

in vitro подходящие для данной задачи праймеры, методом градиентной ПЦР, был подобран оптимальный температурный режим. Полученные в результате исследования данные позволяют судить о допустимости выделения модифицированным СТАВ-методом митохондриальной ДНК шмелей рода *Bombus*, пригодности праймеров COI-for-Bt и COI-rev-Bt для амплификации 446 н. п. последовательности участка гена CO1, возможности использования данного фрагмента для ДНК-баркодинга *B. terrestris* и *B. lucorum*.

## Литература

1 Обзор свойств и методов исследования митохондриальной ДНК / Е. Н. Воропаева [и др.] // Journal of Siberian Medical Sciences. – 2016. – №3. – С. 8.

2 Potentiality of the COX1 gene in the taxonomic resolution of soil fungi / C. Molitor [et al.] // FEMS Microbiology Letters – 2010. – Vol. 302, iss. 1 – P. 76–84.

3 Biological identifications through DNA barcodes / P. Hebert [et al.] // Proc. Biol. Sci. – 2003. – Vol. 270, iss. 1512. – P. 313–321.

УДК 546.76:594.3:556.5(476.2-21Гомель)

*Д. В. Шафранская*

## СОДЕРЖАНИЕ КОБАЛЬТА В ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ ВОДОЕМА ГОРОДА ГОМЕЛЯ

*В статье рассматривается вопрос о содержании и накоплении кобальта в высших водных растениях водоемов г. Гомеля. В результате исследований определены уровни содержания кобальта в высшей водной растительности г. Гомеля. В озерах Володькино и У-образное содержание кобальта в растениях превышало фон в 1,5–2,1 раза. В старичном комплексе превышение фоновой величины в 1,5 раза отмечено в 2020 г. Для растений участка реки выше черты города в 2021 г. концентрация металла в 2,3 раза было выше, чем фоновый показатель и только в оз. Шапор на протяжении всего периода исследований содержание кобальта в растениях не превышало фоновую величину.*

**Цель работы** – изучить содержание кобальта в высших водных растениях водоемов г. Гомеля и прилегающих территориях.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проводились на водоемах с различным характером антропогенной нагрузки. Для исследования были выбраны воздушно-водные растения: осока острая (*Carex acuta*), тростник южный (*Phragmites australis*), рогоз остролистный (*Typha angustifolia*), камыш озерный (*Schoenoplectus lacustris*). Отбор проводился согласно методике [1]. Растения исследовались без корневой системы. Перед доставкой в лабораторию растения тщательно ополаскивались в воде водоема для удаления загрязнения с листьев и стеблей. Исследования проводились в летний период (2019–2021 года). Определение содержания тяжелых металлов в пробах проводилось на базе Государственного научного учреждения «Институт радиобиологии НАН Беларуси» на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой с пробоподготовкой образцов в системе микроволнового вскрытия.

Для исследования были выбраны следующие водные экосистемы, имеющие различный характер антропогенной нагрузки: старичный комплекс, не имеющий видимой антропогенной нагрузки и расположенный на 10–12 км выше черты города по течению; оз. Володькино и участок р. Сож в д. Кленки, который расположен выше черты города; участок р. Сож в парковой зоне и ниже административной черты г. Гомеля принимает весь

поверхностный сток с территории города и воду водоемов городской территории, имеющих выход в р. Сож; озера Дедно и Шапор принимают поверхностные стоки с территорий предприятий г. Гомеля, а оз. Дедно контактирует с отстойником сточных вод, предприятий г. Гомеля; в озера У-образное и Любенское поступает поверхностный сток не только с территории города, но и с огородов частного сектора, расположенного вдоль берега.

Результаты исследования и их обсуждение.

Единой динамики содержания кобальта в высших водных растениях в изучаемых водоемах за весь период исследований не наблюдалось (рисунок 1).

