

УДК 581.5+633.527.3:351.7776

БУНЬО Л. В., мол. наук. співробітник; bioza@ukr.net

ЦВІЛІНЮК О. М., канд. біол. наук

ТЕРЕК О. І., д-р біол. наук

Львівський національний університет імені Івана Франка

ВМІСТ НЕДОСТУПНОЇ ВОДИ ДЛЯ РОСЛИН-ФІТОМЕЛІОРАНТІВ *CAREX HIRTA* L. У НАФТОЗАБРУДНеноМУ ҐРУНТІ

Досліджено вміст недоступної води для рослин *C. hirta*, які росли на нафтозабрудненому ґрунті. Виявлено, що кількість недоступної води із збільшенням терміну деструкції нафти зменшувалась. Найвищу гідрофобність проявляв нафтозабруднений ґрунт із свіжорозливою нафтою.

Рослини *C. hirta* здатні рости за низького вмісту води у ґрунті. Практичні показники виявились вищими від розрахункових для даних рослин на такому ґрунті. Вирощування *C. hirta* на нафтозабрудненому ґрунті покращувало його водні властивості – кількість доступної води для рослин збільшувалась.

Ключові слова: гігроскопічність ґрунту, вологість стійкого в'янення рослин, вологість затримки росту рослин, нафтозабруднений ґрунт, *Carex hirta* L.

Постановка проблеми. Нафта та нафтопродукти є поширеним джерелом забруднення ґрунту. Потрапляючи у ґрунт, вони зумовлюють негативні зміни у водному режимі ґрунту [17], які позначаються на живих організмах, в першу чергу на судинних рослинах [13; 16]. Рослини реагують не тільки на вміст і склад нафти, але й на наявність доступної води [4]. У зв'язку з цим є актуальним дослідження вмісту недоступної води для рослин-фітомеліорантів у нафтозабруднених ґрунтах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У разі нафтового забруднення ґрунт набуває гідрофобних властивостей [3]. Наслідком цього є зниження спроможності забрудненого ґрунту поглинати вологу як з атмосфери, так і з глибини [12]. Речовини, які зумовлюють гідрофобність ґрунту, можуть бути як залишками нафти, так і продуктами життєдіяльності мікроорганізмів [3]. Гідрофобні властивості ґрунту залежать від концентрації забруднювача та його складових. Чим вища концентрація нафти, тим яскравіше проявляється гідрофобність. Легкі фракції нафти не впливають на гідрофобність ґрунтів навіть за дуже високих концентрацій [5]. Однак, якщо вони незворотно сорбовані на поверхні ґрунтових частинок, то можуть викликати сильну гідрофобність ґрунту [20]. Важкі фракції нафти різко збільшують гідрофобність ґрунтів [5]. Через це для більшості рослин такі ґрунти стають непридатними для росту [21]. Проте є деякі види рослин, які здатні рости на ґрунтах, забруднених вуглеводнями нафти. Вони прискорюють процеси деградації нафти [17] завдяки корневим виділенням і збільшенням кількості та активності ризосферних мікроорганізмів [19]. Такі рослини використовують для відновлення родючості нафтозабруднених ґрунтів [18].

Первинне заростання на розливах нафтового родовища у м. Борислав створює осока шорстковолосиста (*Carex hirta* L.) [14]. Даний вид утворює мікоризу [15] та має добре розвинену аеренхіму у кореневищі [1], що дозволяє йому виживати за нафтового забруднення ґрунту. *C. hirta* запропонована [11] як перспективний фітомеліорант для нафтозабруднених ґрунтів.

Мета досліджень – встановити кількість недоступної води для рослин-фітомеліорантів *C. hirta* на нафтозабруднених ґрунтах.

Матеріал і методика досліджень. Для визначення кількості недоступної води у нафтозабрудненому дерново-підзолистому ґрунті було відібрано зразки з дослідних ділянок, які були закладені у м. Борислав [1]. Зразки у 5-кратній повторності відбирали з міжрядь і кореневої зони нафтозабрудненого (модельного) ґрунту (5 % нафти) та фонового ґрунту, що слугував контролем.

