

2) оценить степень распространения Шмелиных в Западной Сибири и на прилегающих территориях.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в ходе комплексных экологических экспедиций, организованных и финансируемых Омским областным клубом натуралистов «Птичья гавань» (1983–2002 гг.), Омским отделением Русского географического общества, Омским отделением РосГео и ФГУ ТФИ ПриООС МПР России по Омской области (2003–2013 гг.), в т.ч. совместно с правительством Омской области (2007–2013 гг.). В работе использованы полевые определители [1]; систематика видов дана по [4], приведены наиболее употребимые русские названия видов, в ряде случаев — адекватные латинским.

Для долготной характеристики ареала видов использованы следующие понятия: трансголарктическо-ориентальные — распространенные по всей Палеарктике и Неарктике, а также на севере Ориентального региона до юга Индокитая или Тайваня [5]; трансголарктические — в Палеарктике и Неарк-

тике [3]; транс-палеарктическо-ориентальные — по всей Палеарктике и севере Ориентального региона до юга Индокитая или Тайваня [6]; транс-палеарктические — от побережья Атлантики до Пацифики, в т.ч. на Курильских островах и в Японии; западно-палеарктические — в Европе до Западной Сибири; евро-сибирские — в Европе и Сибири (для большинства видов восточная граница ареала проходит по Западной Сибири); сибирские — в Западной и Восточной Сибири; центрально-восточно-палеарктические — от Пацифики на запад до Приобья [3]. При этом понятие «трансголарктический» поглощает понятие «голарктический», понятие «транс-палеарктическо-ориентальный» поглощает понятие «палеаркто-ориентальный», понятие «трансголарктическо-ориентальный» поглощает понятие «голаркто-ориентальный», понятие «аркто-бореальный» является смысловым дублем понятия «тундрово-бореальный», понятие «бореальный» является смысловым дублем понятия «лесной». Для широтной характеристики ареала видов использованы следующие понятия: арктические — распространенные в зоне тундр; аркто-температные — от зоны тундр до сухих степей [3]; аркто-бореальные — от зоны тундр до тайги [5]; температурные — от степей до тайги, некоторые встречаются и в лесотундре; бореальные — преимущественно в таежной зоне; суббореальные — в неморальной, степной и лесостепной зонах и незначительно заходящие в тайгу; бореомонтанные — в горах и на равнинной части бореального пояса Европы, а южнее встречается только в горных ландшафтах и редко на прилегающих равнинных территориях [3]. При зоогеографической оценке обитающих в Западной Сибири и на прилегающих территориях видов характеристики бореальной и бореомонтанной групп объединены.

Основные результаты. В результате проведенных исследований было установлено, что в Западной Сибири и на сопредельных территориях известно обитание 49 видов шмелей из двух родов и 17 подродов (рис.). Самым крупными по числу видов явля-

