

В числе студенток физической культуры среднее значение израсходованных потреблением калорий варьировалась от 29 до 72 %, а среди девушек биологического факультета были выявлены значения как с низкой разницей (17 %), так и очень высокой (123 %). У юношей физической культуры разница между потреблением и расходом калорий была значительно выше, чем у юношей биологического факультета.

Таким образом, студенты физической культуры ведут активный образ жизни, при этом у них не наблюдается дефицита массы тела, так как при низкой жировой массе тела будет наблюдаться низкая работоспособность при различных тренировках. В свою очередь студенты биологического факультета менее активны – это можно объяснить тем, что большинство своего времени студенты проводят в кабинете, сидя за партами.

Интересно отметить, что избыточность массы тела была обнаружена у студентов двух факультетов. Возможно, стараясь восполнить энергетические затраты во время тренировок студенты злоупотребляют высококалорийными продуктами, а у студентов биологического факультета это может быть связано с генетической обусловленностью и сидячим образом жизни.

### Литература

1 Мисникова, И. В. Влияние физической нагрузки на обменные процессы у пациентов с метаболическим синдромом / И. В. Мисникова, Ю. А. Ковалева // Русский медицинский журнал. – 2018. – № 1. – С. 8–11.

УДК 57:[631.4:546.215]

*А. А. Шихалова*

### АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ВАРИАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАТАЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ В ПОЧВЕ

*В статье рассмотрена активность каталазы как одного из наиболее изученных и широко применимых для биомониторинга. Установлено, что по уровню обогащения ферментом почвы территорий, прилегающих к городскому полигону твердых коммунальных отходов (ТКО) г. Гомеля, характеризуются как бедные или с очень слабой активностью каталазы. Установлено наличие пространственно-временной вариации активности каталазы. На границе санитарно-защитной зоны активность каталазы снижена в 1,4 раза по сравнению с контрольным участком (2,5 км от обваловки).*

Одним из наиболее важных показателей, характеризующих состояние почвенного покрова, является ферментативная активность [1, с. 27; 2, с. 15]. Это обусловлено высокой чувствительностью биологической активности почвы к влиянию различных биотических и абиотических факторов, включая антропогенную нагрузку [1, с. 27; 3, с. 55].

Активность ферментов класса оксидоредуктаз в настоящее время широко используется для определения состояния почвы территорий, испытывающих техногенную и антропогенную нагрузки [1, с. 28; 2, с. 16; 4, с. 24]. Это обусловлено тем, что данный класс ферментов играет ведущую роль в окислительно-восстановительных процессах в почве, влияет на формы существования элементов, а также их биодоступность.

Наиболее изученным и широко применимым для биомониторинга ферментом является каталаза, которая участвует в процессах расщепления перекиси водорода, образующейся при автоокислении многих органических веществ. Активность каталазы – устойчивый и информативный показатель, применимый в почвенной энзимологии [5, с. 1482].

Цель проведенного исследования заключалась в установлении пространственно-временной вариации каталазной активности в почве.

Объектами исследования служили образцы почв, отобранные на территориях, сопредельных с городским полигоном ТКО г. Гомеля. Данный полигон характеризуется высокой мощностью, со среднегодовой нагрузкой равной примерно 870 тыс. м<sup>3</sup>/год.

Отбор почвенных образцов проводился в июне–октябре 2021–2022 гг. на глубину 0–20 см на различном удалении от санитарно-защитной зоны полигона (СЗЗ).

Определение активности каталазы проводили по методу Джонсона и Темпле [6, с. 135]. Активность выражали в см<sup>3</sup> O<sub>2</sub>/г почвы, что позволило применить для оценки состояния почвы исследуемой территории оценочные шкалы Звягинцева [7, с. 239], Хазиева [8, с. 135] и Гапонюка, Малахова [9, с. 111] (таблица 1).

Таблица 1 – Шкала оценки степени обогащенности почв каталазой

По Звягинцеву		По Гапонюку, Малахову; Хазиеву	
степень обогащенности почвы ферментом	значения активностей	активность каталазы в почве	значения активностей
очень бедная	менее 25	очень слабая	менее 1
бедная	25–75	слабая	1–3
средняя	75–250	средняя	3–10
богатая	250–750	высокая	10–25
		очень высокая	более 30

Результаты определения каталазой активности почвы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Активность каталазы почв территорий, граничащих с санитарно-защитной зоной полигона ТКО г. Гомеля

Сезон	Активность каталазы	
	2021 г	2022 г
Лето (июнь)	<u>0,099–0,659</u> 0,329	<u>0,085–0,513</u> 0,294
Осень (октябрь)	<u>0,099–0,494</u> 0,349	<u>0,051–0,317</u> 0,184

Примечание –  $\frac{\text{min} - \text{max}}{\text{среднее}}$  значение активности

Сопоставление диапазонов вариации активности каталазы в исследуемых почвах позволило оценить состояние почвенного покрова по Звягинцеву как очень бедное или с очень слабой активностью каталазы, согласно шкале Гапонюка, Малахова и Хазиева.