Відбір зразків ґрунту з кореневої зони та міжряддя (20-25 см від кореня) здійснювали на 30, 395 та 760-ту добу росту рослин *C. hirta*, що відповідає 50, 415 та 780 добам деструкції нафти. На 30-ту добу росту рослини *C. hirta* перебували у фазі розетки (7-9 листків); на 395-ту – у фазі цвітіння та на 760 добу – у фазі молочної стиглості. Роботу проводили протягом 2010-2013 рр.

Про кількість недоступної води судили за показниками гігроскопічності, максимальної гігроскопічності та кількості води за якої настає в'янення рослин.

Гігроскопічність ґрунту визначали методом висушування повітряно-сухого ґрунту при 105 °С до постійної маси [7]. Максимальну гігроскопічну вологість визначали за А. В. Ніколаєвим шляхом максимального насичення з використанням насиченого розчину K_2SO_4 [7].

Вологість стійкого в'янення розраховували на основі значень максимальної гігроскопічності [7] та вегетаційним методом з добре розвиненими рослинами [9]. Для вегетаційного методу було закладено лабораторний дослід на кафедрі фізіології та екології рослин. У посудини об'ємом 2,5 л поміщали ґрунт відібраний з польових ділянок. Нафтозабруднений ґрунт відбирали з дослідних ділянок із різним терміном деструкції нафти. Контрольним показником слугував ґрунт, відібраний з ділянок без внесення нафти. Ґрунт відбирали з кореневої зони рослин *C. hirta* та міжряддя. Далі висаджували рослини *C. hirta* віргінільного віку, які були однакові за розмірами та з подібно розвинутою кореневою системою.

Вологість затримки росту рослин розраховували на основі значень повної вологоємності та вологості стійкого в'янення [10].

Питому поверхню ґрунту визначали за Мітчерліхом [2]. Загальну питому поверхню ґрунту визначали методом Кутілека [6].

Результати досліджень та їх обговорення. Забруднення дерново-підзолистого ґрунту нафтою (5 %) призводило до зменшення показників гігроскопічності та максимальної гігроскопічності, особливо низькі ці показники були у міжрядді. Рослини *C. hirta*, що росли на нафтозабрудненому ґрунті, покращували дані показники (табл. 1).

Таблиця 1 – Показники недоступної води для рослин-фітомеліорантів *C. hirta* у нафтозабрудненому дерново-підзолистому ґрунті, %

Місце відбору проб	Показники	Гігроскопічність		Максимальна гігроскопічність		Теоретично розрахована вологість в'янення		Практично визначена вологість в'янення		Вологість затримки росту рослин	
		Варіанти	Фоновий ґрунт	Моделний ґрунт	Фоновий ґрунт	Моделний ґрунт	Фоновий ґрунт	Моделний ґрунт	Фоновий ґрунт	Моделний ґрунт	Фоновий ґрунт
Коренева зона	Термін відбору ґрунту										
	фаза розетки	3,46 ± 0,11	3,37 ± 0,12	4,65 ± 0,11	5,45 ± 0,14	9,30 ± 0,12	10,90 ± 0,18	5,62 ± 0,30	9,27 ± 0,64	22,26 ± 0,23	26,98 ± 0,42
	фаза цвітіння	3,59 ± 0,13	3,01 ± 0,12	4,76 ± 0,12	4,82 ± 0,14	9,52 ± 0,14	9,64 ± 0,18	6,51 ± 1,20	14,35 ± 1,31	22,74 ± 0,31	28,69 ± 0,42
Міжряддя	фаза молочної стиглості	4,03 ± 0,13	3,13 ± 0,13	4,87 ± 0,13	4,55 ± 0,15	9,74 ± 0,16	9,10 ± 0,10	6,39 ± 1,10	8,32 ± 1,40	22,38 ± 0,24	25,37 ± 0,39
	50 доба деструкції нафти	3,36 ± 0,11	3,54 ± 0,13	4,56 ± 0,12	5,62 ± 0,12	9,12 ± 0,14	11,24 ± 0,14	6,01 ± 0,72	9,34 ± 0,83	22,20 ± 0,18	27,10 ± 0,52
	415 доба деструкції нафти	3,35 ± 0,11	2,90 ± 0,18	4,59 ± 0,13	4,35 ± 0,15	9,18 ± 0,16	8,70 ± 0,10	6,80 ± 0,93	9,21 ± 1,20	23,08 ± 0,31	25,22 ± 0,72
Міжряддя	780 доба деструкції нафти	3,41 ± 0,12	2,96 ± 0,14	4,53 ± 0,12	4,42 ± 0,12	9,06 ± 0,14	8,84 ± 0,14	6,87 ± 0,82	8,73 ± 0,91	22,15 ± 0,12	29,33 ± 0,43