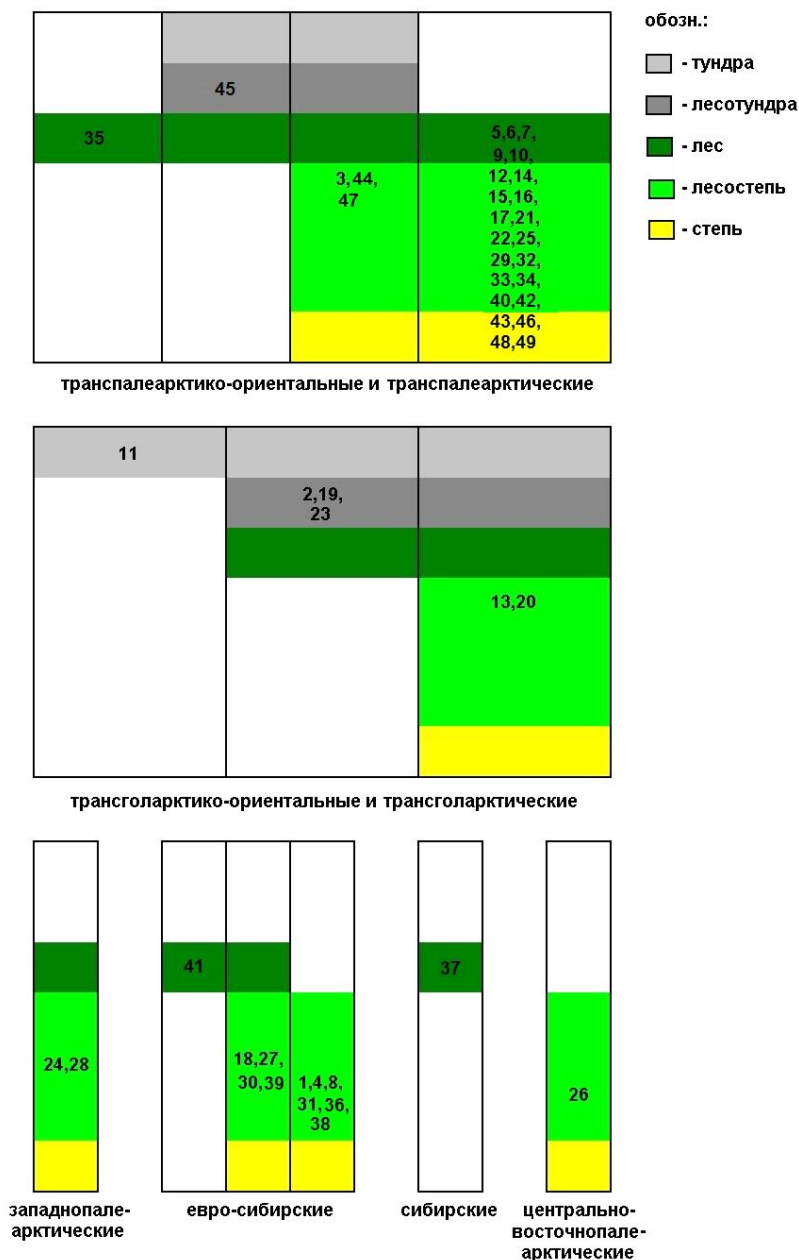


Рис. Зональное распределение видов (N=49) трибы Шмели (Bombini), обитающих в Западной Сибири и на прилегающих территориях:

