

ВПЛИВ НАФТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ І ГУМАТІВ НА РІСТ РОСЛИН МІСКАНТУСУ

Подан І.І., Джура Н.М.

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, 79005, м. Львів, Україна
iruna.podan@gmail.com

Показано, що нафтозабруднені ґрунти пригнічували ростові показники *Miscanthus giganteus*. Застосування гуматів (гуміфілд форте і фульвітал плюс) – обприскування надземної частини у процесі вегетації – покращувало загальну життєздатність міскантусу в умовах нафтового забруднення: рослини активно нагромаджували біомасу, розвивали потужну кореневу систему і надземну частину, в листках збільшувався вміст фотосинтетичних пігментів. Проведені дослідження можуть бути використані для підвищення стресостійкості й урожайності міскантусу в умовах нафтового забруднення та під час розроблення фітореMediaційних технологій відновлення нафтозабруднених територій. *Ключові слова:* нафтозабруднені ґрунти, гумати, *Miscanthus giganteus*, фотосинтетичні пігменти, фітореMediaція.

Влияние нефтяного загрязнения и гуматов на рост растений мискантуса. Подан И.И., Джура Н.М. Показано, что нефтезагрязненные почвы подавляли ростовые показатели *Miscanthus giganteus*. Применение гуматов (гумифилд форте и фульвитал плюс) – опрыскивание надземной части в процессе вегетации – улучшало общую жизнеспособность мискантуса в условиях нефтяного загрязнения: растения активно накапливали биомассу, развивали мощную надземную часть, в листьях увеличивалось содержание фотосинтетических пигментов. Проведенные исследования могут быть использованы для повышения стрессоустойчивости и урожайности мискантуса в условиях нефтяного загрязнения и при разработке фитореMediaционных технологий восстановления нефтезагрязненных территорий. *Ключевые слова:* нефтезагрязненные почвы, гуматы, *Miscanthus giganteus*, фотосинтетические пигменты, фитореMediaция.

Influence of oil pollution and humates on growth of miscanthus plants Podan I.I., Dzhura N.M. It was studied that oil-polluted soil suppresses growth parameters of *Miscanthus giganteus*. Humates application (Humifield Forte and Fulvital Plus) – spraying on the above-ground part in the process of vegetation – improved the general viability of *Miscanthus giganteus* in conditions of oil pollution: plants accumulated biomass actively and developed powerful above-ground part, the content of photosynthetic pigments was increased in the leaves. The research can be used for increase of stress resistance and crop capacity of *Miscanthus giganteus* in conditions of oil pollution and for the development of phytoreMedia technologies for the recovery of oil-contaminated areas. *Key words:* oil-polluted soil, humates, *Miscanthus giganteus*, photosynthetic pigments, phytoreMedia.

Постановка проблеми. Техногенне забруднення довкілля має глобальний характер. Нафтовидобувна і нафтопереробна галузі промисловості за наслідками впливу на природне середовище створюють багатопланові проблеми. Негативна дія нафти на ґрунт полягає у порушенні водно-повітряного балансу, зменшенні вологоємності ґрунту, блокуванні доступності мінеральних речовин унаслідок гідрофобізації поверхні ґрунтових частинок важкими фракціями вуглеводнів, пригніченні біологічних процесів токсичними компонентами нафти. Відновлення родючості ґрунтів, охорона їх від забруднення є однією з найскладніших наукових проблем сучасності, потребує проведення комплексу фізико-хімічних і біологічних заходів. Актуальним та важливим, як у теоретичному, так і в прикладному аспектах, є розроблення нових способів ремедіації нафтозабруднених ґрунтів [1; 2; 3].

