

## ТОКСИЧНИЙ ВПЛИВ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТУ НА ҐРУНТИ

О. Ф. Бабаджанова, Ю. Г. Сукач

УДК 504.064:632.08

Article info

Received 26.01.2017

Львівський ДУ безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна

Наведено результати дослідження фітотоксичності бурого та сірого лісових ґрунтів, забруднених газовим конденсатом. Оцінювання токсичності ґрунтів проведено на основі тест реакцій крес-салату *Lepidium sativum* L. Досліджено вплив різних концентрацій газового конденсату в бурому і сірому лісовому ґрунтах на ростові показники крес-салату. Виявлено, що гальмування росту і розвитку рослин пропорційне ступеню забруднення газовим конденсатом. Забруднення з концентрацією 1-2 % практично не впливає на схожість насіння крес-салату, але пригнічує розвиток їх паростків і коренів. Установлено, що газовий конденсат проявляє більший токсичний ефект на довжину кореня у бурому лісовому ґрунті та на висоту стебла у сірому лісовому ґрунті.

**Ключові слова:** сірий лісовий ґрунт, бурий лісовий ґрунт, фітотоксичність, крес-салат, газовий конденсат.

**Постановка проблеми.** Нафта та нафтопродукти є одними з найбільш поширених та небезпечних забруднювачів. Під час видобутку, транспортування, перероблення та зберігання нафти та її похідних відбувається забруднення навколишнього природного середовища нафтовими вуглеводнями.

Забруднення нафтою і нафтопродуктами відрізняється від багатьох інших антропогенних впливів тим, що воно не дає постійне, а зазвичай, "залпове" навантаження на середовище, спричиняючи миттєву реакцію, яка поширюється ареалами по ландшафту (Kazenov, Arbuzov, & Kovalevskij, 1998).

Результати дослідження авторів (Маковскій, 1989; Вузмаков, 2003; Курочкіна, & Шкідченко, 2004) свідчать, що в разі нафтового забруднення відбуваються істотні зрушення в морфологічних і агрохімічних властивостях ґрунту. Відбувається склеювання структурних одиниць, сильно порушується аерація, створюються анаеробні умови, порушується окисно-відновний потенціал. Ґрунт втрачає здатність вбирати і утримувати вологу. У забрудненому ґрунті виявлено зниження нітрифікаційної здатності, зменшення вмісту нітратного азоту, рухомого фосфору й обмінного калію. Втрата родючості ґрунту пов'язана як з безпосереднім гербіцидним впливом легких фракцій нафти, так і з погіршенням агрохімічних, агрофізичних і біологічних властивостей ґрунтів (Маковскій, 1989).

У разі проникнення нафти в гумусовий горизонт відбувається склеювання ґрунтової маси. Внаслідок закупорки капілярів ґрунту нафтою порушується аерація та окисно-відновний потенціал, створюються анаеробні умови (Solnceva, 1998).

Забруднення ґрунту супроводжується сильним негативним впливом на рослини, зумовлює зміни у фізико-хімічному складі ґрунту через зростання гідрофобності та заповнення нафтою ґрунтових капілярів. З огляду на це, проблема діагностики токсичного впливу нафтових вуглеводнів на рослини у забруднених ґрунтах набуває важливого значення.

Виявлення ступеня стійкості рослин до вуглеводневого забруднення потрібне для вирішення питань, які пов'язані, з одного боку, з можливістю їх вирощування на забруднених ґрунтах, а з іншого – з використанням для відновлення порушеної ґрунтової родючості (фітореєдація).

**Постановка завдання.** Нафтопродукти завдяки високій адсорбуючій здатності ґрунту довгий час зберігаються в ньому, змінюючи його фізико-хімічні та біологічні властивості. Склеювання структурних частин ґрунту вуглеводнями призводить до зростання в'язкості і щільності ґрунтової маси, що погіршує її повітряно-водний режим. Ґрунти, просочені нафтопродуктами, втрачають здатність вбирати і затримувати вологу. Через забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами створюються анаеробні умови, змінюється окисно-відновний потенціал, порушується вуглецево-азотний баланс, змінюється вміст поглинутих основ кальцію і магнію, внаслідок цього ґрунт втрачає свою родючість, стає гідрофобним. Природне відновлення забруднених ґрунтових екосистем довготривалий і складний процес (Ріковскій, 1993).

