

SUBSTANTIATION OF THE CONTENT OF PETROLEUM PRODUCTS IN SOIL (SOILS) OF VARIOUS PURPOSES

Stankevych V.V., Koval N.M.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИПУСТИМОГО ВМІСТУ НАФТОПРОДУКТІВ У ҐРУНТАХ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Д

онині в Україні практично відсутня нормативна база стосовно оцінки одного з найбільш поширених та небезпечних видів забруднення – вуглеводного, яке становить від 20% до 30% від об'єму основних забруднювачів у довкіллі.

Відсутність існуючої нормативної бази щодо вуглеводного забруднення зумовлена складністю регламентації допустимого навантаження цих речовин на ґрунт [1].

Відповідно до [2] нафтопродукти (НП) – це сума неполярних та малополярних вуглеводнів (аліфатичних, ароматичних, ациклічних), що становлять головну їхню частину (70-90% від суми усіх речовин) і визначають їхні основні властивості.

НП антропогенного походження подібні до найбільш поширених у ґрунтах органічних речовин природного походження (гумінових кислот, фульвокислот тощо).

Домінуюче становище, яке має ґрунт у наземних еко-

стемах, робить оцінку наслідків його забруднення дуже важливою і водночас надзвичайно важкою, оскільки ґрунт характеризується багатофункціональністю, полікомпонентністю та гетерогенністю. Ґрунт – це динамічне природне середовище, якому властиві окремі ефекти розведення і зниження концентрацій шкідливих речовин, але за певних умов має місце їх накопичення залежно від тривалості впливу та маси самої речовини. Ґрунт також є джерелом вторинного забруднення суміжних з ним середовищ – атмосферного повітря і ґрунтових/підземних вод [3].

З гігієнічної точки зору найбільш уразливим при забрудненні НП антропогенного походження є ґрунт сільськогосподарського призначення.

За основними хімічними показниками ґрунти населених пунктів різних планувальних зон, у т.ч. парків, скверів, лісів та твердих покриттів (штучні ґрунти), значно відрізняються

**СТАНКЕВИЧ В.В.,
КОВАЛЬ Н.М.**

ДУ "Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України", м. Київ

УДК 614.77 : 665.73 : 351.777

Ключові слова: рівні забруднення нафтопродуктами, сільськогосподарські угіддя, території населених місць, змет, штучні ґрунти.

ОБОСНОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВЕ (ГРУНТАХ) РАЗНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Станкевич В.В., Коваль Н.М.

ГУ "Институт общественного здоровья им. А.Н. Марзеева НАМН Украины", г. Киев, Украина

Цель работы. Научное обоснование гигиенического норматива содержания нефтепродуктов (суммарных) в почвах сельскохозяйственного назначения и грунтах территорий населенных пунктов разного функционального использования.

Материалы и методы. Проведены исследования проб почв сельхозугодий и грунтов с территорий населенных пунктов разного функционального назначения на фактическое содержание суммарных нефтепродуктов гравиметрическим методом. В экспериментальных условиях на модельных грунтовых средах с разным содержанием гумуса исследовано влияние разных концентраций нефтепродуктов на ферментативную (дегидрогеназную) активность почвенных микроорганизмов.

Результаты. Почвы с более высоким содержанием гумуса более стойки к воздействию нефтепродуктов. Концентрации бензиново-дизель-

ной фракции НП от 1,0 г/кг до 5,0 г/кг имели стимулирующее действие на ферментативную активность почвенной микрофлоры и на развитие сельхозкультур для всех типов почв; более 10,0 г/кг до 20,0 г/кг – резко угнетали этот показатель. Бензиновая фракция НП оказывала более токсическое действие на этот показатель в сравнении с дизельной фракцией. При оценке территорий разных планировочных зон населенных пунктов были установлены значительные колебания в концентрациях нефтепродуктов, но с определенной корреляцией в зависимости от функциональной зоны. Уличный смет особо показателен по уровням загрязнения искусственных грунтов.

Выводы. Для разных планировочных зон территорий населенных пунктов были предложены допустимые уровни загрязнения нефтепродуктами. Для почв сельхозназначения предлагается принять безопасную концентрацию для суммы нефтепродуктов на уровне 1,0 г/кг (1000,0 мг/кг грунта).

Ключевые слова: уровни загрязнения нефтепродуктами, сельскохозяйственные угодья, территории населенных мест, смет, искусственные грунты.

© Станкевич В.В., Коваль Н.М. СТАТТЯ, 2018.