На початкових етапах деструкції нафти (50 доба) максимальна гігроскопічність забрудненого ґрунту була вищою відносно контролю на 17 % у кореневій зоні та на 23 % у міжрядді (табл. 1). На 415 добу деструкції нафти показники максимальної гігроскопічності знизились відносно 50 доби. У кореневій зоні дані показники на цей період наблизилась до показників контролю. У міжрядді максимальна гігроскопічність нафтозабрудненого ґрунту була менша від контрольного варіанта на 5 % (табл. 1). У кінці експерименту (780 доба) показники максимальної гігроскопічності у модельному ґрунті були нижчими як у міжрядді, так і кореневій зоні відносно контролю (табл. 1).

З вологістю стійкого в'янення пов'язані численні фізіологічні процеси у вищих рослинах і мікроорганізмах. Саме за такої вологості припиняється утворення вузлових коренів, які відіграють важливу роль в подальших процесах метаболізму рослин, гальмуються процеси газообміну у багатьох мікроорганізмів [10]. Рослини різних видів і різних фаз розвитку при в'яненні залишають у одному і тому ж ґрунті різну кількість невикористаної води [9].

Розрахунок кількості води для рослин *C. hirta* у нафтозабрудненому дерново-підзолистому ґрунті (5 % нафти), за якої відбувається стійке в'янення показав, що на 50 добу вологість в'янення була на 17 % вища у кореневій зоні та на 23 % у міжрядді відносно контролю (табл. 1). Через рік, на 415 добу деструкції нафти дані показники дещо знизились: у кореневій зоні були на

рівні контролю, а у міжрядді на 5 % нижче від контролю. На третій рік (780 доба) вміст недоступної води у кореневій зоні та міжрядді був нижчим від контрольного варіанта на 7 та 2,4 % відповідно (табл. 1).

Лабораторний дослід з рослинами *C. hirta* показав, що вони можуть рости у більш висушеному ґрунті, а значить, здатні до виживання за меншої вологості ґрунту (табл. 1). Практичні показники вологості стійкого в'янення були меншими, ніж розрахункові як для фонового ґрунту, так і для нафтозабрудненого ґрунту. Однак тенденція недоступної води у нафтозабрудненому ґрунті зберігалася: кількість недоступної вологи для рослин *C. hirta* була також більшою від контролю, так само як і при розрахунках (табл. 1). Проте, різниця між контрольним та нафтозабрудненим ґрунтом була більшою, ніж при розрахунках. На 65 % відносно контролю було більше недоступної вологи у кореневій зоні рослин *C. hirta*, які росли на ґрунті з терміном деструкції нафти 50 діб. На 415 добу у тій самій зоні, коли рослини перебували у фазі цвітіння кількість недоступної вологості ще збільшилась – на 120 % відносно контролю. На третій рік у кореневій зоні вміст недоступної вологи дещо зменшився відносно другого року, але все одно перевищував контрольні показники на 30 % (табл. 1). У міжрядді із збільшенням терміну деструкції нафти вміст недоступної води також зменшувався, але перевищував показники фонового ґрунту на 55 % (50 доба деструкції), 35 % (415 доба) та на 27 % (780 доба) (табл. 1).

Ще задовго до того як вологість ґрунту знизиться до вологості стійкого в'янення, рослини починають потерпати від недостачі води. Дослідження багатьох авторів дозволяє виділити так звану першу точку в'янення. На цьому рівні в рослину поступає стільки води, що її вистачає лише для збереження життя, але ріст припиняється. Цю критичну межу вологості називають вологістю пригнічення росту [10].