- 1 — Шмель армянский *Bombus armeniacus* (Radoszkowski, 1877); 2 — Шмель перевязанный *Bombus balteatus* (Dahlbom, 1832);
- 3 — Шмель строитель *Bombus cingulatus* (Wahlberg, 1854); 4 — Шмель необыкновенный *Bombus confusus* (Schenck, 1859);
- 5 — Шмель родственный *Bombus consobrinus* (Dahlbom, 1832); 6 — Шмель вторичноназванный *Bombus deuteronymus* (Schulz, 1906);
- 7 — Шмель чесальщик *Bombus distinguendus* (Morawitz, 1869); 8 — Шмель степной *Bombus fragrans* (Pallas, 1771);
- 9 — Шмель садовый *Bombus hortorum* (Linnaeus, 1761); 10 — Шмель изменчивый *Bombus humilis* (Illiger, 1806);
- 11 — Шмель северный *Bombus hyperboreus* (Schönherr, 1809); 12 — Шмель городской *Bombus hypnorum* (Linnaeus, 1758);
- 13 — Шмель Джонсона *Bombus jonellus* (Kirby, 1802); 14 — Шмель пятнистоспинный *Bombus maculidorsis* (Scorikov, 1922);
- 15 — Шмель скромный *Bombus modestus* (Eversmann, 1852); 16 — Шмель моховой *Bombus muscorum* (Linnaeus, 1758);
- 17 — Шмель уклоненный *Bombus laesus* (Morawitz, 1875); 18 — Шмель большой каменный *Bombus lapidarius* (Linnaeus, 1758);
- 19 — Шмель лапландский *Bombus lapponicus* Fabricius, 1793; 20 — Шмель малый земляной *Bombus lucorum* (Linnaeus, 1761);
- 21 — Шмель полевой *Bombus pascuorum* (Scopoli, 1763); 22 — Шмель окаймленный *Bombus patagiatus* (Nulander, 1848);
- 23 — Шмель полярный *Bombus polaris* (Curtis, 1835); 24 — Шмель плодовый *Bombus pomorum* (Panzer, 1805);
- 25 — Шмель луговой *Bombus pratorum* (Linnaeus, 1761); 26 — Шмель псевдобайкальский *Bombus pseudobaicalensis* (Vogt, 1911);
- 27 — Шмель малый каменный *Bombus ruderarius* (Müller, 1776); 28 — Шмель красноватый *Bombus ruderatus* (Fabricius, 1775);
- 29 — Шмель Шренка *Bombus schencki* (Morawitz, 1881); 30 — Шмель семеновский *Bombus semenoviellus* (Skorikov, 1910);
- 31 — Шмель пластинчатозубчатый *Bombus serratissimus* (Morawitz, 1888); 32 — Шмель Зихеля *Bombus sichelii* (Radoszkowski, 1859);
- 33 — Шмель сестринский *Bombus soroeensis* (Fabricius, 1777); 34 — Шмель спорадический *Bombus sporadicus* (Nylander, 1848);
- 35 — Шмель байкальский *Bombus subbaicalensis* (Vogt, 1909); 36 — Шмель подземный *Bombus subterraneus latreillellus* (Linnaeus, 1758);
- 37 — Шмель Сушкина *Bombus sushkini* (Skorikov, 1931); 38 — Шмель лесной *Bombus sylvarum* (Linnaeus, 1761);
- 39 — Шмель большой земляной *Bombus terrestris* (Linnaeus, 1758); 40 — Шмель конский *Bombus veteranus* (Fabricius, 1793);
- 41 — Шмель Вурфлена *Bombus wurflenii* (Radoszkowski, 1860); 42 — Шмель-кукушка полевой *Psithyrus campestris* (Panzer, 1801);
- 43 — Шмель-кукушка бородачатый *Psithyrus barbutellus* (Kirby, 1802); 44 — Шмель-кукушка привязанный *Psithyrus bohemicus* (Seidl, 1837);
- 45 — Шмель-кукушка желтый альпийский *Psithyrus flavidus* (Eversmann, 1852);
- 46 — Шмель-кукушка норвежский *Psithyrus norvegicus* (Sparre-Schneider, 1918);
- 47 — Шмель-кукушка скальный *Psithyrus rupestris* (Fabricius, 1793);
- 48 — Шмель-кукушка четырехцветный *Psithyrus quadricolor* (Lepeletier, 1832);
- 49 — Шмель-кукушка лесной *Psithyrus sylvestris* (Lepeletier, 1832)

ется род *Bombus* — 41 (83,6 %) из 12 подродов, род *Psithyrus* представлен — 8 (16,3 %) видами из пяти подродов. Самыми крупными по числу видов подкладами рода *Bombus* являются *Thoracodomus* — 11 (22,4 %), *Pyrobombus* — 6 (12,2 %), *Alpigenobombus*, *Bombus sensu stricto*, *Megabombus* — по 4 (8,2 %), *Subterraneobombus* — 3 (6,1 %), *Cullumanobombus*, *Laesobombus*, *Melanobombus* — по 2 (4,1 %), *Confusibombus*, *Kallobombus*, *Rhodobombus* — по одному (2,0 %).

Крупным подродом по числу видов рода *Psithyrus* является *Fernaldaepsithyrus* — 4 (8,2 %), на *Allopsithyrus*, *Ashtonipsithyrus*, *Metapsithyrus*, *Psithyrus sensu stricto* приходится по одному (2,0 %) виду, соответственно.

Наибольшее количество видов выявлено в Новосибирской области — 37 (75,5 % от общего количества), в Кемеровской области — 32 (65,9 %), в Курганской и Томской областях — по 31 (63,2 %), в Омской области — 29 (59,2 %), в Ханты-Мансийском автономном округе — 26 (53,0 %), в Алтайском крае — 22 (44,9 %), в Челябинской области — 21 (42,8 %), в Северо-Казахстанской области Республики Казахстан — 20 (40,8 %), в Тюменской области — 17 (34,9 %), в Свердловской области — 5 (10,2), в Пермском крае и Оренбургской областях — по 3 (6,1 %), в Республике Алтай — 1 (2,0 %).