SUBSTANTIATION OF THE CONTENT OF PETROLEUM PRODUCTS IN SOIL (SOILS) OF VARIOUS PURPOSES

Stankevych V. V., Koval N. M.

SI "O.M. Marzeiev Institute of Public Health, National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine

Objective. We substantiated the hygienic standard of the content of petroleum products (total) in agricultural soils and soils of the settlements' territories of various functional use.

Materials and methods. We used the gravimetric method for the determination of the actual content of total petroleum products in the samples of soils of the agricultural lands and soils from the territories of the settlements of various functional purposes. Under experimental conditions, we investigated the influence of different concentrations of petroleum products on the enzymatic (dehydrogenase) activity of soil microorganisms on the model soil media with different content of humus.

Results. Soils with a higher content of humus are more resistant to the impact of oil products.

Concentrations of the gasoline-diesel fraction of PP from 1.0 g/kg to 5.0 g/kg had a stimulating effect on the enzymatic activity of soil microflora and on the development of the crops for all types of soils; concentrations over 10.0 g/kg up to 20.0 g/kg inhibited this parameter sharply. The petrol fraction of PP provided more toxic effect on this indicator in comparison with the diesel fraction. When assessing the territories of different planning zones of the settlements, the significant fluctuations in the concentrations of the petroleum products were established, but with a certain correlation, depending on the functional zone. A streetroad dust is especially instructive by the artificial soils' pollution levels. **Conclusions.** The allowable levels of oil products' pollution were proposed for different planning zones of the territories of the settlements. As a safe concentration for the sum of petroleum products at the level of 1.0 g/kg (1000.0 mg/kg of soil) is proposed for the soils of agricultural purpose.

Keywords: levels of the pollution with petroleum products, agricultural lands, territories of the settlements, road dust, artificial soils.

від природних аналогів, не порушених діяльністю людини ґрунтів. Внаслідок антропогенної діяльності, включно з рухом автотранспорту, одного з основних джерел викидів забруднювачів, порушується ґрунтовий профіль, який складався віками, гине мікрофлора та ґрунтова мезофауна, погіршується водо- та повітропроникність тощо.

На прикладі дослідження ґрунтів м. Москви було виявлено близько 26% ділянок, де максимальний вміст нафтопродуктів перевищував допустимий вміст (300 мг/кг) у 64 рази, що становило 19200 мг/кг [4]. Вказаний допустимий вміст нафтопродуктів у ґрунтах м. Москви визначений у "Методике исчисления размера ущерба, вызываемого захланием, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы", затвердженій 27.07.1999 р. за № 801-РМ.

Від збереження та підтримання природних екологічних властивостей ґрунтів населених місць залежить стан здоров'я міського населення, тому природоохоронні заходи мають бути спрямованими на підтримання стану ґрунтів, який наближений до природних, непорушених ґрунтів.

Отже, актуальність роботи полягає у визначенні нормативних рівнів вмісту сумарних НП у ґрунтах різного функціонального призначення, необхідних для запобігання над-

нормативному їх забрудненню з можливістю поширення забруднювальних речовин у суміжні середовища та у напрямку впливу на людину, а також встановлення доцільності проведення спеціальних робіт з санації ґрунту. Встановлення нормативних рівнів забруднення ґрунтів НП важливе також з точки зору оцінювання нанесених збитків внаслідок недбалого землекористування.

Мета роботи. Наукове обґрунтування гігієнічного нормативу вмісту НП у ґрунтах сільськогосподарського призначення та територій населених пунктів різного функціонального використання.

Матеріали і методи. Для визначення фактичних рівнів забруднення ґрунту НП різних за функціональним призначенням територій (сільськогосподарські угіддя, виробничо-складська, промислова); сільбищні території, тверді дорожні покриття були відібрані проби ґрунту (з твердого дорожнього покриття – проби змету) у кількості 1 кг.

Відбір проб на території різних планувальних зон проводився у населених пунктах Київської області та м. Києві, у межах заповідної території АРК (рекреаційна зона), безпосередньо з твердого штучного покриття автомобільних доріг і на їхніх узбіччях.

Відбір та дослідження проб ґрунту у натурних умовах на вміст у них нафтопродуктів

проводили згідно з ГОСТ 17.4.3.01-83 (СТ СЭВ 3874-82) [5].