Актуальність дослідження. Процес фітоочищення полягає у створенні стійких штучних насаджень рослин, толерантних до нафтового забруд-

нення, тобто таких, які мають високу еластичність механічних тканин, здатність коренів рости в щільному ґрунті з порушеною аерацією. Відомо, що довгокореневищні види, зокрема *Carex hirta* L., відзначаються найбільшою стійкістю до несприятливих умов нафтозабруднених екотопів, що дає підстави рекомендувати їх для фітореMediaції нафтозабруднених територій [1]. Досліджено участь *Faba bona* Medic. (*Vicia faba* L.) у відновленні нафтозабруднених ґрунтів. Показано, що рослини *V. faba* суттєво знижували фітотоксичність і вміст нафтопродуктів у забруднених ґрунтах [2].

Аналіз останніх літературних джерел підтвердив важливість фітотехнології з вирощуванням міскантусу гігантського для очищення і поліпшення якості ґрунтів, забруднених важкими металами внаслідок військової діяльності, та використання його біомаси для виробництва твердих видів біопалива (гранул або брикетів) [5; 6].

В Україні промислові площі міскантусу збільшуються, тому виникає потреба у вивченні та

впровадженні у виробництво ефективних технологій догляду за рослинами, встановленні науково обґрунтованих параметрів і прийомів вирощування біомаси [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У попередніх наших дослідженнях вивчено вплив тривалого нафтовидобутку на ґрунт і рослинний покрив Старосамбірського нафтового родовища. Проаналізовано температурний режим, кислотність і фітотоксичність цих ґрунтів. Установлено видовий склад рослин досліджуваної території. Проведені дослідження дають змогу зробити висновок, що ґрунти в регіоні потребують впровадження заходів, які забезпечили б поліпшення їхнього якісного стану, зокрема визначення оптимальних умов для проведення фітореMediaції [3].

Міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*) – багаторічна трав'яниста інтродукована енергетична рослина, що вирізняється високою врожайністю та здатністю рости на бідних на органічні речовини та забруднених ґрунтах [5]. Міскантус розмножується вегетативно – ризомами (rhizome) – це частина кореневища, яка містить бруньки. Рекомендують вирощувати міскантус на малопродуктивних ґрунтах, не придатних для вирощування інших сільськогосподарських культур [6].

Біологічні особливості міскантусу вдало поєднуються із цілою низкою цінних господарських характеристик – висока адаптивність, ефективне використання потенціалу території, висока продуктивність і низька собівартість біомаси, яку можна збирати щорічно за допомогою звичайних комбай-