В составе региональной фауны шмелей нами выделено 6 зоогеографических комплексов и 13 групп. Трансголарктический комплекс включает 3 группы, представленные шестью (12,2 %) видами. Трансголарктическая арктическая группа представлена 1 (2,0 %) видом: шмель северный. Трансголарктическая аркто-бореальная группа представлена тремя (6,1 %) видами: шмель перевязанный, шмель лапландский, шмель полярный. Трансголарктическая аркто-температная группа представлена двумя (4,0 %) видами: шмель Джонсона и шмель малый земляной.

Транспалеарктический комплекс включает 4 группы, представленные 28 (57,1 %) видами. Транспалеарктическая аркто-температная группа представлена тремя (6,1 %) видами: шмель-строитель, шмель-кукушка привязанный, шмель-кукушка скальный. Транспалеарктическая аркто-бореальная группа представлена одним (2,0 %) видом: шмель-кукушка желтый альпийский. Транспалеарктическая бореальная группа представлена одним (2,0 %) видом: шмель прибайкальский. Транспалеарктическая температурная группа представлена 23 (46,9 %) видами: шмель родственный, шмель вторичноназванный, шмель чесальщик, шмель садовый, шмель изменчивый, шмель городской, шмель пятнистый, шмель скромный, шмель уклоненный, шмель моховой, шмель окаймленный, шмель полевой, шмель луговой, шмель Шренка, шмель Зихеля, шмель сестринский, шмель спорадический, шмель конский, шмель-кукушка бородатый, шмель-кукушка полевой, шмель-кукушка норвежский, шмель-кукушка лесной, шмель-кукушка четырехцветный.

Западнопалеарктический комплекс включает одну группу — западнопалеарктическую температурную, представленную двумя (4,0 %) видами: шмель плодовый и шмель красноватый.

Центрально-восточно-палеарктический комплекс включает одну группу — центрально-восточно-палеарктическую суббореальную, представленную одним (2,0 %) видом: шмель псевдобайкальский.

Евро-сибирский комплекс включает 3 группы, представленные 11 (22,4 %) видами. Евро-сибирская суббореальная группа представлена 6 (12,2 %) видами:

шмель армянский, шмель необыкновенный, шмель степной, шмель пластинчатозубчатый, шмель подземный, шмель лесной. Евро-сибирская температурная группа представлена четырьмя (8,2 %) видами: шмель большой каменный, шмель малый каменный, шмель семеновский, шмель большой земляной. Евро-сибирская бореальная (борео-монтанная) группа представлена одним (2,0 %) видом: шмель Вурфлена. Сибирский комплекс включает одну группу — сибирскую бореальную (борео-монтанную) группу, представленную одним (2,0 %) видом: шмель Сушкина.

Распределение видов шмелей, относящихся к Трансголарктическому комплексу, в Западной Сибири и на прилегающих территориях имеет неравномерный характер. Ни в одной из известных публикаций не указано обитание видов шмелей из Трансголарктической арктической группы в границах исследуемой нами территории. Однако шмель северный относится к этой группе, и он выявлен в Республике Коми [5], а также в Республике Якутия [7], поэтому мы предполагаем наличие этого вида в Западной Сибири. Виды Трансголарктической аркто-бореальной группы установлены в Пермском крае и Ханты-Мансийском автономном округе — по одному (2,0 % от фауны шмелиных Западной Сибири) соответственно; предполагается обитание на исследуемой территории шмеля полярного, т.к. выявленный шмель северный обитает в его гнездах. Виды Трансголарктической аркто-температной группы выявлены в Омской и Челябинской областях — по одну (2,0 %), в Курганской, Новосибирской, Томской областях и в Ханты-Мансийском автономном округе — по два (4,0 %).