На початкових етапах деструкції нафти, коли вміст вуглеводнів у ґрунті є ще досить високий, доступність води для рослин *C. hirta* є дуже мала. Із збільшенням терміну деструкції нафти вміст доступної вологи збільшується. На 50 добу деструкції нафти вологість, за якої відбувається затримка росту рослин *C. hirta* була вища на 21 % у кореневій зоні та на 22 % у міжрядді відносно фонового ґрунту. На 415 добу деструкції нафти, коли рослини *C. hirta* перебували на стадії цвітіння, показник затримки росту рослин ще збільшився відносно контролю на 26 % у кореневій зоні і на 9 % у міжрядді (табл. 1).

На третій рік (780 доба) у міжрядді де деструкція нафти проходить повільніше ніж у кореневій зоні, вміст води, за якої відбувається затримання росту рослин, був найвищим як порівняно з іншими роками, так і з кореневою зоною (табл. 1). На цей період у ґрунті залишилися важкі вуглеводні нафти, які є найбільш гідрофобними. Очевидно, що саме цей рівень набутої гідрофобності і обмежує ріст рослин у несприятливих за зволоженням роки.

Відомо [10], що максимальна гігроскопічність є своєрідною характеристикою дисперсності ґрунту. Отримані дані свідчать про дисперганізацію ґрунтових часточок за дії нафти. У результаті цього збільшується питома поверхня агрегатів і ґрунт більше адсорбує вологу, яка стає недоступною для живих організмів, порівняно з контролем (табл. 2). На 50 добу, коли вміст нафти у ґрунті був ще високим, дисперсність ґрунту була найвища як у міжрядді, так і кореневій зоні рослин *C. hirta* (табл. 2). Збільшення дисперганізації під впливом вуглеводнів нафти спостерігав

Є. В. Панасенко у чорноземі [8].

Таблиця 2 – Питома поверхня нафтозабрудненого дерново-підзолистого ґрунту (5 % нафти)

Місце відбору проб	Показники	Питома поверхня, м ² /г		Загальна питома поверхня, м ² /г	
		Термін відбору проб ґрунту	фоновий ґрунт	модельний ґрунт	фоновий ґрунт
Коренева зона	фаза розетки	18,60 ± 0,24	21,80 ± 0,82	168,05 ± 10,12	196,96 ± 14,24
	фаза цвітіння	19,04 ± 0,48	19,28 ± 0,84	172,03 ± 12,32	174,19 ± 14,54
	фаза молочної стиглості	19,48 ± 0,63	18,20 ± 1,2	176,00 ± 13,65	164,44 ± 15,12
Міжряддя	50 доба деструкції нафти	18,24 ± 0,26	22,48 ± 0,44	164,80 ± 12,48	203,11 ± 12,18
	415 доба деструкції нафти	18,36 ± 0,64	17,40 ± 1,2	165,88 ± 13,45	157,21 ± 15,29
	780 доба деструкції нафти	18,12 ± 0,42	17,68 ± 0,42	163,71 ± 12,31	159,74 ± 12,62

Із збільшенням терміну, вміст нафти у ґрунті зменшується. Ґрунтові часточки злипаються, збільшується брилістість ґрунту. Питома поверхня такого ґрунту зменшується. На 415 добу деструкції нафти питома поверхня нафтозабрудненого ґрунту була нижче контрольного варіанта на 5 % у міжрядді та на рівні контролю у кореневій зоні (табл. 2). На 780 добу питома поверхня модельного ґрунту була нижче контрольного варіанта як у кореневій зоні, так і міжрядді (табл. 2).

Висновки. Нафтове забруднення дерново-підзолистого ґрунту у концентрації 5 % приводить до зменшення показників гігроскопічності та максимальної гігроскопічності. На початкових етапах деструкції, коли вміст легких вуглеводнів нафти у ґрунті є ще досить високий, максимальна гігроскопічність є вищою, що може свідчити про дисперсність нафтозабрудненого ґрунту.

Вміст у нафтозабрудненому ґрунті недоступної вологи, за якої відбувається в'янення і припинення росту, є вищим від ґрунту, який не був забруднений.