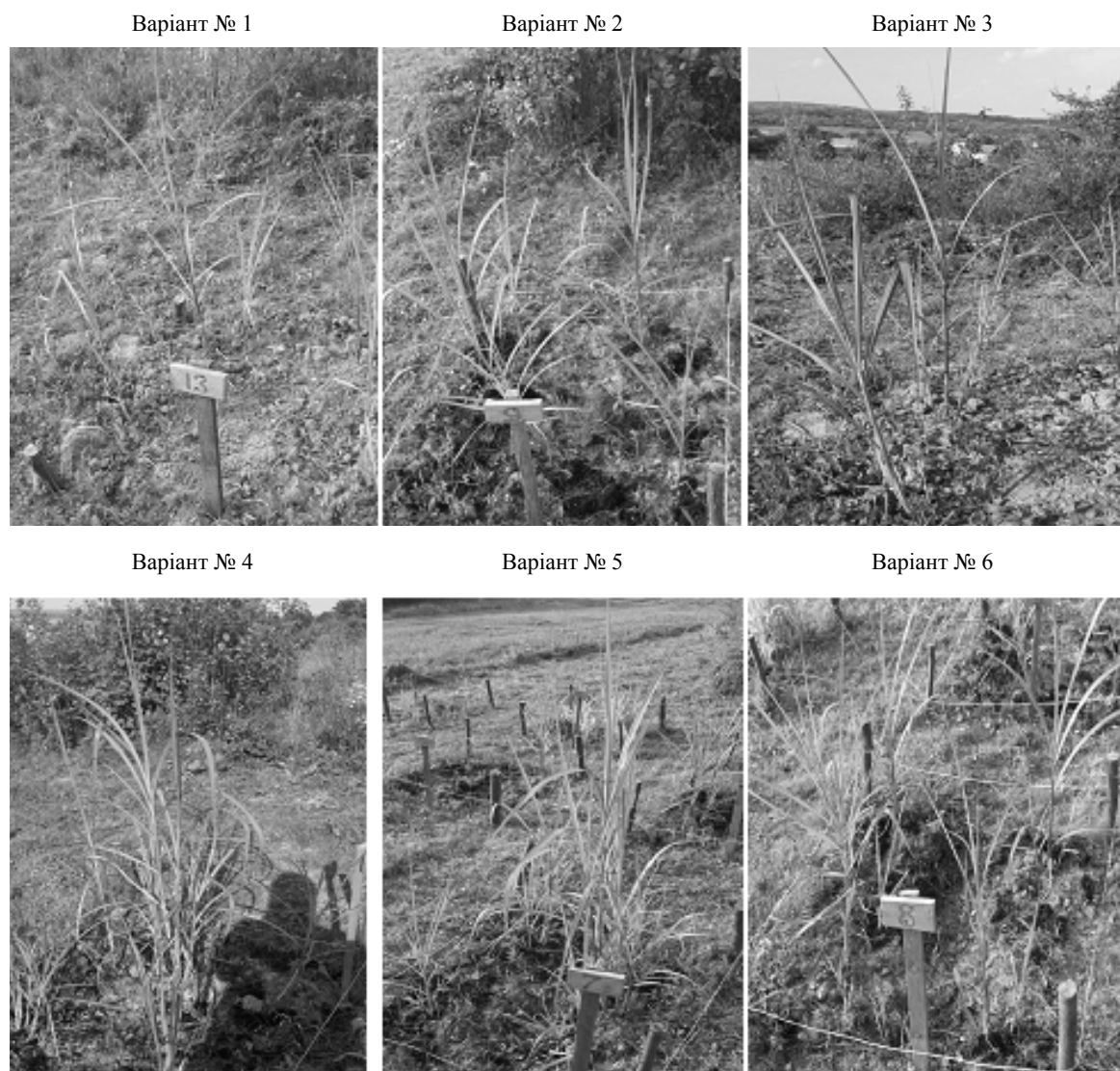


Рис. 1. Дослідна ділянка для вивчення впливу нафтового забруднення і гуматів на ріст рослин міскантусу

№ 1 – контроль (ґрунт без нафти, рослини без гуматів); № 2 – нафтове забруднення, рослини без гуматів;

№ 3 – контроль (ґрунт без нафти) + фульвітал (обприскування); № 4 – контроль (ґрунт без нафти) +

гуміфілд (обприскування); № 5 – нафтове забруднення + фульвітал (замочення та обприскування);

№ 6 – нафтове забруднення + гуміфілд (замочення та обприскування)

нів. Отримана маса може безпосередньо використуватися для вироблення тепла або перероблятися в паливні брикети чи гранули [6].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Відомо, що гумінові препарати стимулюють

ріст і розвиток рослин та покращують якість рослинної продукції [4]. Гуміфілд і фульвітал є поліфункціональними препаратами з біозахисними властивостями, що забезпечують активний ріст і розвиток культури, формування високого та якісного врожаю, підвищують стресостійкість рослин до несприятли-

Таблиця 1

Ростові показники міскантусу за впливу нафтового забруднення і гуматів (липень 2018 р.)

