

АНАЛИЗ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Почва – сложная и динамичная экосистема, в которой протекают разнообразные биохимические процессы, определяющие ее плодородие и устойчивость. Благодаря ферментативной активности в почве поддерживается определенный биохимический гомеостаз, обеспечивается непрерывность процессов метаболизма даже в условиях, неблагоприятных для жизнедеятельности микроорганизмов.

Ключевую роль в формировании плодородия почвы и образовании гумусовых веществ играют почвенные ферменты, в частности, полифенолоксидаза (ПФО) и пероксидаза (ПО). Активность этих ферментов отражает интенсивность разложения органического вещества, трансформацию ароматических соединений и участие в процессах гумификации. Понимание биологического значения ПФО и ПО в почве имеет важное значение для оценки качества почвы, прогнозирования ее устойчивости к загрязнению и разработки эффективных стратегий управления почвенными ресурсами.

Полифенолоксидазы могут находиться в почве как в свободном, так и в связанном состоянии, основная их функция – участие в биосинтезе гумусовых кислот за счет катализа реакций окислительной полимеризации ароматических соединений с участием кислорода воздуха [1]. Пероксидазы поступают в почву в виде прижизненных выделений корней растений и микроорганизмов. Эти ферменты присутствуют в почве как в свободном состоянии, так и могут быть связаны в органо-минерально-ферментные комплексы. Основная функция пероксидаз – регулирование биосинтеза гумусовых кислот за счет катализа реакций окислительной полимеризации ароматических соединений с участием кислорода из перекиси водорода [2].

Целью данных исследований являлось изучение биологической активности почвы в условиях длительной антропогенной нагрузки.

Отбор проб для анализа осуществлялся в июле 2025 года на территории, сопредельной с Гомельским полигоном твердых коммунальных отходов (ТКО). Пробные площадки закладывались на различном удалении от границ тела полигона (500–1000 м), контрольные участки размещались на удалении около 2500 м. Анализировались образцы окультуренной и неокультуренной почвы, отобранные на глубину 0–20 см. Определение активности ферментов проводили по методике К.А. Козлова [3].

По отношению активности полифенолоксидазы к активности пероксидазы были рассчитаны индексы гумификации (ИГ), отражающие условия для потенциальной возможности накопления гумусовых веществ в почве при разложении органического вещества (таблице 1).

Как показал анализ данных, активность полифенолоксидазы варьировалась в диапазоне от 0,086 до 0,556 мл 0,01н I₂/1 г почвы, что позволило охарактеризовать ее уровень как низкий (менее 1 мл 0,01н I₂/1 г почвы). Диапазон значений активности пероксидазы составлял от 0,83 до 2,13 мл 0,01н I₂/1 г почвы и соответствовал преимущественно низким (менее 1,8) и средним (1,8–3) значениям показателя. Отмечали тенденцию к некоторому возрастанию активностей данных ферментов по мере удаления от границ санитарно-защитной зоны (СЗЗ) полигона ТКО г. Гомеля. По сравнению с почвой контрольной площадки, расположенной на удалении 2,5 км от границ полигона, активность полифенолоксидазы в почве у границы СЗЗ была снижена в 3,5 – 6,4 раза для неокультуренной и окультуренной почвы соответственно (за исключением участков на границе СЗЗ, где размещены поля фильтрации). В случае активности пероксидазы различия составляли 1,8 – 2,3 раза. Это может быть связано с антропогенной нагрузкой на территории, создаваемой при длительной эксплуатации полигона высокой мощности.

Таблица 1 – Значения активности полифенолоксидазы, пероксидазы и индекса гумификации

№	Отдаленность площадок проб отбора от границ тела полигона (окультуренная/неокультуренная почва)	Активность полифенолоксидазы (в мл 0,01 н I ₂ /1 г)	Активность пероксидазы (в мл 0,01 н I ₂ /1 г)	Индекс гумификации
1	500 м (неокультуренная)	0,510±0,026	2,13 ±0,15	0,24
2	650 м (окультуренная)	0,086±0,009	0,79 ±0,07	0,12
3	850 м (окультуренная)	0,160±0,017	0,95 ±0,04	0,17
3а	850 м (неокультуренная)	0,143±0,013	0,83 ±0,04	0,17
4	1000 м (окультуренная)	0,288±0,021	1,20 ±0,04	0,24
4а	1000 м (неокультуренная)	0,250±0,019	1,15 ±0,03	0,22
5	2500 м (неокультуренная)	0,507±0,021	1,93 ±0,14	0,26
5а	2500 м (окультуренная)	0,556±0,031	1,42 ±0,18	0,39

Низкая активность полифенолоксидазы обуславливала достаточно низкие индексы гумификации: от 0,12 до 0,24, включая почвы контрольных участков, где ИГ составлял 0,26–0,39. Это согласуется с невысоким содержанием гумуса в почве (до 2,5 %) и указывает, преимущественно, на процессы его деструкции. Существенных различий между почвами, находящимися под естественным залужением (неокультуренные почвы) и используемых в качестве сельхозугодий не выявлено. Данные по активности ферментов, полученные в летний период 2025 года были сопоставлены с ранее полученными результатами за аналогичные периоды 2021–2022 года (таблица 2).

Таблица 2 – Годовая динамика активности ферментов в почве в мл 0,01 н I₂ / г почвы

Значение активности	Активность ферментов					
	2021 год		2022 год		2025 год	
	ПФО	ПО	ПФО	ПО	ПФО	ПО
min – max	0,29–1,05	0,75–1,96	0,21–0,87	0,21–1,99	0,09–0,56	0,79–2,13
средняя	0,92	1,42	0,49	1,07	0,31	1,30

Годовая динамика активности ферментов может быть связана с рядом факторов, в том числе, с различием гидротермических условий.

Список использованных источников

1. Якушев, А. В. Зависимость активности полифенолпероксидаз и полифенолоксидаз в современных и погребенных почвах от температуры / А. В. Якушев, И. Н. Кузнецова, Е. В. Благодатная // Почвоведение. – Москва, 2014. – № 5. – С. 590–596.
2. Самусик, Е. А. Полифенолоксидазная и пероксидазная активность дерновоподзолистых почв в условиях воздействия выбросов предприятия по производству строительных материалов / Е. А. Самусик, Т. П. Марчик, С. Е. Головатый // Экология. – Минск, 2019. – № 3. – С. 65–79.
3. Даденко, Е. В. Методы определения ферментативной активности почв / Е. В. Даденко, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2021. – 176 с.