Рослини *C. hirta*, які пропонуються для фіторекультивуації, здатні витримувати нижчі показники нестачі вологи, ніж ті які теоретично розраховані для даного типу ґрунту. Ріст рослин *C. hirta* покращує водні властивості нафтозабрудненого ґрунту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Активність мікрофлори нафтозабрудненого ґрунту у ризосферній зоні рослин *Carex hirta* L. / Л. В. Буньо, О. М. Цвілинюк, О. І. Терек та ін. // Біологічні студії / *Studia Biologica*. – 2010. – Т.4, № 3. – С. 55–62.
2. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
3. Габбасова И. М. Оценка состояния почв с давними сроками загрязнения сырой нефтью после биологической рекультивации / И. М. Габбасова, Ф. Х. Хазиев, Р. Р. Сулейманов // Почвоведение. – 2002. – № 10. – С. 1259–1273.
4. Влияние естественной загрязненности на развитие сельскохозяйственных культур / Р. С. Даурбекова, А. Я. Дугиева, Р. Д. Арчакова, З. Б. Эльдиева // Фундаментальные исследования. Биологические науки. – 2012. – № 9. – С.268–272.
5. Ермакова О. Ю. Влияние нефтяного загрязнения на растительный покров и свойства почв: дис. канд. биол. наук / О. Ю. Ермакова. – Оренбург, 2011. – 158 с.
6. Королев В. А. Методы исследования физических свойств почв / В. А. Королев. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005. – 27 с.
7. Лабораторно-практические занятия по почвоведению / М. В. Новицкий, И. Н. Донских, Д. В. Чернов и др. – СПб.: Проспект Науки, 2009. – 320 с.
8. Панасенко Є. В. Вплив вуглеводнів нафти на зміну деяких водних показників чорноземного ґрунту / Є. В. Панасенко // Вісник ХНАУ. Ґрунтознавство. – 2008. – № 2. – С. 132–135.
9. Прянишников Д. Н. Агрохимические методы исследования почв / Д. Н. Прянишников. – М.: НАУКА, 1965. – 436 с.
10. Ревут И. Б. Физика почв / И. Б. Ревут. – Л.: Колос, 1972. – 368 с.
11. Спосіб очищення ґрунтів, забруднених нафтою. Патент на корисну модель 16345 Україна, МПК (2006) A01B 79/00 A01B 79/02 (2006.01) A01C 21/00 / Н. М. Джура, О. І. Терек, О. М. Цвілинюк; Львівський національний університет імені Івана Франка – № U200511816; заявл. 12.12.2005; опубл. 15.08.06, Бюл. № 8. – 7 с.
12. Трофимов С. Я. Изменение свойств почв под влиянием нефтяного загрязнения / С. Я. Трофимов, М. С. Розанова; под общ. ред. акад. РАН Г.В. Добровольского // Деградация и охрана почв. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – С. 359–373.
13. Фарахова И. З. Влияние товарной нефти на некоторые агрофизические свойства серой лесной почвы и урожайность сельскохозяйственных культур / И. З. Фарахова, М. Ю. Гилязов, А. М. Уткузова // Материалы докладов VI съезда общества почвоведов им. В. В. Докучаева. Всероссийская междунар. научная конф. «Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования», 13-18 августа 2012. – Петрозаводск-Москва, 2012. – С.160–165.
14. Цайтлер М. Й. Зміни структури ценопопуляцій *Carex hirta* в умовах нафтового забруднення екоотопів на Бориславському нафтовому родовищі / М. Й. Цайтлер // Екологія та ноосферологія. – 2000. – Вип. 9. № 1–2. – С. 127–132.
15. Мікориза у *Carex hirta* L. як одна із умов виживання в нафтозабрудненому ґрунті / О. М. Цвілинюк, Л. В. Буньо, О. Л. Карпин, О. І. Терек // Вісник Львівського ун-ту. Серія біологічна. – 2012. – Вип. 60. – С. 320–326.
16. Шорина Т. С. Динамика геоботанических показателей в зависимости от водно-физических свойств нефтезагрязненных почв оренбургского предуралья / Т.С. Шорина // Материалы докладов VI съезда общества почвоведов им. В. В. Докучаева. Всероссийская междунар. научная конф. «Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования», 13-18 августа 2012. – Петрозаводск-Москва, 2012. – С.305–306.
17. Barua D. Certain physico-chemical changes in the soil brought about by contamination of crude oil in two oil fields of Assam, NE India / D. Barua, J. Buragohain, S. K. Sarma // European Journal of Experimental Biology. – 2011. – V.1 (3). – P. 154–161.
18. Meagher R. B. Phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants / R. B. Meagher // Curr Opin Plant Biol. – 2000. – №3. – P. 153–162.