Было установлено, что значения активности каталазы в 2022 г. снизились в 1,4 раза по сравнению с аналогичными результатами, полученными в 2021 г. Наибольшие различия отмечены для осенних показателей: убыль активности в 2022 г. составила 47,3 % по отношению к 2021 г. Активность каталазы за летний период снизилась на 10,6 %.

Для проведения статистической обработки результатов исходно осуществлена проверка на нормальное распределение показателей. По результатам проверки установлено нормальное распределение значений показателей активности каталазы, так как  $p$  больше 0,05, что позволяет нам использовать методы параметрической статистики (рисунок 1).

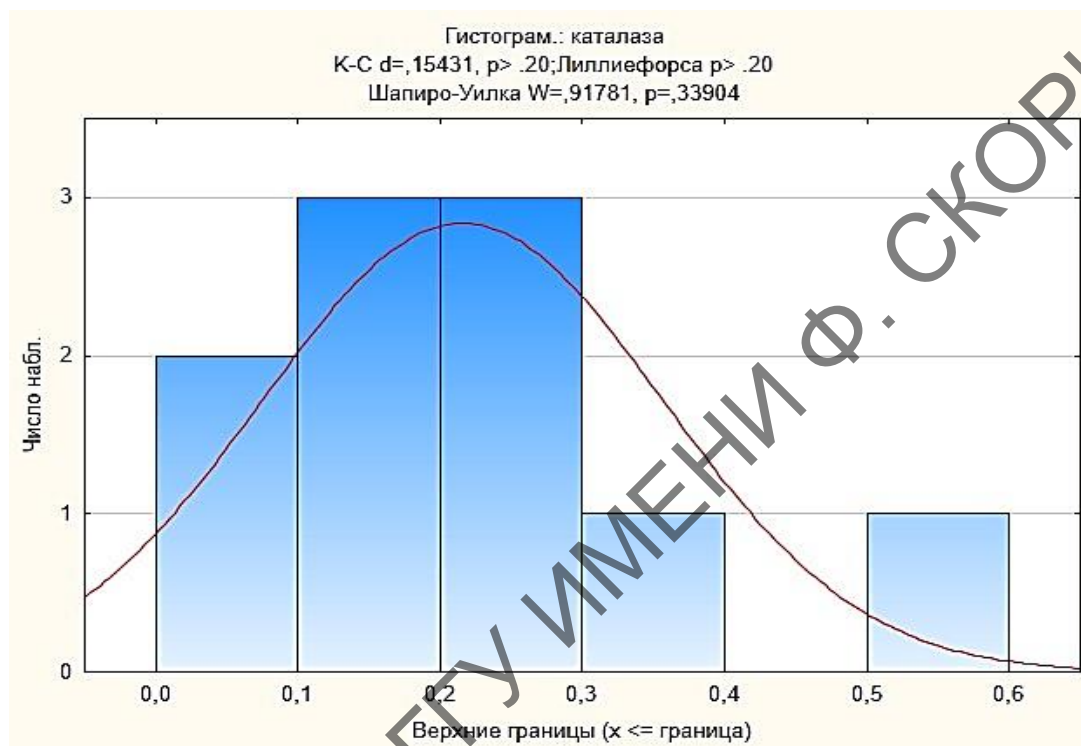
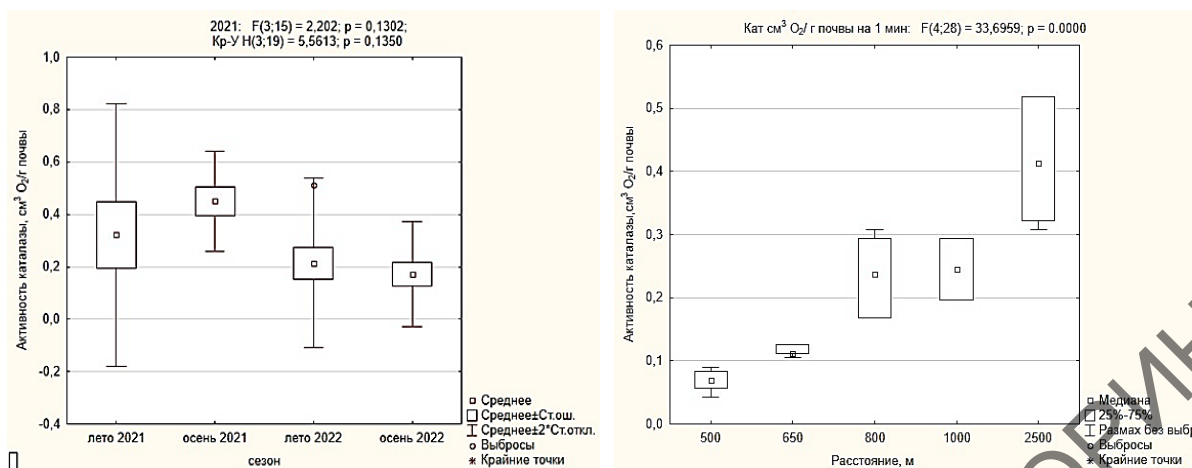