Визначення вмісту НП у пробах ґрунту проводилося за допомогою гравіметричного методу з екстракцією вуглеводнів гексаном згідно з [6] як основного методу, який пропонується для визначення сумарного вмісту НП у ґрунті й прийнятий як арбітражний в інших країнах, зокрема США, і рекомендується EPA (US EPA Method 9071B).

З еколого-гігієнічної точки зору було виділено чотири основних типи ґрунту, які відрізняються природним вмістом гумусу та є найбільш характерними для сільськогосподарських територій України (за ступенем збільшення природного вмісту гумусу як пріоритетної ознаки родючості ґрунту): сіроземи з вмістом гумусу 20,0 г/кг; підзолисті, дерново-підзолисті з вмістом гумусу 30,0 г/кг; сірі лісові з вмістом гумусу 50,0 г/кг; чорноземи типові з вмістом гумусу 80,0 г/кг. Лабораторні дослідження проводили на відповідних модельних середовищах ґрунту, за основу яких бралася готова ґрунтова суміш "Універсальна", вміст гумусу в якій становив 80 г/кг ґрунту.

В якості забруднювальної речовини використовували найбільш широкоспівану легку фракцію НП – суміш бензину та дизельного пального у співвідношенні 6:4, яку готували у концентраціях 0,2 г/кг проби

грунту (проба № 1), 0,5 г/кг проби ґрунту (проба № 2), 10,0 г/кг проби ґрунту (проба № 3) та 20,0 г/кг проби ґрунту (проба № 4).

Контрольні та дослідні зразки готували з додаванням дистильованої води до рівнів вологості природних ґрунтів з урахуванням об'єму внесених НП.

В експериментальних дослідженнях вивчався вплив різних концентрацій НП на ферментативну (дегідрогеназну) активність чотирьох типів модельного ґрунту (залежно від вмісту гумусу), яка зумовлює його здатність до самоочищення.

Визначення ферментативної активності ґрунту проводили відповідно до [7] та методики у модифікації лабораторії гігієни ґрунту та відходів ДУ "ІГЗ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ".

Чашки Петрі з дослідним матеріалом та контрольні зразки витримували у термостаті за температури 30°C. Після інкубування (1, 3, 7, 10 діб) брали наважки по 1,5 г дослідного ґрунту, поміщали у пробірки, екстрагували у 25 мл етилового спирту з фільтруванням через паперовий фільтр "синя стрічка". Отриманий забарвлений розчин переносили до кювети 30 мм та проводили вимірювання на фотоколориметрі з використанням синього світлофільтра за довжини хвилі 590 нм. Отримані показники у дослідних зразках порівнювали з даними контролю.

Результати досліджень. В експериментальних умовах було проведено дослідження впливу різних концентрацій бензиново-дизельної фракції НП як найбільш поширених продуктів нафтопереробки на здатність різних типів ґрунту, характерних для сільськогосподарських угідь, до самоочищення.

Отримані результати оцінювалися для кожного типу ґрунту з урахуванням природного вмісту гумусу. Було встановлено, що ґрунти, в яких природний вміст гумусу високий (чорноземи типові), найбільш стійкі до впливу забруднення НП, що зумовлене сингенетичністю внесених сполук НП до природних органічних сполук, які формують гумус. Самоочищення від НП чорноземів типових було вищим порівняно з ґрунтами, що мають більш низький природний вміст гумусу (сіроземи, підзолисті, дерново-підзолисті ґрунти).

Найбільш чутливими тестами при дослідженні дії бензиново-дизельної фракції НП є визначення дегідрогеназної активності мікрофлори ґрунтів та їхньої фітотоксичності за проростковим тестом.

Реакція тих навантажень НП була різною залежно від типу ґрунту, що визначався вмістом гумусової складової.

Як показали експериментальні дослідження, за характером впливу бензиново-дизельної фракції НП у концентраціях до 1,0 г/кг не викликала пригнічення дегідрогеназної активності мікрофлори ґрунту та виявляла незначний вплив на розвиток рослин у проростковому тесті для усіх типів ґрунтів.

В експериментах було виявлено різну стійкість піддослідних сільськогосподарських культур до впливу бензиново-дизельної фракції НП залежно від типу ґрунту і концентрації забруднювача: концентрації від 1,0 г/кг до 5,0 г/кг виявляли стимулюючу дію як на ферментативну активність ґрунтової мікрофлори, так і на розвиток сільськогосподарських культур (крес-салату, жита, гороху, кукурудзи), що досліджувались у проростковому тесті для усіх типів ґрунтів.