19. Emergencia y crecimiento de maíz en un suelo contaminado con petróleo crudo / E. E. Quiñones-Aquilar, R. Ferra-Cerrato, R. F. Gavi et al. // *Agrociencia*. – 2003. – V.37, № 6. – P. 585–594.
20. Roy J. L. Soil water repellency as a long term consequence of terrestrial oil spills / J. L. Roy, W. B. McGill // *Canad. J. Soil Sc.* – 1996. – V. 76. – P. 244.
21. Wyszkowski M. Effect of soil contamination with diesel oil on yellow lupine, field and macro elements content plant soil environment / M. Wyszkowski, S. Wyszkokwska, A. Ziochowska. – 2004. – V. 50, № 5. – P. 218–226.

REFERENCES

1. Aktyvnist' mikroflory naftozabrudnenogo g'runtu u ryzosfernij zoni roslyn Sarex hirta L. / L. V. Bun'o, O. M. Cvilynjuk, O. I. Terek ta in. // *Biologichni studii' / Studia Biologica*. – 2010. – T.4, № 3. – S. 55–62.
2. Vadjunina A. F. Metody issledovanija fizicheskikh svojstv pochv / A. F. Vadjunina, Z. A. Korchagina. – M.: Agropromizdat, 1986. – 416 s.
3. Gabbasova I. M. Ocenka sostojanija pochv s davnimi srokami zagrzaznenija syroj neft'ju posle biologicheskoy rekultivacii / I. M. Gabbasova, F. H. Haziev, P. P. Sulejmanov // *Pochvovedenie*. – 2002. – № 10. – S. 1259–1273.
4. Vlijanie estestvennoj zagrzaznenosti na razvitie sel'skohozjajstvennyh kul'tur / R. S. Daurbekova, A. Ja. Dugieva, R. D. Archakova, Z. B. Jel'dieva // *Fundamental'nye issledovanija. Biologicheskie nauki*. – 2012. – № 9. – S.268–272.
5. Ermakova O. Ju. Vlijanie neftjanogo zagrzaznenija na rastitel'nyj pokrov i svojstva pochv: dis. kand. biol. nauk / O. Ju. Ermakova. – Orenburg, 2011. – 158 s.
6. Korolev V. A. Metody issledovanija fizicheskikh svojstv pochv / V. A. Korolev. – Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj universitet, 2005. – 27 s.
7. Laboratorno-prakticheskie zanjatija po pochvovedeniju / M. V. Novickij, I. N. Donskih, D. V. Chernov i dr. – SPb.: Prospekt Nauki, 2009. – 320 s.
8. Panasenko Je. V. Vplyv vuglevodniv nafty na zminu dejakyh vodnyh pokaznykiv chornozemnogo g'runtu / Je. V. Panasenko // *Visnyk HNAU. G'runtoznavstvo*. – 2008. – № 2. – S. 132–135.
9. Prjanishnikov D. N. Agrohimiicheskie metody issledovanija pochv / D. N. Prjanishnikov. – M.: Nauka, 1965. – 436 s.
10. Revut I. B. Fizika pochv / I. B. Revut. – L.: Kolos, 1972. – 368 s.
11. Sposib ochyshhennja g'runtiv, zabrudneny naftoju. Patent na korysnu model' 16345 Ukrai'na, MPK (2006) A01V 79/00 A01V 79/02 (2006.01) A01S 21/00 / N. M. Dzhura, O. I. Terek, O. M. Cvilynjuk; L'viv's'kyj nacional'nyj universytet imeni Ivana Franka – № U200511816; zajavl. 12.12.2005; opubl. 15.08.06, Bjul. № 8. – 7 s.
12. Trofimov S. Ja. Izmenenie svojstv pochv pod vlijaniem neftjanogo zagrzaznenija / S. Ja. Trofimov, M. S. Rozanova; pod obshh. red. akad. RAN G.V. Dobrovol'skogo // *Degradacija i ohrana pochv*. – M.: Izd-vo MGU, 2002. – S. 359–373.
13. Farahova I. Z. Vlijanie tovarnoj nefti na nekotorye agrofizicheskie svojstva seroj lesnoj pochvy i urozhajnost' sel'skohozjajstvennyh kul'tur / I. Z. Farahova, M. Ju. Giljazov, A. M. Utkuzova // *Materialy dokladov VI s'ezda obshhestva pochvovedov im. V. V. Dokuchaeva. Vserossijskaja mezhdunar. nauchnaja konf. «Pochvy Rossii: sovremennoe sostojanie, perspektivy izuchenija i ispol'zovanija»*, 13-18 avgusta 2012. – Petrozavodsk-Moskva, 2012. – S.160–165.