Варіанти	Висота пагона, см	Ширина листків, см
№ 1 – контроль (грунт без нафти, рослини без гуматів)	86,5 ± 5,1	1,5 ± 0,1
№ 2 – нафтове забруднення, рослини без гуматів	84,0 ± 2,2	1,4 ± 0,1
№ 3 – контроль (грунт без нафти) + фульвітал (обприскування)	75,0 ± 4,1	1,4 ± 0,1
№ 4 – контроль (грунт без нафти) + гуміфілд (обприскування)	80,0 ± 5,0	1,5 ± 0,1
№ 5 – нафтове забруднення + фульвітал (замочування та обприскування)	108,3 ± 5,1	1,7 ± 0,2
№ 6 – нафтове забруднення + гуміфілд (замочування та обприскування)	82,5 ± 4,2	1,4 ± 0,1

Варіант № 1



Варіант № 2



Варіант № 3



Варіант № 4



Варіант № 5



Варіант № 6



Рис. 2. Рослини міскантусу за впливу нафтового забруднення і гуматів

вих умов довкілля [8]. Проте вплив цих препаратів на ефективність вирощування міскантусу на нафтозабруднених ґрунтах досі не вивчався.

Метою роботи було дослідити вплив нафтового забруднення і гуматів на ріст міскантусу гігантського (*Miscanthus giganteus*).

Методика дослідження. Досліди закладали в польових умовах поблизу Старосамбірського нафтового родовища Львівської області в березні 2018 року. Ділянки глинистого ґрунту розміром 1 м² забруднювали сировою нафтою в кількості 10 л/м². Контролем був глинистий ґрунт без нафти. Перед висаджуванням міскантусу ризоми замочували в розчинах препаратів *гуміфілд форте* і *фульвітал плюс* (0,2 г на 1 л води). У фазі вегетації двічі проводили обприскування надземної частини рослин цими препаратами.

Варіанти дослідних ділянок представлено на рисунку 1.

Рослинні зразки для аналізу відбирали у липні, серпні та вересні 2018 року. У свіжозібраному рослинному матеріалі визначали ростові показники і вміст фотосинтетичних пігментів за загальноприйнятою методикою [7].

Виклад основного матеріалу. За результатами дослідження (табл. 1, рис. 2) встановлено, що застосування фульвіталу покращувало ріст і розвиток міскантусу в умовах нафтового забруднення: середня висота пагонів становила 108,3±5,1 см (варіант № 5), а це на 25% більше ніж за впливу нафтового забруднення без гуматів (варіант № 2).

Варто підкреслити, що саме за впливу нафтового забруднення і фульвіталу (варіант № 5) спостерігали розвиток потужної кореневої системи й активне нагромадження надземної біомаси, тоді як у контролі (варіант № 3) висота пагонів міскантусу була меншою майже на 30%. Аналіз результатів досліджень вказує на стимулюючу дію сумісного впливу нафтового забруднення і фульвіталу на ростові показники міскантусу. Причини такого ефекту потребують

додаткового пояснення і будуть вивчатися у подальших дослідженнях.

Очевидно, що шкідливий вплив смолянисто-альфальтенових компонентів нафти на ґрунтові екосистеми змінює водно-повітряний режим і фізико-хімічні властивості ґрунту, а це призводить до порушення біодоступності елементів мінерального живлення для рослин і створює їх дефіцит. Тоді як *фульвітал плюс* – стимулятор росту та дефіцит-коректор елементів живлення рослин [8]. Обприскування надземної частини фульвіталом забезпечувало позакореневе живлення міскантусу основними мінеральними елементами (S, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn) і солями фульвових кислот, що могло стимулювати швидке нагромадження вегетативної маси і посилювати природний імунітет рослин в умовах нафтового стресу.

Відомо, що рослини міскантусу відносяться до енергетичних рослин групи C4, здатних інтенсивно акумулювати енергію сонця впродовж вегетаційного періоду та мають високу стійкість до хвороб і шкідників [6].

Пігментна система більшості рослин чутлива до забруднення середовища. Вміст хлорофілів у листках рослин є однією з найвиразніших характеристик адаптації фотосинтетичного апарату рослин до несприятливих умов довкілля. Виходячи з цього, ми досліджували динаміку вмісту фотосинтетичних пігментів у листках міскантусу за впливу нафтового забруднення та гуматів (рис. 3, 4).

