

*О.В. Бригада, к.т.н., доц., А.О. Михайлова, К.В. Рихлик  
Національний університет цивільного захисту України*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ФІТОТОКСИЧНОГО ЕФЕКТУ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ**

Ефективність боротьби з пожежами значною мірою залежить від ефективності вогнегасних речовин, до яких належать водні, газові та аерозолеві вогнегасні речовини, вогнегасні порошки та піноутворювачі для гасіння пожеж. Піноутворювачі для гасіння пожеж застосовуються для гасіння відносно невеликої кількості пожеж. Разом з тим, застосування піноутворювачів у багатьох випадках (наприклад, під час пожеж у резервуарах для зберігання горючих рідин) є практично єдиним можливим або найбільш ефективним способом гасіння пожежі [1].

Токсичні властивості піноутворювачів в основному зумовлені сполуками, що входять до їх складу. Останні дослідження токсичних властивостей піноутворювачів для гасіння пожеж свідчать про те, що найтоксичнішими є піноутворювачі, які містять у своєму складі сполуки фтору. Наразі токсичність піноутворювачів для гасіння пожеж добре досліджена для водних об'єктів, а також їх вплив на гідробіонтів за допомогою таких тест-об'єктів найпростіші, водорості, риби тощо. Проте немає достатньої інформації щодо впливу складових піноутворювачів на ґрунт та рослини. Саме це зумовлює актуальність даної роботи.

Для експериментальних досліджень було обрано 3 піноутворювачі різного складу. Для біоіндикаційних досліджень в якості тест-об'єктів використовували насіння льону та крес-салату. Ці рослини відповідають вимогам, що пред'являються до біоіндикаторів: швидка відповідь, надійність (помилка < 20 %), простота використання [2]. Для визначення фітотоксичності водних розчинів піноутворювачів для гасіння пожеж проведено експериментальні дослідження з використанням насіння льону та крес-салату за регламентованими методиками [3, 4].

Фітотоксичний ефект розчинів піноутворювачів для гасіння пожеж на тест-реакції рослин розраховували за формулою:

$$ФЕ = \left( \frac{M_0 - M_x}{M_0} \right) 100, \quad (1)$$

де  $M_0$  – середня довжина кореня (пагона) на контрольному ґрунті, мм;

$M_x$  – середня довжина кореня (пагона) на забрудненому ґрунті, мм.

Вплив рівня фітотоксичності ґрунту, забрудненого розчинами піноутворювачів, на ріст рослин визначали за шкалою рівнів токсичності ґрунтів [5, 6].

Порівняльну характеристику фітотоксичних ефектів досліджуваних водних розчинів піноутворювачів за льоном та крес-салатом наведено на рис. 1 та 2.

Як видно з наведених даних, найбільший фітотоксичний ефект (високий токсичний рівень за шкалою токсичності) за всіма концентраціями спостерігався в досліді з водними розчинами піноутворювача № 2.

Як видно з даних рис. 2, за крес-салатом водні розчини всіх піноутворювачів в концентраціях 1 та 2% спричиняють фітотоксичний ефект вище за середній, а в концентрації 0,5 % - середній рівень токсичності.