14. Cajtler M. J. Zminy struktury cenopopuljacij *Carex hirta* v umovah naftovogo zabrudnennja ekotopiv na Boryslav's'komu naftovomu rodovyshhi / M. J. Cajtler // *Ekologija ta noosferologija*. – 2000. – Vyp. 9. № 1–2. – S. 127–132.
15. Mikoryza u *Carex hirta* L. jak odna iz umov vyzhyvanja v naftozabrudnenomu g'runtu / O. M. Cvilynjuk, L. V. Bun'o, O. L. Karpyn, O. I. Terek // *Visnyk L'viv's'kogo un-tu. Serija biologichna*. – 2012. – Vyp. 60. – S. 320–326.
16. Shorina T. S. Dinamika geobotanicheskikh pokazatelej v zavisimosti ot vodno-fizicheskikh svojstv neftezagrzaznenykh pochv orenburgskogo predural'ja / T. S. Shorina // *Materialy dokladov VI s'ezda obshhestva pochvovedov im. V. V. Dokuchaeva. Vserossijskaja mezhdunar. nauchnaja konf. «Pochvy Rossii: sovremennoe sostojanie, perspektivy izuchenija i ispol'zovanija»*, 13-18 avgusta 2012. – Petrozavodsk-Moskva, 2012. – S.305–306.
17. Barua D. Certain physico-chemical changes in the soil brought about by contamination of crude oil in two oil fields of Assam, NE India / D. Barua, J. Buragohain, S. K. Sarma // *European Journal of Experimental Biology*. – 2011. – V.1 (3). – P. 154–161.
18. Meagher R. B. Phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants / R. B. Meagher // *Curr Opin Plant Biol.* – 2000. – №3. – P. 153–162.
19. Emergencia y crecimiento de maíz en un suelo contaminado con petróleo crudo / E. E. Quiñones-Aquilar, R. Ferra-Cerrato, R. F. Gavi et al. // *Agrociencia*. – 2003. – V.37, № 6. – P. 585–594.
20. Roy J. L. Soil water repellency as a long term consequence of terrestrial oil spills / J. L. Roy, W. B. McGill // *Canad. J. Soil Sc.* – 1996. – V. 76. – P. 244.
21. Wyszkowski M. Effect of soil contamination with diesel oil on yellow lupine, field and macro elements content plant soil environment / M. Wyszkowski, S. Wyszkokwska, A. Ziochowska. – 2004. – V. 50, № 5. – P. 218–226.

Содержание недоступной воды для растений-фитомелиорантов *Carex hirta* L. у нефтезагрязненной почве

Л. В. Буньо, О. Н. Цвилянук, О. И. Терек

Исследовано содержание недоступной воды для растений *C. hirta*, которые росли на нефтезагрязненной почве. Выявлено, что количество недоступной воды с увеличением срока деструкции нефти уменьшалось. Наивысшую гидрофобность проявляла нефтезагрязненная почва с свежеразлитой нефтью.

Растения *C. hirta* способны расти при низком содержания воды в почве. Практические показатели оказались выше расчетных для данных растений на такой почве. Рост растений *C. hirta* улучшал водные свойства нефтезагрязненной почвы. Количество доступной воды для роста растений увеличивалось на участках, где проводили фиторекультивацию.

Ключевые слова: гигроскопичность почвы, влажность устойчивого завядания растений, влажность замедления роста растений, нефтезагрязненная почва, *Carex hirta* L.

Надійшла 10.11.2014 р.