Найбільший вміст фотосинтетичних пігментів спостерігали на ранніх етапах росту рослин (11.07.2018 р.). За впливу нафтового забруднення і фульвіталу (варіант № 5) вміст хлорофілу *a* (рис. 3А) і хлорофілу *b* (рис. 3Б) в листках дослідних рослин у 1,5 рази більший, ніж у варіанті № 2 (рослини за впливу нафтового забруднення без гуматів). Навіть відсутність впливу нафти і обприскування фульвіталом не дало такого ефекту (варіант № 3).

Поряд із хлорофілами важливу роль у фотосинтетичних реакціях рослин відіграють і каротиноїди,

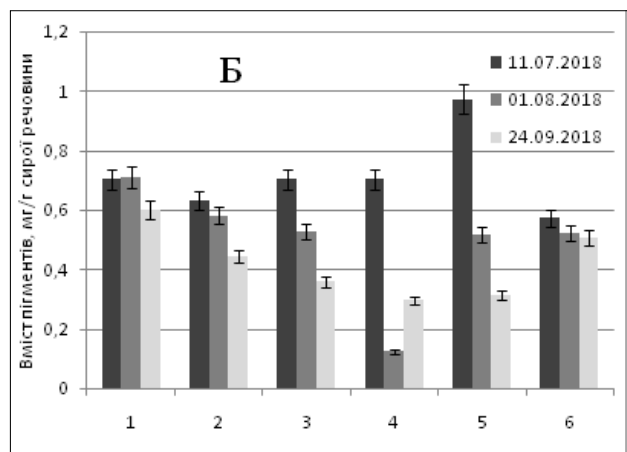
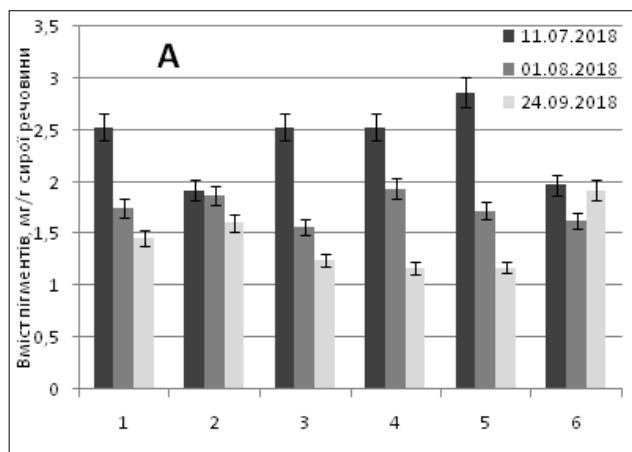


Рис. 3. Вміст хлорофілу *a* (А) і хлорофілу *b* (Б) у листках міскантусу за впливу нафтового забруднення і гуматів

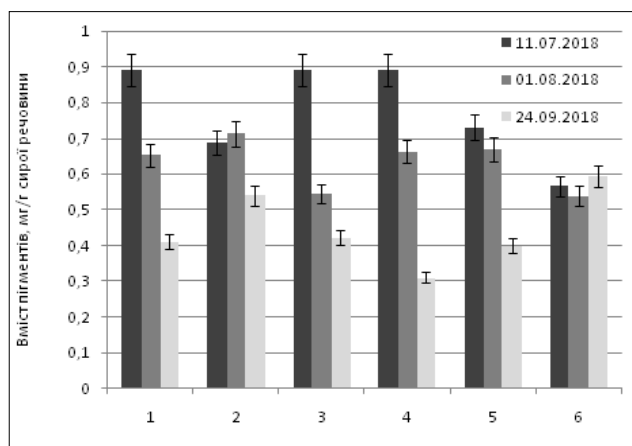


Рис. 4. Вміст каротиноїдів у листках рослин міскантусу за впливу нафтового забруднення та гуматів

які не тільки вловлюють і постачають додаткову світлову енергію до реакційних центрів фотосистем I і II, але й захищають фотосистеми від деструктивної дії світла і кисню. У більшості випадків вони менш чутливі до впливу стресів, ніж хлорофіли.

