

экологическими условиями. Абиотические факторы, влияющие на обитателей поверхности мхов, – это выраженная амплитуда суточных температур, прямая инсоляция и очень низкие значения pH в результате катионообменной способности сфагновых мхов. Вследствие этих условий верховые болота населяют специализированные животные, называемые тирфобионтами [1]. *Agonum ericeti* является одним из тирфобионтов, видов, которые обитают исключительно на верховых болотах. Это дает основание считать данный вид индикатором экологических условий естественных верховых болот. Однако, специальные материалы об экологических предпочтениях *Agonum ericeti* в Белорусском Поозерье крайне ограничены [3–4].

Цель работы – изучить биотопические предпочтения и особенности фенологии *Agonum ericeti* в условиях Белорусского Поозерья.

Материал и методы. Материал собран методом почвенных ловушек. Сборы проводились с конца апреля до конца октября 2018 г с интервалом 10-14 дней в окрестностях д. Каменполье (Миорский р-н, Витебской обл.). Стационарами для исследований были открытые участки, сосновые редколесья и грядово-мочажинные комплексы. Поскольку данные соответствовали закону нормального распределения (Shapiro–Wilk test, $W > 0,05$), для сравнения выборок применили однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), выполненный в программе PAST 3.0. Тест Левене (Levene's test) использован для выявления гомогенности дисперсии, тест Тьюки (Tukey's pairwise comparisons) – для апостериорных сравнений.

Результаты и их обсуждение. На территории Белорусского Поозерья *Agonum ericeti* имеет одно поколение в год. Вид зимует на стадии имаго и становится активным в конце апреля. В начале мая зарегистрировано наибольшее число особей в большинстве местообитаний. В начале августа появляются имаго нового поколения. Жуки остаются активными до первых заморозков в ноябре.

Agonum ericeti отмечен в моховом ярусе всех исследованных местообитаний (таблица 1). При этом, средние показатели динамической плотности в целом достоверно различались ($df=2$, $F=39,09$, $p=0,003$). Апостериорные сравнения показали, что среднее число выявленных особей значимо выше ($p < 0,05$) в открытых местообитаниях окрайки, тогда как самое низкое – в сосновых редколесьях.

Таблица 1. Показатели динамической плотности *Agonum ericeti* в различных местообитаниях

Показатель	Открытые участки	Сосновые редколесья	Грядово-мочажинные комплексы
Минимальное число экземпляров	98	20	40
Максимальное число экземпляров	112	38	68
Среднее число экземпляров	310	83	162
Стандартная ошибка	34,33	7,67	4,10

Заключение. Жужелица *Agonum ericeti* на территории Белорусского Поозерья приурочена исключительно к верховым болотам, что определяет ее потенциал как биоиндикатора. Вид отмечен во всех наиболее типичных местообитаниях верхового болота. Наибольшим числом имаго характеризуются открытые местообитания.

1. Spitzer, K. Insect biodiversity of boreal peat bogs / K. Spitzer, H. V. Danks // Annual Review of Entomology. – 2006. – Vol. 51. – P. 137–161.
2. Sushko, G. Beetles (Coleoptera) of Raised Bogs in North-Western Belarus / G. Sushko // Baltic Journal of Coleopterology. – 2007. – Vol. 7, N 2. – P. 207–214.
3. Sushko, G. Spatial distribution of epigeic beetles (Insecta, Coleoptera) in the "Yelnia" peat bog / G. Sushko // Baltic Journal of Coleopterology. – 2014. – Vol. 14, n. 2. – P. 151–161.
4. Sushko, G.G. Zoogeographic composition of the insect fauna (Odonata, Coleoptera, Lepidoptera) in the raised bogs of Belarusian Lakeland / G.G. Sushko // Entomological review. – 2014. – Vol. 94, n. 1. – P. 40–48.

МЕТОД РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТИВОВ НА ПРИМЕРЕ ПЕРМАНГАНАТА КАЛИЯ

Гринь И.В.¹, Кочетков А.Ю.²,

¹студент 1 курса ВГМУ, г. Витебск, Республика Беларусь

²учитель химии ГУО «Средняя школа № 2», г. Гродно, Республика Беларусь

Научный руководитель – Гусакова Е.А., канд. биол. наук, доцент

В Республике Беларусь наблюдается рост количества загрязняющих веществ – бытовых и промышленных отходов (с 239 до 1415 тыс. тонн). Пропорционально росту количества опасных промышленных выбросов повышается и количество обезвреженных или вовлечённых во вторичную переработку опасных отходов производства (с 324 до 1113 тыс. тонн) [1].