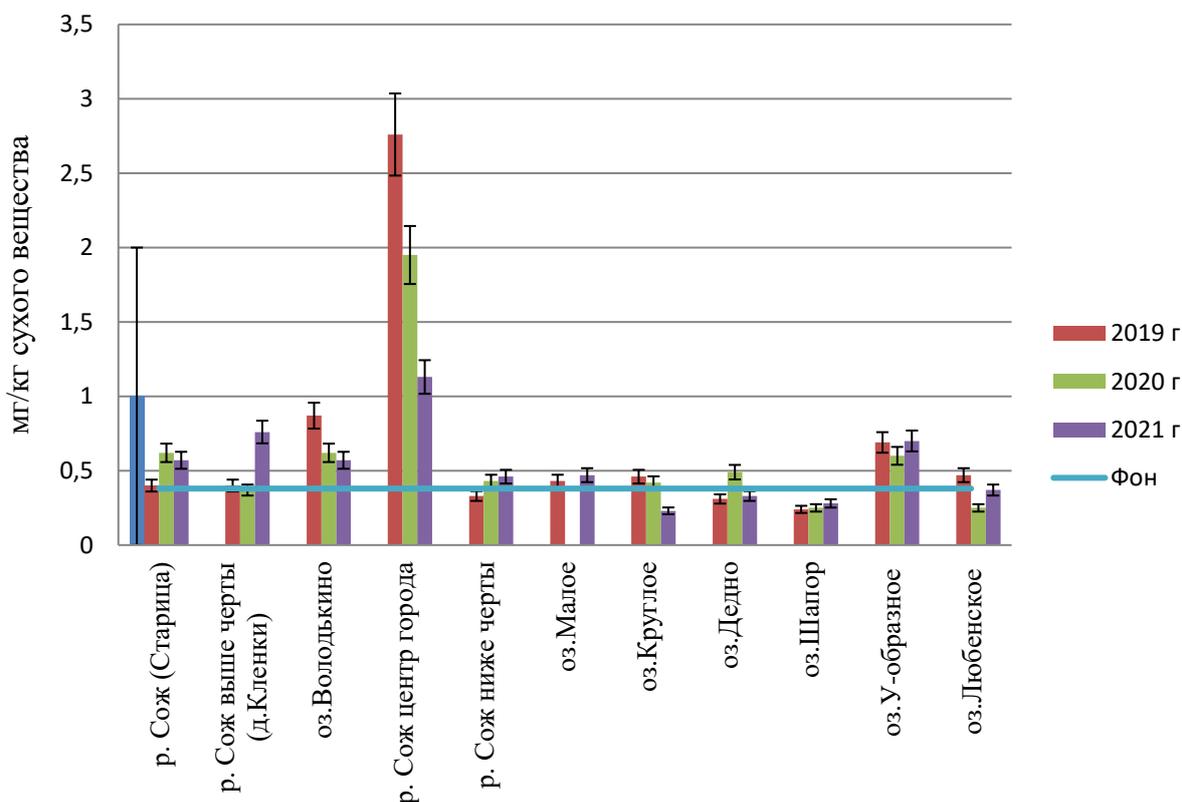


Рисунок 1 – Содержание кобальта в воздушно-водных растениях в водоемах г. Гомеля (мг/кг)

Снижение содержания концентрации соединений кобальта отмечено для растений участка р. Сож парковой зоны, оз. Володькино и Круглое. Это может свидетельствовать как о снижении антропогенной нагрузки на водные экосистемы, так и об отсутствии в поверхностном стоке, поступающем в данные водоемы, соединений кобальта. У растений, отобранных в р. Сож ниже черты города и в оз. Малое, содержание металла за весь период исследования увеличивалось, что может объясняться поступлением загрязненного поверхностного стока в вышеназванные водные экосистемы. Участок р. Сож ниже черты города принимает поверхностный сток со всей территории города, а также воду городских водных экосистем, имеющих связь с р. Сож, что может являться причиной однонаправленного увеличения содержания соединений кобальта в высших водных растениях в течение всего периода исследования.