Концентрації бензиново-дизельної фракції НП від понад 5,0 г/кг до 10,0 г/кг у пробах частково пригнічували біохімічні процеси ґрунтової мікрофлори з незначною стимуляцією росту рослин у проростковому тесті, особливо на ґрунтах з меншим вмістом гумусу: підзолисті та дерново-підзолисті (30,0 г/кг ґрунту), сіроземи (20,0 г/кг ґрунту).

Концентрації бензиново-дизельної фракції НП 10,0-20,0 г/кг викликали різке пригнічення дегідрогеназної активності ґрунтової мікрофлори, що підтверджується експериментальними даними на ґрунтах з низьким вмістом гумусу (20,0-30,0 г/кг ґрунту). Аналогічні результати були отримані у проростковому тесті, де мало місце зменшення кількості проростання насіння гороху та жита відносно кількості висіяного насіння, а також порівняно з пророслим насінням у контрольних зразках. Значно менший вплив високих концентрацій бензиново-дизельної фракції НП спостерігався на ферментативну активність мікрофлори ґрунту з найвищим вмістом гумусу (чорноземи типові – 80,0 г/кг ґрунту).

Експериментальними дослідженнями встановлено, що бензиново-дизельна фракція НП виявляє більш пригнічувальну дію на дегідрогеназну активність мікрофлори ґрунту порівняно з дизельною фракцією, що чітко простежується на модельному середовищі з меншим вмістом гумусу (20,0 г/кг ґрунту). При внесенні у середовище бензинової фракції НП у кількості 20,0 г/кг цей показник на 21-шу добу експерименту був у 3 рази нижчим порівняно з дією дизельної фракції НП у такій самій кількості.

Слід зазначити, що малі концентрації НП, зокрема дизельна фракція, за меншого вмісту гумусу у ґрунтовому середовищі виявляє стимулюючу дію на дегідрогеназну активність ґрунтів, особливо на більш пізніх термінах експерименту.

Проведені дослідження дозволили встановити, що більший вміст гумусу у ґрунтовому середовищі зменшує фітотоксичний вплив НП на рослини, а навантаження дизельної фракції у концентраціях 1,0 г/кг та 5,0 г/кг виявляють виражений стимулюючий вплив на проростання насіння дослідної культури (жита), що також підтверджується рівнями дегідрогеназної активності мікрофлори ґрунтів.

Для оцінки територій різних планувальних зон населених пунктів проведено серію натурних досліджень, на підставі яких було встановлено, що рівень забруднення сумар-

ними НП цих територій має значні коливання у концентраціях поллютантів, проте корелює з функціональним використанням планувальних зон за призначенням. Так, у межах території комунально-складської зони фактичний вміст НП визначався на рівні 1,520-2,018 г/кг проби ґрунту, виробничої території – 12,022-25,600 г/кг проби ґрунту. На територіях рекреаційного призначення, зон масового відпочинку (без доступу автотранспорту) вміст НП визначався у межах 0,5-1,8 г/кг ґрунту. На територіях сільбищної зони залежно від рівнів навантаження автотранспорту рівні забруднення становили 1,0-3,0 г/кг ґрунту на прибудинкових зелених зонах та від 3,0 г/кг до 10,0 г/кг ґрунту у зонах паркування автомобілів.

З точки зору забруднення твердих покриттів (штучних ґрунтів) є вуличний змет, що концентрує основні шкідливі речовини, джерелами викидів яких є переважно автотранспорт. За результатами дослідження вуличного змету рівні забруднення НП штучних ґрунтів території населених місць є високими (5,0-10,0 г/кг). З урахуванням швидких темпів збільшення площі штучних покриттів території населених місць у зв'язку з порушенням норм щільності забудови постійно зростає рівень забруднення НП стічних вод до дощової каналізації (1,0-5,0 г/дм³), що потребує обов'язкового будівництва локальних очисних споруд у місцях скиду цих стічних вод у поверхневі водойми, у межах територій великих автостоянок понад 300 машин. Найбільш забрудненими територіями у великих населених місцях є траси проходження рейкового транспорту з рівнями забруднення 50,0-150,0 г/кг ґрунту та більше.

Висновки

1. Рівні забруднення НП територій населених пунктів, які належать до різних планувальних зон та мають відповідне функціональне призначення, не можуть бути оцінені за однією величиною показника вмісту цього поллютанта.