Рослини можна вважати найбільш зручними об'єктами для біомоніторингу ґрунтів. Простота обліку ефектів та інтерпретації результатів, їх чутливість і відтворюваність робить доцільним застосування рослинних тест-систем для діагностування та оцінювання токсичності ґрунтів, забруднених нафтою і нафтопродуктами. Первинним критерієм токсичності ґрунту є оцінювання динаміки проростання насіння та кількість пророслого насіння за певний час (Grodzinskyj, Shylina, & Kusokon, 2006).

Завдання наших досліджень полягало порівняно фітотоксичності сірого та бурого лісових ґрунтів, забруднених газовим конденсатом, на прикладі крес-салату (*Lepidium sativum* L.).

**Виклад основного матеріалу.** Для дослідження обрано сірий та бурий лісовий ґрунти Львівської обл. Ґрунт для досліджень попередньо відбирали з кореневмісного шару природних територій на глибині до 20 см, з подальшим підсушуванням до повітряно-сухого стану й очищенням від коренів та інших органічних решток. У лабораторних умовах моделювали рівномірне забруднення ґрунту різними концентраціями газового конденсату, вносячи його у вологий ґрунт (70 %). Контролем використовували ґрунт без нафтопродукту.

Досліджувані ґрунти характеризуються таким механічним складом:

- Ґрунт сірий лісовий – суглинок середній піщано-глинуватий (вміст піску крупного – 18,45, дрібного –

12,26; фізичної глини – 32,85).

- Бурий лісовий ґрунт – суглинок важкий пилювато-піщаний (вміст піску крупного – 1,44, дрібного – 30,81; фізичної глини – 46,30).

Фітотоксичність ґрунту оцінювали за проростанням, довжиною кореня і висотою стебла рослини. Як тест-рослину використали крес-салат (*Lepidium sativum* L.). Вибір цієї рослини ґрунтувався на тому, що в попередніх дослідженнях (Grynchyshyn, Babadzhanova, & Sosjedko, 2014) показано ефективність її використання у фітотестуванні.

Для компенсації порушення природно-повітряного режиму забрудненого ґрунту насіння попередньо замочували на добу у дистильованій воді, що давало змогу оцінити безпосередній токсичний вплив нафтопродуктів та забрудненого ґрунту. Висаджували в кількості 20 насінин безпосередньо на ґрунт у чашках Петрі.

Пророщування рослин відбувалося у термостаті за температури 23°C протягом 6 діб. Фітооцінку токсичності забруднених ґрунтів проводили на основі тест-реакцій крес-салату: довжина кореня і висота стебла. Вимірювання проводили за допомогою лінійки або штангенциркуля. Для кожного з досліджуваних варіантів обчислювали середню довжину кореня і висоту стебла. Під час статистичного оброблення даних використовували розрахунок середніх арифметичних значень і середніх відхилень значень. Усі досліді повторювали не менше ніж 2-3 рази.

Фітотоксичний ефект визначали у відсотках (Privailova et al., 2006), щодо довжини кореневої та висоти стеблової системи. Оцінку фітотоксичності забруднених ґрунтів здійснювали за шкалою рівнів токсичності ґрунтів (Rudenko, Kostyshyn, & Morozova, 2003) для кожного з досліджуваних показників. Досліджувані ґрунти мають подібні фізико-хімічні показники (Grynchyshyn, Babadzhanova, & Sosjedko, 2014), але відрізняються за гранулометричним складом.

Для вивчення впливу забруднення ґрунтів нафтопродуктами на проростання насіння і ростові характеристики крес-салату здійснено низку досліджень. Як забруднювач використовували газовий конденсат Перещепинського родовища з підвищеним вмістом нафтових і ароматичних вуглеводнів.