Принятые в нашей стране концепции по охране окружающей среды диктуют требования по экономному и рациональному использованию химических веществ, их вторичной переработке.

При проведении лабораторных работ в образовательных учреждениях, обеспечивающих получение высшего химического и фармацевтического образования, а также в средних учебных заведениях, активно используется перманганат калия, в частности, при лабораторном способе получения кислорода. Оставшийся после проведения данных работ марганецсодержащий отход, как правило, утилизируется. Однако, нами предложен способ его рационального использования.

Промышленный синтез перманганата калия начинается со сплавления диоксида марганца с гидроксидом калия в присутствии окислителей. Затем полученный плав выщелачивают водой и проводят реакцию превращения манганата калия в перманганат реакцией диспропорционирования при кипячении, обработкой раствора плава газообразным оксидом углерода (IV), хлором, электролизом раствора манганата [2].

Имеются и другие способы получения перманганата калия, в которых основное значение уделяется снижению себестоимости и уменьшению количества технологических операций. В патенте РФ № 2376246 [5] предложен способ синтеза перманганата калия из надпероксида калия и диоксида марганца в присутствии углерода. В патенте РФ № 2069183 [3], рассмотрен твердофазный метод синтеза перманганата калия, согласно которому окисление диоксида марганца осуществляют надпероксидом калия в среде кислорода под давлением. Конечный продукт при последнем способе синтеза содержит от 70 до 80 процентов основного вещества. Предложенные методы являются удобными в практическом отношении, но не могут использоваться в промышленном синтезе из-за высокой стоимости исходного вещества – надпероксида калия.

Цель работы: разработать метод регенерации перманганата калия из отработанного реактива как способ внутрилабораторной утилизации марганецсодержащего отхода.

Материал и методы. Для проведения синтеза брали навеску отработанного перманганата калия массой 25 г. Взвешивание проводили на теххимических весах с точностью $\pm 0,01$ г. Навеску растворяли в 500 мл дистиллированной воды. Полученный раствор кипятили в колбе с обратным холодильником в течение 60 мин. Охлажденный раствор с осадком диоксида марганца фильтровали под вакуумом с использованием бумажного пористого фильтра. Полученный диоксид марганца многократно промывали водой и прокаливали в тигле. Раствор, оставшийся после фильтрации, содержащий растворенный перманганат калия, аккуратно упаривали в выпарительной чашке. Полученный твердый остаток представляет собой перманганат калия с примесью гидроксида калия. Для оценки качества полученного перманганата калия определяли его общее содержание в полученном реактиве. Валидирование проводили окислительно-восстановительным титрованием стандартным 0,1 М раствором тиосульфата натрия [4]. Обработку полученных данных проводили с помощью программы Microsoft EXCEL (Microsoft inc.).

Результаты и их обсуждение. Предложенный нами лабораторный метод регенерации перманганата калия из отработанного реактива включает в себя три стадии синтетической цепочки: кипячение, фильтрование, выпаривание. В основе метода лежит реакция диспропорционирования (дисмутации) манганата калия в водном растворе при его кипячении: $3\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + 4\text{KOH}$.

Общая масса продуктов синтеза составляет 23,05 г. Потери в ходе синтеза составили 1,95 г или 7,8%. Основная масса реактивов теряется при проведении операций взвешивания, фильтрования, кипячения раствора, из-за адсорбции продуктов синтеза на стенках химической посуды. Из 25 г отработанного перманганата калия получается 13,28 г диоксида марганца и 9,77 г перманганата калия. Перманганат калия, полученный в ходе синтеза, отнесен к категории «технический», т.к. он содержит примесь гидроксида калия. Массовая доля перманганата калия в полученном реактиве составила 59%.

Полученный реактив пригоден при проведении качественного анализа, в частности при обнаружении двойных связей в органических соединениях, при получении кислорода, проведении реакций с участием перманганата калия в щелочной среде. В ходе синтеза также получается ценный побочный продукт – диоксид марганца, который может быть использован как катализатор при проведении некоторых реакций.

Для использования в количественном анализе необходима дальнейшая очистка перманганата калия и его перекристаллизация. Перспективными методами выделения твердого перманганата калия из раствора могут быть его вымораживание под действием низких температур, высаливание, кристаллизация из пересыщенного раствора.