Виды, относящиеся к Транспалеарктическому комплексу, занимают доминирующее положение в зоогеографии шмелей Западной Сибири и прилегающих территорий. Виды Транспалеарктической аркто-температной группы выявлены в Ханты-Мансийском автономном округе — 3 (6,1 %), в Омской, Курганской, Новосибирской, Томской и Кемеровской областях — по два (4,0 %), в Алтайском крае и в Северо-Казахстанской области Республики Казахстан — по одному (2,0 %). Виды Транспалеарктической аркто-бореальной группы выявлены в Кемеровской области и в Ханты-Мансийском автономном округе — по 1 (2,0 %). Виды Транспалеарктической бореальной группы выявлены в Курганской, Новосибирской и Кемеровской областях — по одному (2,0 %). Виды самой многочисленной Транспалеарктической температурной группы выявлены в Новосибирской и Кемеровской областях — по 21 (42,8 %), в Томской области — 20 (40,8 %), в Ханты-Мансийском автономном округе — 17 (34,7 %), в Курганской области — 16 (32,6 %), в Омской и Челябинской областях — по 13 (26,5), в Алтайском крае — 12 (24,5 %), в Северо-Казахстанской области Республики Казахстан — 11 (22,4 %) и в Свердловской области — 3 (6,1 %).

Западнопалеарктический комплекс представлен Западнопалеарктической температурной группой, виды которой выявлены в Пермском крае, Свердловской и Челябинской областях, по одному (2,0 %).

Центрально-восточно-палеарктический комплекс представлен Центрально-восточнопалеарктической суббореальной группой, виды которой выявлены в Новосибирской, Томской областях и Алтайском крае — по одному (2,0 %).

Евро-сибирский комплекс следует за Транспалеарктическим комплексом по количеству представленных видов в Западной Сибири и на прилегающих

территориях. Виды Евро-сибирской суббореальной группы выявлены во всех регионах: в Курганской области — 7 (14,3 %), в Омской области — 6 (12,2 %), в Новосибирской области и в Алтайском крае — по 5 (10,2 %), в Челябинской и Кемеровской областях, а также в Северо-Казахстанской области Республики Казахстан — по 4 (8,2 %), в Оренбургской и Томской областях — по 3 (6,1 %), в Пермском крае, Свердловской области, Республике Алтай и в Ханты-Мансийском автономном округе — по одному (2,0 %). Виды Евро-сибирской температурной группы выявлены в Омской области — 4 (8,2 %), в Курганской, Новосибирской, Томской и Северо-Казахстанской области республики Казахстан — по 3 (6,1 %), в Алтайском крае — 2 (4,0 %), в Челябинской, Кемеровской областях и в Ханты-Мансийском автономном округе — по одному (2,0 %). В Челябинской области выявлен 1 (2,0 %) вид Евро-сибирской бореальной (борео-монтанной) группы. Сибирский комплекс представлен Сибирской бореальной (борео-монтанной) группой, 1 (2,0 %) вид которой выявлен в Новосибирской и Кемеровской областях.

В долготном аспекте зоогеографическая характеристика видов шмелей, обитающих в Западной Сибири и на прилегающих территориях, выглядит следующим образом: наибольшим количеством видов представлены комплексы: транспалеарктико-ориентальные и транспалеарктические — 28 (57,1 %), евро-сибирские — 11 (22,4 %), трансголарктико-ориентальные и трансголарктические — 6 (12,2 %), западно-палеарктические — 2 (4,0 %), сибирские и центрально-восточнопалеарктические — по 1 (2,0 %).

В широтном аспекте зоогеографическая характеристика видов шмелей, обитающих в Западной Сибири и на прилегающих территориях, выглядит следующим образом: наибольшим количеством видов представлены комплексы: температурные — 29 (59,2 %), суббореальные — 7 (14,3 %), аркто-температные виды — 5 (10,2 %), аркто-бореальные виды — 4 (8,2 %), бореальные виды — 3 (6,1 %), арктические виды — 1 (2,0 %).