Як засвідчили результати, на ґрунтах, забруднених газовим конденсатом (ГК) у концентрації вище 5 %, проростання насіння крес-салату не виявлено. Тому подальші дослідження проводили на ґрунтах з концентрацією забруднення від 1 до 5 %.

На основі отриманих результатів побудовано графічні залежності впливу концентрацій нафтопродукту у ґрунтах на ростові характеристики крес-салату. Лінії тренда з максимальною величиною достовірності апроксимації характеризують криві залежностей як поліном 3-го степеня.

Результати дослідження щодо впливу різних концентрацій нафтопродукту в бурому і сірому лісовому ґрунтах на характеристики довжини кореня та висоти стебла крес-салату показано на рис. 1, 2.

Ці залежності свідчать, що до концентрації 2 % спостерігається зменшення майже в 3 рази (порівняно з контролем) довжини кореня крес-салату як у сірому,

так і в бурому ґрунтах. Подальше підвищення концентрації забруднювача в сірому ґрунті майже не змінює довжину кореня, а в бурому ґрунті з концентрацією 4-5 % ГК довжина кореня дещо зменшується.

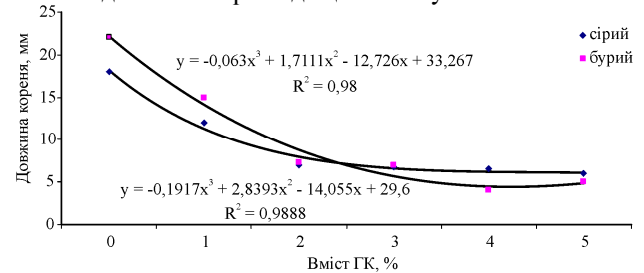


Рис. 1. Залежність довжини кореня крес-салату від концентрації газового конденсату в ґрунтах

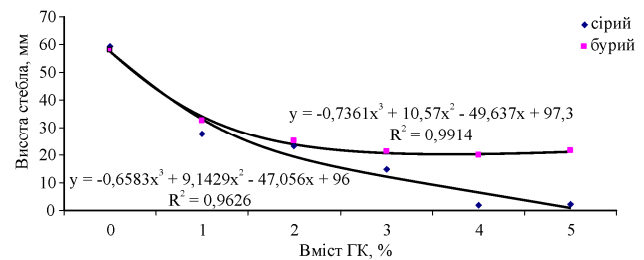


Рис. 2. Залежність висоти стебла крес-салату від концентрації газового конденсату в ґрунтах

Вплив забруднення ГК ґрунтів на висоту стебла має інший характер. За концентрації 1 % ГК в обох ґрунтах зменшується в 2 рази висота стебла рослини, порівняно з контролем. Підвищення концентрації забруднювача від 3 до 5 % мало впливає на висоту стебла крес-салату в бурому лісовому ґрунті, але вона різко зменшується в сірому лісовому ґрунті.

Результати розрахунку токсичного ефекту різних концентрацій газового конденсату в бурому та сірому лісових ґрунтах на довжину кореня і висоту стебла крес-салату наведено в табл.

Аналізуючи рівні токсичності ґрунтів, забруднених газовим конденсатом, стосовно довжини кореня крес-салату, треба зазначити, що 1 % забруднення бурого і сірого лісового ґрунтів газовим конденсатом відповідає середньому рівню токсичності (Rudenko, Kostyshyn, & Morozova, 2003).

Подальше збільшення концентрації ГК у досліджуваних ґрунтах супроводжується підвищенням рівня токсичності. Високий рівень токсичності характерний для концентрації ГК у межах від 2 до 4 % – у бурому і від 2 до 5 % – у сірому лісових ґрунтах. Причому токсичний ефект газового конденсату у бурому ґрунті на довжину кореня крес-салату на 8-15 % вищий, ніж у сірому ґрунті.