За впливу нафтового забруднення вміст каротиноїдів у листках міскантусу (рис. 4, варіант 2) був менший на 30% у порівнянні з рослинами, які росли на ґрунті без нафти (варіант 1), а також на ґрунті без нафти за впливу гуматів – варіанти 3, 4. Застосування фульвіталу на нафтозабруднених ґрунтах несуттєво збільшувало вміст каротиноїдів (варіант 5 відносно варіанту 2).

У процесі вирощування міскантусу на нафтозабрудненому ґрунті та за впливу позакореневого обприскування гуміфілдом виявили, що вміст фотосинтетичних пігментів у листках дослідних рослин залишався стабільним на всіх етапах досліджень (варіант № 6, рис. 3, 4).

Гуміфілд форте – антистресант на основі гумату амонію – найактивніша форма гумату: прискорює ріст кореневої системи, покращує якісні показники врожаю, підвищує стійкість до різних стресів [8]. Результати досліджень показали, що навіть у кінці вегетації (24.09.2018 р.) за впливу гуміфілду на нафтозабруднених ґрунтах (варіант 6, рис. 4) вміст каротиноїдів у листках міскантусу був максимальним у порівнянні з іншими варіантами.

Головні висновки. Нафтозабруднені ґрунти пригнічували ростові показники *Miscanthus giganteus*. Застосування гуматів (гуміфілд форте і фульвітал плюс) – обприскування надземної частини у процесі вегетації – покращувало загальну життєздатність міскантусу в умовах нафтового забруднення: рослини активно нагромаджували біомасу, розвивали потужну кореневу систему і надземну частину, в листках збільшувався вміст фотосинтетичних пігментів.

Отримані результати дослідження можуть бути використані для підвищення стресостійкості й урожайності міскантусу в умовах нафтового забруднення та під час розроблення фіторе mediaційних технологій відновлення нафтозабруднених територій.

Література

1. Пат. 60481 Україна, МПК (2011.01) A01B 79/02 (2006.01) B09C 1/00. Спосіб фітоочищення нафтозабруднених ґрунтів / Н.М. Джура, О.І. Романюк, О.М. Цвілинюк, О.І. Терек: заявники – Львівський національний університет імені Івана Франка, Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України, власник – Львівський національний університет імені Івана Франка. – № u2010 12943; Заявл. 01.11.2010; Опубл. 25.06.2011 р.; Бюл. № 12, 2011. 9 с.
2. Джура Н.М. Перспективи фіторе mediaції нафтозабруднених ґрунтів рослинами *Faba bona Medic. (Vicia faba L.)*. Вісник Львівського університету. Сер. біол. 2011. Вип. 57. С. 117–124.
3. Джура Н.М., Подан І.І. Екологічні наслідки довготривалого нафтовидобутку на Старосамбірському родовищі. Вісник Львівського університету. Сер. біол. 2017. Вип. 76. С. 120–127.
4. Горова А.І., Павличенко А.В., Височин Л.В. Використання гумінових речовин для відновлення ґрунтів у гірничодобувних регіонах. Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. (9 жовт. 2015 р., Дніпропетровськ) ; за ред. В.І. Чорної. Дніпропетровськ : Арбуз, 2015. С. 50–51.
5. Медков А. та ін. Вплив регуляторів росту рослин на адаптивні властивості Міскантусу гігантського (*Miscanthus giganteus*) для виробництва біомаси на ґрунтах, забруднених важкими металами. Біологічні студії. 2017. Том. 11. № 3–4. С. 100–101.
6. Агрономічні аспекти вирощування міскантусу гігантського (*Miscanthus giganteus*) як сировини для виробництва твердого біопалива на забруднених внаслідок військової діяльності ґрунтах / Т.Р. Стефановська та ін. Біологічні студії. 2017. Том. 11. № 3–4. С. 99–100.
7. Мусієнко М.М., Паршикова Т.В., Славний П.С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 200 с.
8. URL: www.agrotechnosouz.com.ua.