В оз. Малое поступает вода из городских ливневок, а также поверхностный сток с территории троллейбусного парка, автомобильной стоянки, железной дороги, что значительно загрязняет водоем [3]. Увеличение содержания соединений металла в растениях оз. Шапор, хоть и незначительно, но может являться следствием вторичного загрязнения водоема, когда металлы в донных отложениях переходят в доступные для растений формы.

Увеличение содержания металла в растениях оз. Дедно к 2020 г. подтверждает увеличение содержания металла в поверхностном стоке, идущем в водоем, а снижение концентрации кобальта в растениях озера в 2021 г. свидетельствует о работе механизма блокировки, который включается при значительном загрязнении компонентов водных экосистем для сохранения стабильного состояния живых организмов [2].

У растений озер У-образное и Любенское, а также участка р. Сож выше черты города по течению определена единая динамика содержания кобальта: в 2020 г. концентрация металла снижается в сравнении с 2019 г. и увеличивается к 2021 г. Для растений участка р. Сож содержание кобальта увеличилось в 1,5 раза, что не было характерно для растений озер Любенское и У-образное, хотя озера располагаются в черте города и испытывают значительно большую антропогенную нагрузку, чем на данном участке. Значительное содержание соединений кобальта у растений участка р. Сож, расположенного выше черты города, требует более детального изучения.

Концентрация кобальта в растениях старичного комплекса увеличилась к 2020 г., что скорее указывает об увеличении доступности металла в отложениях водоема и о протекании процесса самоочищения, чем об увеличении загрязнения старицы. В 2021 г. содержание металла в растениях старичного комплекса снизилось, но незначительно. Различия в содержании кобальта в растениях старицы в 2020–2021 гг. не являются достоверными, что также указывает об отсутствии антропогенной нагрузки на водную экосистему. Однако концентрация кобальта в растениях старичного комплекса не является минимальной в сравнении с другими изучаемыми водоемами. На участке р. Сож выше и ниже черты города в озерах Малое и Шапор содержание металла в 2021 г. в воздушно-водных растениях было выше, чем в 2019 и 2020 г. Минимальное содержание металла практически на протяжении всего периода исследований отмечено в оз. Шапор, принимающем поверхностный сток с территории промышленных предприятий микрорайона «Новобелица». Максимальная концентрация металла характерна для участка р. Сож парковой зоны, что в 1,3–1,8 раза выше, чем на участке реки ниже административной черты города. Возможно, поверхностный сток, поступающий в реку на участке парковой зоны загрязнен соединениями кобальта, но, по нашим предположениям, в донных отложениях на участке реки в районе парка соединения металла находится в доступности для растений в форме. Близкое к максимуму содержание металла определено у растений в озерах У-образное и Володькино, хотя водоемы сильно отличаются по антропогенному воздействию и данный факт требует дальнейшего изучения. У растений участка р. Сож парковой зоны содержание металла на протяжении всего периода исследований превышало фоновую концентрацию в 3,25–7,25 раза. В озерах Володькино и У-образное содержание кобальта в растениях превышало фон в 1,5–2,1 раза. В старичном комплексе превышение фоновой величины в 1,5 раза отмечено в 2020 г. Для растений участка реки выше черты города в 2021 г. концентрация металла в 2,3 раз было выше, чем фоновый показатель и только в оз. Шапор на протяжении всего периода исследований содержание кобальта в растениях не превышало фоновую величину.

В ходе исследований 2019–2021 гг. установлено превышение фоновой концентрации кобальта в высших водных растениях, произрастающих во всех исследуемых водоемах. Наибольшее содержание исследуемого металла выявлено в растительных образцах, отобранных в р. Сож (центр г. Гомеля).

## Литература

1 Абакумов, В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В. А. Абакумов. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.

2 Катанская, В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР: Методы изучения / В. М. Катанская. – Ленинград : Наука, 1981. – 187 с.

3 Савченко, В. В. Микроэлементы в водных растениях Беларуси / В. В. Савченко, И. К. Вадковская // Природопользование. – 1996.– Вып. 1. – С. 124–127.