Заключение. Данный способ регенерации перманганата калия может использоваться как лабораторный способ регенерирования химического реактива в рамках школы, университета, научно-исследовательского учреждения, так и в промышленных масштабах путем организованного сбора марганецсодержащих отходов и их дальнейшей переработки. Предложенный метод отличается чрезвычайной простотой, практически осуществим в условиях химической лаборатории.

Достоинством метода является использование в качестве исходного вещества манганата калия, что существенно снижает стоимость процесса регенерации и упрощает его технологию. Таким образом, реализация предложенного метода регенерации перманганата калия позволяет не только уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду, но и снизить расходы на закупку этого реактива научно-исследовательскими учреждениями.

1. Докурно, Г. С. Проблема обращения с отходами производства в Республике Беларусь / Г. С. Докурно, А. В. Малащенко // Экологический вестник: научно-практический журнал. – 2015. – №3. – С.44–53
2. Кузьмин, А. П. Методы синтеза перманганата калия/ А. П. Кузьмин // Вестник ТГТУ. – 2012. – Т. 18, № 2. – С. 386–396.
3. Метод синтеза перманганата калия: пат. №2069183 Российская Федерация: МПК C01G45/12, C01D13/00 / А.П. Кузьмин, Г.М. Лебедева. – Оpubл. 20.11.1996.
4. Реактивы. Калий марганцовокислый. Технические условия: ГОСТ 20490-75. – Введ. 01.03.1975. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 11 с.
5. Способ синтеза перманганата калия: пат. №2376246 Российская федерация: МПК C01G45/12, C01D13/00 / Ю.А. Феропонтов, М.А. Александрова, А.В. Петрович. – Оpubл. 20.11.1996.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СООБЩЕСТВ ПТИЦ СОСНОВОГО И ЕЛОВОГО ЛЕСОВ

Жамеро Т.И., Горбачёва Н.А.,

студенты 5 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Научные руководители – Ивановский В.В., канд. биол. наук, доцент;

Лакотко А.А.

Птицы – один из важнейших компонентов экосистем, несут огромное значение в структуре сообществ и являются индикатором качества среды. Хвойные леса преобладают в республике по общей площади среди покрытых лесом земель и являются источником ценного сырья.

Цель работы – сравнительный анализ населения птиц хвойных лесов.

Материал и методы. Материал собран в период с середины апреля по конец июня на юго-востоке Могилевской области, на территории Костюковичского лесхоза с использованием метода маршрутного учета без ограничения ширины учетной полосы с последующим раздельным пересчетом Д.Хэйна в модификации Е.С. Равкина [1]. Так как обе выборки распределены не по нормальному закону, то сравнение двух выборочных совокупностей проведено с помощью непараметрических тестов в пакете анализа Past.

Результаты и их обсуждение. Всего в сосновом лесу отмечено 44 вида птиц, а в еловом – 46 (Таблица). Так как уровень значимости критерия Манна-Уитни $p > 0,05$, следовательно, рассчитанные средние ранговые значения по двум выборкам (плотность птиц сосновых и еловых лесов) статистически не отличаются. Кроме того, проверка результатов анализа с помощью теста Монте-Карло (Monte Carlo $p: 0,9094$) также не подтверждает достоверность различий.

Таблица 1 – Население птиц соснового и елового лесов (пар/км²)

Виды птиц	Сосновый лес	Еловый лес
Зяблик	105,3	94,6
Пеночка-весничка	38,2	18,2
Лесной конек	25,3	4,5
Пеночка-трещотка	23,2	1,4
Зарянка	21,1	17,7
Мухоловка-пеструшка	17,1	8,4
Чиж	15,8	25,1
Серая мухоловка	12,3	8,9
Певчий дрозд	10,5	9,2
Желтоголовый королек	8,8	21,1
Садовая славка	7,9	1,9
Лесная завирушка	5,3	5,0
Большая синица	4,4	1,9
Обыкновенная пищуха	3,9	10,0
Крапивник	3,2	8,9
Хохлатая синица	2,6	9,4
Поползень	1,6	0,7
Пеночка-теньковка	2,1	4,7
Обыкновенная кукушка	2,0	1,4
Вертишейка	1,6	0,5
Вяхирь	1,6	0,7
Рябчик	1,5	4,0
Дрозд-рябинник	1,5	0,1
Зеленая пеночка	1,3	1,3
Вальдшнеп	1,3	2,5
Снегирь	1,1	5,8
Сойка	0,8	0,2
Малая мухоловка	0,7	1,9