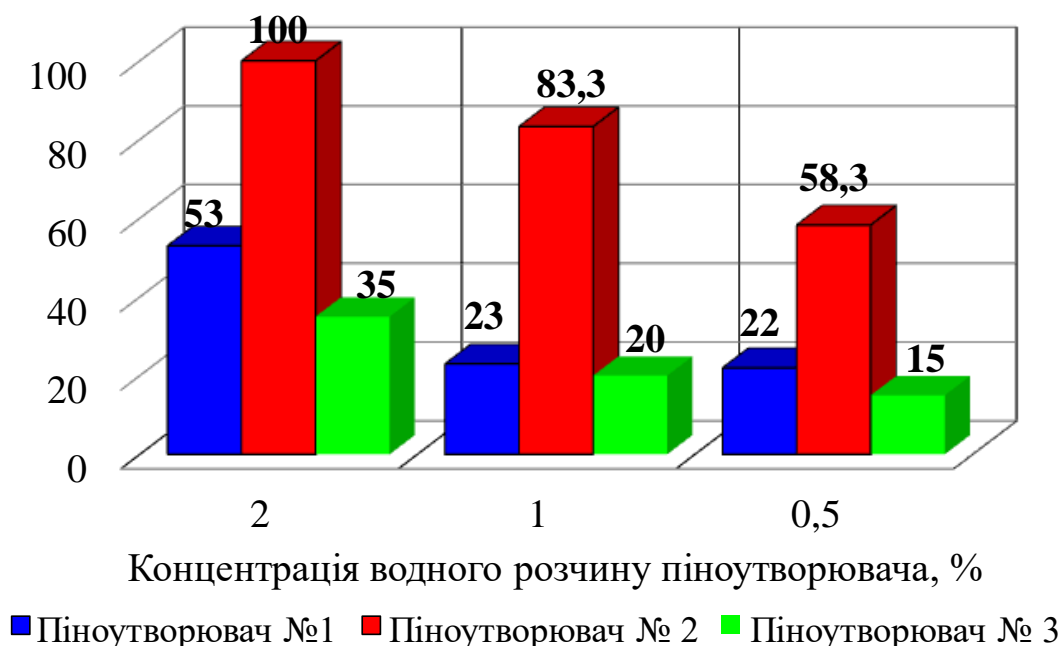


Рис. 1. Фітотоксичні ефекти розчинів піноутворювачів за льоном

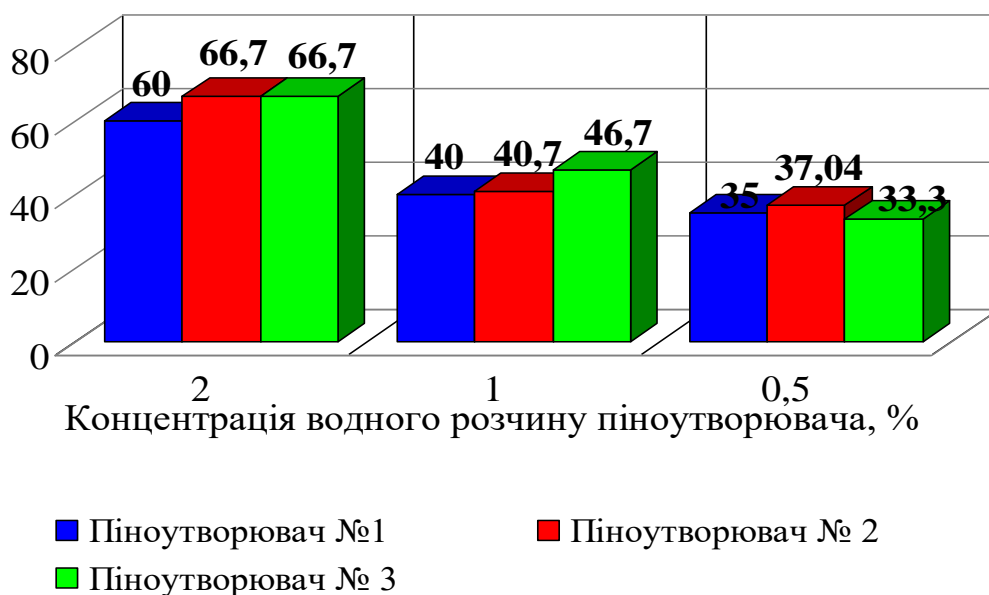


Рис. 2. Фітотоксичні ефекти розчинів піноутворювачів за крес-салатом

За всіма показниками найбільший токсичний ефект (від середнього до максимального рівня токсичності) спостерігався у дослідженнях з водними розчинами піноутворювача № 2.

Найменший токсичний ефект (за крес-салатом) виявив водний розчин піноутворювача № 3, рівень токсичності якого коливався від відсутнього або слабкого до середнього.

В якості рекомендацій можна відзначити, що використання піноутворювача для гасіння пожеж № 2 призведе до забруднення ґрунтів, поверхневих та підземних вод токсичними речовинами, пригнічення діяльності флори, фауни та мікробіоти тощо. Щодо

піноутворювачів № 1 та 3 - вони вимагають додаткових токсикологічних досліджень – наприклад, визначення гострої токсичності та біорозкладаності.

Наразі науковці намагаються розробляти піноутворювачі для гасіння пожеж зі значно меншим ризиком для довкілля: з використанням компонентів для піноутворювачів, які дозволяють утворення піни високої продуктивності, але мають високу біорозкладаність та малу токсичність, а отже, є більш безпечними для навколишнього середовища [7].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Слущка О.М. Удосконалення системи оцінювання якості піноутворювачів для гасіння пожеж: дис. Пожежна безпека: 21.06.02 Львів, 2019. 178 с.
2. Дідух Я.П. Біоіндикація та біомоніторинг. К.: Наукова думка, 2012. 361 с.
3. Якість ґрунту. Визначання дії забрудників на флору ґрунту. Ч. 1. Метод визначення гальмівної дії на ріст коренів (ISO 11269-1:1993, IDT): ДСТУ ISO 11269-1:2004. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 14 с.
4. Якість ґрунту. Визначання дії забрудників на флору ґрунту. Ч. 2. Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин (ISO 11269-2:1995, IDT): ДСТУ ISO 11269-2:2002. К.: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.
5. Бешлей З.М., Бешлей С.В., Баранов В.І., Терек О.І. Використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності техногенно забруднених субстратів. Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер.: Біологія. 2014. Вип. 1. С. 97-102.
6. Григорчук І.Д. Використання рослинних біоіндикаторів для оцінки токсичності ґрунтів на території м. Кам'янця Подільського. *Biological systems*. Vol. 8. Is. 2. 2016. С. 212-218.
7. Development of eco-friendly soap-based firefighting foam for forest fire. Kawahara T., Hatae Sh., Kanyama T., Ishizaki Y., Uezu K. *Environ. Control Biol.*, 2016. 54 (1). P. 75-78.

*O.V. Bryhada, Cand. Sc (Tech.), Assoc. Prof., A.O. Mykhailova, K.V. Rykhlyk  
National University of Civil Defence of Ukraine*

## DETERMINATION OF THE PHYTOTOXIC EFFECT OF FIRE EXTINGUISHING FOAM

Using the methods of bioindication, experimental studies were conducted on the toxic effect of aqueous solutions of fire extinguishing foam on soils. Phytotoxic effects of fire extinguishing foam for extinguishing fires of different compositions were determined, as well as toxicity levels that allow predicting the impact of foaming agents on the environment.