Рисунок 1 – Проверка на нормальное распределение показателей активности каталазы в почве

Для установления возможной пространственно-временной вариации активности каталазы, проведен однофакторный дисперсионный анализ.

Сравнение значений активности каталазы, полученных за период наблюдений 2021–2022 гг., не выявило наличие достоверных сезонных и годовых отличий, что подтверждено результатами однофакторного дисперсионного анализа. Однако статистически значимыми оказались различия показателей активности каталазы в осенние периоды 2021–2022 гг. (рисунок 2а). Это может быть связано с различиями гидротермических режимов в указанные периоды. Согласно работам исследователей, изучающих ферментативную активность почвы в различные периоды года, к факторам, оказывающим наибольшее влияние, относятся температура и влажность [10, с. 169].

Для установления возможного влияния гидротермических факторов на активность каталазы в почве нами приведены средние показатели температуры и количество выпавших осадков за анализируемый период (таблица 3) [11]. Согласно приведенным данным, температурные показатели изменялись незначительно, однако количество осадков в октябре 2022 г. увеличилось в 128 раз относительно 2021 года, что могло стать причиной в различии активности фермента в указанные периоды.



а) Сезонная динамика показателей активности каталазы за период 2021–2022 гг.

б) Зависимость активности каталазы от степени удаленности от обваловки полигона ТКО г. Гомеля

Рисунок 2 – Пространственно-временная вариативность активности каталазы

Таблица 3 – Гидротермические показатели за 2021–2022 гг.

2021		2022	
Октябрь	Июнь	Октябрь	Июнь
Среднемесячная температура, °С			
7,2	21,2	9,2	21,0
Сумма осадков, мм			
0,8	69	103	21

Установлена тенденция к возрастанию активности каталазы почвы по мере удаления от обваловки полигона. Активность каталазы почвы в зоне контроля (2,5 км от обваловки) в 10 раз превышала значения, установленные для почв на границе СЗЗ полигона (рисунок 26). Полученные результаты могут являться косвенным доказательством влияния полигона на состояние почв сопредельных территорий.

Таким образом, проведенный анализ пространственно-временной вариации активности каталазы в почве территорий, сопредельных с полигоном ТКО г. Гомеля, выявил достоверные различия активности по мере удаления от СЗЗ полигона. Однако, для выявления устойчивых тенденций изменения показателей ферментной активности почвы целесообразно продолжить исследования в течение более длительного периода.

### Литература

- 1 Перминова, Е. М. Каталазная активность подзолистых почв и ее изменение при естественном лесовосстановлении на вырубках среднетаежных еловых лесов / Е. М. Перминова [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – № 18 (1). – С. 27–33.
- 2 Звягинцев, Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев. – Москва : Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.

3 Гулько, А. Е. Фенолоксидазы почв: продуцирование, иммобилизация, активность / А. Е. Гулько, Ф. Х. Хазиев // Почвоведение. – 1992. – № 11. – С. 55–67.

4 Хазиев, Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазиев. – Москва : Наука, 2005. – 252 с.

5 Даденко, Е. В. Изменение ферментативной активности при хранении почвенных образцов / Е. В. Даденко [и др.] // Почвоведение. – 2009. – № 2. – С. 1481–1486.

6 Хазиев, Ф. Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв / Ф. Х. Хазиев. – Москва : Наука, 1982. – 203 с.

7 Звягинцев, Д. Г. Биологическая активность почв и шкала для оценки некоторых ее показателей / Звягинцев Д. Г. // Почвоведение. – 1978. – № 6. – С. 48–54.

8 Хазиев, Ф. Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв / Ф. Х. Хазиев. – Москва : Наука, 1982. – 203 с.

9 Казеев, К. Ш. Почвоведение. Практикум : учеб. пособие для СПО / К. Ш. Казеев, С. А. Тищенко, С. И. Колесников. – Москва : Издательство Юрайт, 2017. – 257 с.

10 Славинская, А. В. Ферментативная активность почв с учетом сезонной динамики в предгорной зоне Крыма / А. В. Славинская // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2021 – № 7 (73). – С. 169–179.

11 Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belgidromet.by/ru/>. – Дата доступа: 25.03.2023.