Таким образом, в транспалеарктико-ориентальном и транспалеарктическом долготных зоогеографических комплексах шмелей наиболее представленной оказывается видовая группа, населяющая преимущественно биотопы лесостепи (с распространением этих видов в степную и лесную зоны, а отдельных видов — в лесотундру и тундру). В трансголарктико-ориентальном и трансголарктическом долготных зоогеографических комплексах шмелей наиболее представленной оказывается видовая группа, населяющая преимущественно биотопы лесотундры (с распространением этих видов в тундровую и лесную зоны, а отдельных видов — в лесостепь и степь). В западно-палеарктическом, евро-сибирском и центрально-восточнопалеарктическом долготных зоогеографических комплексах шмелей

наиболее представленной оказывается видовая группа, населяющая преимущественно биотопы лесостепи (с распространением этих видов в степную и лесную зоны).

Выводы.

1. В Западной Сибири и на прилегающих территориях выявлено обитание 49 видов шмелей 17 под родов двух родов.

2. Обитающие в Западной Сибири и на прилегающих территориях виды шмелей относятся к шести зоогеографическим комплексам и 13 группам. По долготной составляющей преобладают представители транспалеарктического комплекса — 28 (57,1 %) видов, по широтной составляющей доминируют температурные виды — 29 (59,2 %).

3. Основные биотопы большинства обитающих в Западной Сибири и на прилегающих территориях видов шмелей расположены в лесостепной природно-климатической зоне, с распространением в лесную и степную зоны.

Библиографический список

1. Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. III. Перепончатокрылые. Ч. 1. — Л.: Наука, 1978. — 584 с.
2. Адаховский, Д. А. Изучение фауны, экологии и разнообразия Шмелиных Удмуртии: моногр. / Д. А. Адаховский. — Ижевск, 2007. — 112 с.
3. Бывальцев, А. М. Шмели (Hymenoptera: Apidae, Bombini) лесостепного и степного юга Западно-Сибирской равнины: фауна и население: дис. ... канд. биол. наук / А. М. Бывальцев. — Новосибирск, 2009. — 200 с.
4. Williams, P. An annotated checklist of bumble bees with an analysis of patterns of description (Hymenoptera: Apidae, Bombini) / P. Williams // Bull. Nat. Hist. Mus. London. (Ent.), 1998. — Vol. 67 (1). — P. 79–152.
5. Филиппов, Н. И. Зоогеографическая характеристика фауны шмелей (Hymenoptera, Apidae, Bombus Latr.) европейского северо-востока России / Н. И. Филиппов, М. М. Долгин // Известия Коми научного центра УрО РАН. — 2011. — № 3. — С. 55–58.
6. Левченко, Т. Ф. Фауна и экология пчел (Hymenoptera: Apoidea) Московской области: дис. ... канд. биол. наук / Т. Ф. Левченко. — М., 2010. — 356 с.
7. Давыдова, Н. Г. Фауна пчел (Hymenoptera, Apoidea) Якутии: дис. ... канд. биол. наук / Н. Г. Давыдова. — СПб., 2003. — 320 с.

КРАЙНОВ Иван Владимирович, аспирант кафедры биологии.

Адрес для переписки: kivsib@mail.ru

КАССАЛ Борис Юрьевич, кандидат ветеринарных наук, доцент (Россия), доцент кафедры биологии.

Адрес для переписки: BY.Kassal@mail.ru

Статья поступила в редакцию 11.03.2014 г.

© И. В. Крайнов, Б. Ю. Кассал

Книжная полка

Сердюк, В. С. Экология: учеб. электрон. изд. локального распространения: учеб. пособие / В. С. Сердюк, С. В. Янчий; ОмГТУ. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013. — 1 0=эл. опт. диск (CD-ROM).

Представлены основные понятия и принципиальные научные положения дисциплины «Экология». Учебное пособие предназначено для дистанционного обучения (очно и заочно) студентов 2-го курса специальности «Безопасность технологических процессов и производств», а также для подготовки к экзамену по экологии.