2. За результатами аналізу отриманих експериментальних даних, де враховано тип ґрунтів, рівень дегідрогеназної

активності ґрунтової мікрофлори та чутливість сільськогосподарських культур (крес-салату, жита, гороху, кукурудзи) у простковому тесті, пропонується для ґрунтів сільськогосподарського призначення прийняти як безпечну концентрацію сумарних НП на рівні 1,0 г/кг (1000,0 мг/кг ґрунту).

3. На підставі натурних та експериментальних даних науково обґрунтовані та пропонуються до затвердження такі допустимі рівні сумарного вмісту НП у ґрунті:

□ до 1,0 г/кг – на території зелених насаджень рекреаційних територій; на дитячих майданчиках та майданчиках відпочинку дорослого населення території житлової забудови;

□ до 1,5 г/кг – у зметі з твердих покриттів (автостоянках, під'їзних шляхів) рекреаційних територій;

□ до 3,0 г/кг – у зметі з твердих покриттів (прибудинкових автостоянок, під'їзних шляхів); комунально-складської зони;

□ до 10,0 г/кг – промислова зона;

□ до 15,0 г/кг – у межах трас проходження рейкового транспорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Солнцева Н.П., Пиковский Ю.И., Никифорова Е.М. и др. Проблемы загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами: геохимия, экология, рекультивация. Доклады симпозиума VII делегатского съезда Всесоюзного общества почвоведов. Ташкент, 1985. С. 246-254.

2. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах: ГОСТ 17.1.4.01-80. М.: Госком СССР по стандартам, 1980. 4 с.

3. Гончарук Є.Г., Бардов В.Г., Гаркавий С.І. та ін. Комунальна гігієна: підручник / за ред. Є.Г. Гончарука. К.: Здоров'я, 2003. С. 340-341.

4. Франчук Г.М., Радомська М.М. Оцінювання забруднення ґрунтів нафтопродуктами внаслідок діяльності автозаправних станцій. Вісник НАУ. 2009. № 1. С. 46-49.

5. Потапов М.П., Лукас Л.А. Определение нефтепродуктов в почве. Гигиена и санитария. 1976. № 9. С. 58.

6. Леоненко И.И., Антонович В.П., Андрианов А.М. Методы определения нефте-

продуктов в водах и других объектах окружающей среды (обзор). Методы и объекты химического анализа. 2010. Т. 5, № 2. С. 58-72.

7. Методы почвенной микробиологии и биохимии: изд. 2-е, перераб. и дополн. / под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: изд-во Москов. ун-та, 1991. 303 с.

REFERENCES

1. Solntseva N.P., Pikovskiy Yu.I., Nikiforova E.M. et al. Problemy zagriazneniya pochv neftiu i nefteproduktami: geokhimiia, ekologiia, rekultivatsiia [Problems of Soil Pollution with Petroleum and Petroleum Products: Geochemistry, Ecology, Recultivation]. In: Doklady simpoziuma VII delegatskogo sezda Vsesoiuznogo obshchestva pochvovedov [Reports of the Symposium VII of the Delegates' Congress of the Pedologists' All-Union Society]. Tashkent (Uzbekistan), 1985; 6: 246-254 (in Russian).

2. Obshchie trebovaniya k metodam opredeleniya nefteproduktov v prirodnykh i stochnykh vodakh [General Requirements to the Methods for the Determination of Petroleum Products in Natural and Waste Water]: GOST17.1.4.01-80.

Moscow: Goskom SSSR po standartam; 1980: 4 p. (in Russian).

3. Honcharuk Ye.H., Bardov V.H., Harkavyi S.I. et al. Komunalna hihiena: pidruchnyk [Communal Hygiene: Textbook]. Kyiv: Zdorovia; 2003: 340-341 (in Ukrainian).

4. Franchuk H.M., Radomska M.M. Visnyk Natsionalnoho aviatsiinoho universytetu. 2009. № 1. С. 46-49 (in Ukrainian).

5. Potapov M.P., Lukas L.A. Gigiena i sanitariia. 1976; 9: 58 (in Russian).

6. Leonenko I.I., Antonovych V.P. and Andrianov A.M. Metody i obekty khimicheskogo analiza. 2010; 5 (2): 58-72 (in Russian).

7. Zviagintsev D.G. (Ed.) Metody pochvennoi mikrobiologii i biokhimi [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry. 2nd Edition, recasted and revised]. Moscow: izdatelstvo Moskovskogo universiteta; 1991: 303 p. (in Russian).

Надійшло до редакції 12.01.2018