УДК 595. 799

*А. Е. Шван*

### ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ШМЕЛЕЙ (РОД *BOMBUS*) ЛУГОВЫХ, ЛЕСНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЖЛОБИНСКОГО И ГОМЕЛЬСКОГО РАЙОНОВ

Статья посвящена изучению видового состава шмелей (род *Bombus*) на территории Жлобинского и Гомельского районов. Рассчитаны коэффициент биологического разнообразия и относительное обилие представителей рода *Bombus* на изучаемых стационарах. Видовое разнообразие рода *Bombus* в районе исследований составляет около 62,5 % от фауны Беларуси. Зарегистрировано 17 видов шмелей и 3 вида шмелей-кукушек.

В основу настоящей статьи положены исследования видового состава и популяционной структуры шмелей (род *Bombus*), проведенные на луговых, лесных и антропогенных ландшафтах г. Жлобина и учебно-научной базы Ченки «Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины» Гомельского района, в летний период 2021–2023 гг.

Отлов шмелей велся по стандартной методике, определение проводилось с помощью определителя [1, с. 508–518]. На территории Жлобинского района зарегистрировано 16 видов шмелей, из них два вида шмелей-кукушек, а в Гомельском районе – 13 видов шмелей, из них два вида шмелей-кукушек. Относительное обилие отловленных особей в Гомельском и Жлобинском районах представлено на рисунках 1, 2.

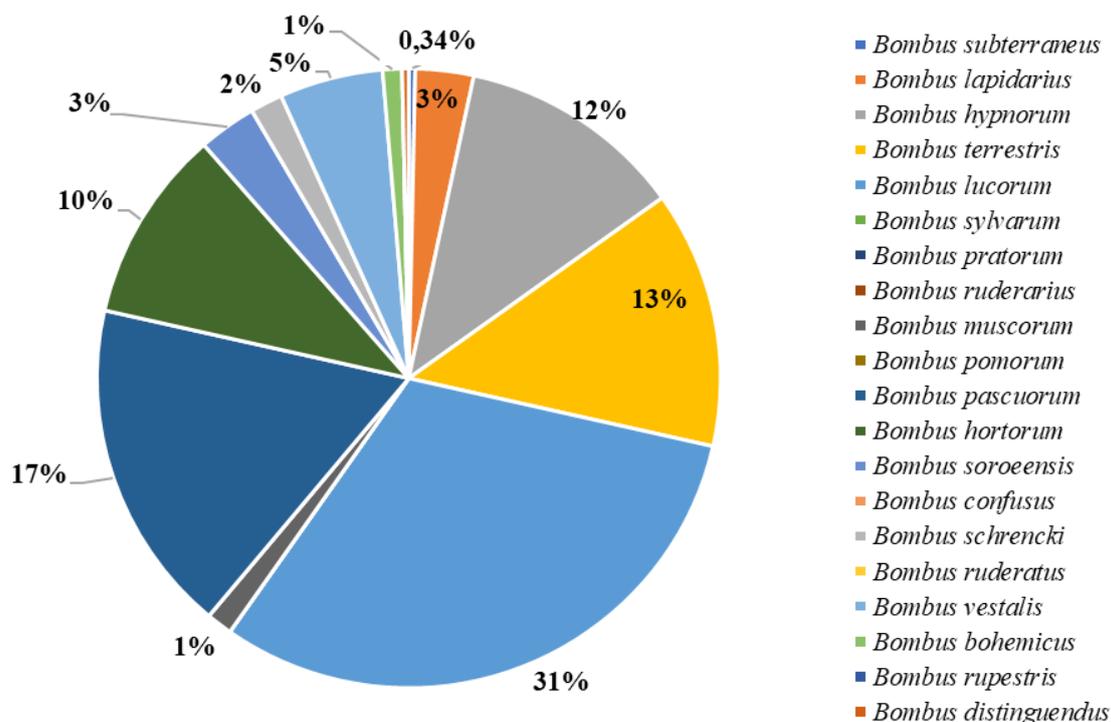


Рисунок 1 – Относительное обилие шмелей в Гомельском районе