

**Фортуна М.В., студентка гр. 101м-22-1 спеціальності 101 Екологія**  
**Науковий керівник: Борисовська О.О., к.т.н., доцентка, завідувачка кафедри**  
**екології та технологій захисту навколишнього середовища**  
(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФІТОТОКСИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВТОРИННОГО ПЕТФ МЕТОДАМИ БІОІНДИКАЦІЇ

Поліетилентерефталат (ПЕТФ) є одним з найбільш широко використовуваних полімерів у світі. Згідно зі звітом аналізу світового ринку споживання ПЕТФ-упаковки, проведеного компанією Smithers Pira, виробництво ПЕТФ за 2013 рік становило 11,84 млн тонн. Світове споживання ПЕТФ-упаковки зростало протягом 2015 – 2019 років із середньорічними темпами на 4,0 % до 21,8 млн тонн. Дані ринкового звіту Smithers «Майбутнє ПЕТ-упаковки до 2025 року» показують, що глобальний попит у 2020 році сягав 22,65 мільйонів тонн і, за прогнозами, зростатиме протягом 2020-2025 років із середньорічним темпом 3,7 % до 27,1 мільйона тонн [1].

ПЕТФ є найпоширенішим видом пластику. Він дешевий у виробництві. Добре піддається переробці. У чистому вигляді не токсичний. Але може містити фталати та інші токсичні хімічні сполуки. Категорично не рекомендується його нагрівати та використати повторно. Термін придатності виробів – один рік.

Метою даної роботи було визначення потенційних небезпечних властивостей вторинного поліетилентерефталату, адже на сміттєзвалищах та полігонах усього світу сьогодні його вже накопичено дуже багато. Визначення фітотоксичних властивостей вторинного ПЕТФ проводилося методом біоіндикації (ростовий тест) [2].

Спостереження проводилося за проростанням редису – *Raphanus sativus L.*, сорту Сора, взятого в якості індикаторної рослини, висадженого в чашки Петрі з подрібненим вторинним ПЕТФ. Експеримент проводився за двох температур води: кімнатної та кип'ятку (100 °C). Перед висадженням насінин індикаторної рослини в ті чашки, куди заливався кип'яток, чекали 10 хвилин, щоб вода охолола до кімнатної температури. Для дослідження було обрано вторинний пластик з ПЕТ-пляшок 5 кольорів: зелений, білий, коричневий, блакитний і прозорий. Дослідження на кожен колір пластику проводилися у трьох повторностях при двох різних температурах. А також були висаджені по 3 чаші з контролем у вигляді дистильованої води кімнатної температури. Усього в експерименті досліджувалося 36 чашки Петрі. Усі зразки зберігалися в термостаті при постійній температурі 25 °C. Через кожні 24 години проводилися провітрювання чашок шляхом відкривання на декілька хвилин. Також впродовж експерименту фіксувалися темпи проростання насінин індикаторної рослини. Дослідження тривало 5 днів. Після закінчення експерименту рослини було обережно вийнято з чашок Петрі та виміряно довжину кореневої системи паростків. Після чого було зважено вологу масу паростків з кожної чашки Петрі і занесено дані в таблицю для подальшої обробки цих даних. Потім рослини було поміщено у паперові пакети і висушено протягом декількох днів, після чого знову зважено, щоб дізнатися суху масу паростків. За результатами, отриманими в ході дослідження, було виконане обчислення фітотоксичного ефекту (ФЕ), який визначається у відсотках за будь-яким біологічним параметром. Розраховується фітотоксичний ефект за формулою:

$$\text{ФЕ} = [(M_0 - M_x) \cdot 100] : M_0, \%$$

де  $M_0$  – значення біопараметра (маса рослин, висота паростків, довжина корінців та ін.) у посуді з контрольним субстратом;  $M_x$  – значення аналогічного біопараметра у посуді з досліджуваним субстратом [2]. В даному випадку обчислювалися такі

параметри: проростання насінин біоіндикатора на 2 добу, довжина коренів, волога та суха маса, а також середній фітотоксичний ефект за чотирма показниками. На рис. 1 наведені результати дослідження на 5 добу. Результати експерименту наведені в табл. 1.



Рисунок 1 - Результати ростового тесту на вторинному ПЕТФ

Таблиця 1

Фітотоксичний ефект для індикаторної рослини, спричинений ПЕТФ

Температура	Колір вторинного ПЕТФ	Значення ФЕ, %				
		ФЕ <sub>1</sub> (за проростанням на 2 добу)	ФЕ <sub>2</sub> (за довжиною коренів)	ФЕ <sub>3</sub> (за вологою масою)	ФЕ <sub>4</sub> (за сухою масою)	ФЕ <sub>ср</sub>
23 °С	Зелений	-63,16	11,52	-153,91	-35,99	-60,4
	Білий	-15,79	24,16	-1,06	-14,64	-1,8
	Коричневий	-31,58	-1,63	-11,01	-21,60	-16,5
	Прозорий	-47,37	-7,94	-56,83	-70,25	-45,6
	Блакитний	-26,32	3,60	10,34	-58,67	-17,8
100 °С	Зелений	55,17	29,53	64,30	59,34	52,1
	Білий	17,24	42,85	29,13	28,97	29,6
	Коричневий	34,48	-9,55	24,09	19,42	17,1
	Прозорий	13,79	-7,27	33,09	24,64	16,1
	Блакитний	3,45	12,21	23,30	5,38	11,1

Таким чином, ми спостерігаємо, що за кімнатної температури в 23 °С пригнічення росту рослин не відбувається, за винятком зразків з блакитним пластиком, де ФЕ за довжиною коренів складає 3,6 %, а ФЕ за вологою масою – 10,3 %. Натомість в дослідженнях зразках, де використовувався кип'яток (100 °С) спостерігається значне пригнічення росту індикаторної рослини за усіма кольорами вторинного ПЕТФ.

З результатів даного дослідження можна зробити висновок, що використання ПЕТФ за кімнатної температури не чинить негативного впливу на рослину-біоіндикатор, а отже, і на навколишнє середовище. Проте як нагрівання або наливання в ПЕТ-пляшки кип'ятку температурою 100 °С чинить негативний вплив на рослину і в рамках проведеного експерименту спричиняє фітотоксичний ефект до 50% пригнічення росту рослин.

#### Список використаних джерел:

1. Global PET packaging demand to reach \$44.1 billion in 2020 says Smithers report URL: [https://www.smithers.com/resources/2020/sept/global-pet-packaging-demand-to-reach-\\$44-1-billion](https://www.smithers.com/resources/2020/sept/global-pet-packaging-demand-to-reach-$44-1-billion) . Загол. з екрана.

2. Біоіндикація. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» / А.І. Горова, А.В. Павличенко, О.О. Борисовська, В.Ю. Грунтова, О.В. Деменко; – Д.: Національний гірничий університет, 2014. – 76 с.