Табл. Токсичний ефект ґрунтів, забруднених газовим конденсатом, на ростові показники стебла і кореня крес-салату

Забруднення ґрунту ГК, %	Фітотоксичний ефект, %			
	Бурий лісовий ґрунт		Сірий лісовий ґрунт	
	довжина кореня	висота стебла	довжина кореня	висота стебла
1	31,8	44,0	33,3	53,0
2	66,8	56,4	61,1	60,8
3	68,1	63,3	62,2	74,6
4	81,8	65,5	63,8	96,6
5	77,2	62,9	66,6	96,1

Досліджено, що за однакової концентрації у ґрунті ГК проявляє більший токсичний ефект на довжину кореня у бурому лісовому ґрунті, що пояснюють його гранулометричним складом (вищий вміст глинистої складової) та більшими сорбційними властивостями, порівняно із сірим лісовим.

Щодо токсичності ґрунтів, забруднених ГК, на висоту стебла крес-салату, то рівень токсичності вище середнього відповідає концентраціям ГК від 1 до 2 % – для бурого, і 1 % – для сірого ґрунтів. Збільшення концентрації ГК до 5 % в бурому ґрунті зумовлює високий рівень токсичності, тоді як така ж концентрація забруднювача в сірому лісовому ґрунті спричиняє максимальний рівень токсичності. Окрім цього, за однакових рівнів, фітотоксичний ефект дії забруднювача на висоту стебла крес-салату в сірому лісовому ґрунті на 20-35 % вищий, ніж у бурому лісовому ґрунті. Це, очевидно, пов'язано з їх механічним складом і структурою – більш глинистий ґрунт краще затримує вологу і сприяє живленню рослини.

**Висновки.** Досліджено вплив різних концентрацій газового конденсату в бурому і сірому лісовому ґрунтах на ростові показники крес-салату. Встановлено, що на ґрунтах, забруднених газовим конденсатом вище 5 %, проростання насіння крес-салату не відбувалось. Вплив нафтопродукту на ростові показники рослини залежить від складу ґрунту.

Модельна рослина крес-салат (*Lepidium sativum* L.) демонструвала різну швидкість росту і розвитку, які знижуються залежно від ступеня забрудненості ґрунту. Цей же фактор впливав на схожість насіння крес-салату.

Виявлено, що гальмування росту і розвитку рослин пропорційно ступеню забруднення газовим конденсатом. Забруднення з концентрацією 1-2 % ГК практично не впливає на схожість насіння крес-сала-

ту, але пригнічує розвиток його паростків і коренів. У контрольному варіанті коріння культури в середньому досягало 18-22 мм у довжину, а висота стебла – 58-59 мм. У разі забруднення розмір коренів зменшувався у 2-4 рази, а висота стебла – у 2-8 разів.

#### Перелік використаних джерел

- Buzmakov, S. A. (2003). Vosstanovlenie zemel pri razlichnyh urovnjah zagryaznenija neftju. *Zapiski Gornogo Instituta*, 203, pp.128–132. [In Russian].
- Grodzynskij, D. M., Shylina, Yu. V., & Kucokon, N. K. (2006). *Zastosuvannja roslinnyh test-system dlja ocinky kombinovanoi dii faktoriv riznoi pryrody*. Kiev: Fitosociocentr. [In Ukrainian].
- Grynchysyn, N. M., Babadzhanova, O. F., & Sosedko, K. S. (2014). Phytotoxicity of Oil Polluted Soil on the Example of Cress-Salad *Lepidium sativum* L. *Scientific Bulletin of UNFU*, 24(10), pp. 81–86. Retrived from: [http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2014/24\\_10/15.pdf](http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2014/24_10/15.pdf)
- Kazenov, C. M., Arbuzov, A. I., & Kovalevskij, Yu. V. (1998). *Vozdejstvie obektov nefteproduktobespechenija na geojekologicheskuju sredu*. *Geojekologija*, 4, pp. 54–74. [In Russian].
- Kurochkina, G. N., & Shkidchenko, A. N. (2004). Vlijanie novogo biopreparata na remediaciju neftezagryaznennoj seroj lesnoj pochvy. *Pochvovedenie*, 10, pp. 1241–1249. [In Russian].
- Makovskij, V. I. (1989). Vlijanie neftezagryaznenij na rastitelnyj pokrov i torfjanuju zalezh oligotrofnih bolot. In *Rastitelnost v uslovijah tehnoennyh landshaftov Urala* (pp. 96–97). Sverdlovsk. [In Russian].
- Pikovskij, Yu. I. (1993). *Prirodnye i tehnoennye potoki uglevodородov v okruzhajushhej srede*. Moscow: MGU. [In Russian].
- Privalova, N. M., Procaj, A. A., Logvinenko, Yu. F., & Marchenko, L. A. (2006). *Opredelenie fitotoksichnosti metodom prorstokov*. *Uspehi sovremennoho estestvoznaniya*, 10, pp. 45–47. [In Russian].
- Rudenko, S. S., Kostyshyn, S. S., & Morozova, T. V. (2003). *Zagalna ekologija: praktychnyj kurs*. Part 1. Chernivci: Ruta.
- Solnceva, N. P. (1998). *Dobycha nefti i geohimija prirodnyh landshaftov*. Moscow: MGU. [In Russian].

**О. Ф. Бабаджанова, Ю. Г. Сукач**

### ТОКСИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА НА ПОЧВЫ

Представлены результаты исследования фитотоксичности бурой и серой лесных почв, загрязненных газовым конденсатом. Оценку токсичности почв проведено на основе тест реакции кресс-салата *Lepidium sativum* L. Исследовано влияние различных концентраций газового конденсата в бурой и серой лесных почвах на ростовые показатели кресс-салата. Выявлено, что торможение роста и развития растений пропорционально степени загрязнения газовым конденсатом. Загрязнение с концентрацией 1-2 % практически не влияет на всхожесть семян кресс-салата, но подавляет развитие их ростков и корней. Установлено, что газовый конденсат проявляет больший токсический эффект на длину корня в бурой лесной почве и на высоту стебля в серой лесной почве.

**Ключевые слова:** серая лесная почва, бурая лесная почва, фитотоксичность, кресс-салат, газовый конденсат.

**O. F. Babadzhanova, Yu. G. Sukach**

### TOXIC EFFECTS OF GAS CONDENSATE ON SOILS

Oil and oil product pollution causes significant changes in the morphological and agronomic properties of soil. Plants can be considered the most convenient objects for soil biomonitoring. Simplicity of accounting effects and the interpretation of results makes appropriate use of plant test-systems for the diagnosis and assessment of toxicity of polluted soils. That is why the study of toxic effect of gas condensate on soils of different granulometric composition is necessary. The aim of the work is study of phytotoxicity of gas condensate of polluted soils in laboratory conditions. The authors have chosen gray and brown forest soils of Lviv region for investigation. The soil for research was collected from the root layer of natural areas at depths up to 20 cm. The uniform pollution of soil by different concentrations of gas condensate was simulated in laboratory conditions. The evaluation of soil phytotoxicity was conducted on the basis of test reactions of cress-salad: the length of the root and height of the stalk. Phytotoxic effect was calculated in percentage of the length of the root and height of the stalk. The results of the research revealed that gas condensate pollution of soils has a negative impact on growth of cress-salad stems. Inhibition of plant growth and development was proportion to the degree of pollution of gas condensate. Pollution concentration of 1-2 % has almost no effect on seed germination of cress-salad, but inhibits the development of shoots and roots. It is established that the gas condensate has a greater toxic effect on root length in brown forest soil

and on the height of the stem in gray forest soil. Thus, gas condensate pollution of brown and gray forest soils inhibits the growth of root length and stem height of cress-salad. Gas condensate polluted soils, which differ in granulometric composition, have different phytotoxicity on growth parameters of root length and stem height cress-salad. Pollution concentration of 1-2 % gas condensate virtually no effect on seed germination cress-salad, but it inhibits the development of shoots and roots. It was researched that gas condensate has a greater toxic effect on root length in brown forest soil and on the height of the stem in gray forest soil.

**Keywords:** gray forest soil; brown forest soil; phytotoxicity; cress-salad; gas condensate.

**Інформація про авторів:**

**О. Ф. Бабджанова**, канд. техн. наук, доцент, Львівський ДУ безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна.

**E-mail:** olyajan@yandex.ua

**Ю. Г. Сукач**, заст. нач. кафедри, полковник цивільної служби, Львівський ДУ безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна.