УДК 632.15 – 032.32:631.453

Л. А. Колєснікова

ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПРИ ВИВЧЕННІ СИСТЕМИ ҐРУНТ–РОСЛИНА

Полтавська державна аграрна академія

Досліджено динаміку мікроморфології проростків пшениці ярої в залежності від вмісту сирої нафти в ґрунті. Встановлено три основні ефекти впливу сирої нафти на морфологію листової пластинки (ЛП) модельної тест-культури: перший ефект – стимуляція анаболічних процесів хлоренхіми; другий ефект – резистентність, стійкість проростків пшениці ярої до впливу нафтового забруднення ґрунту; третій ефект – фітотоксичний, що викликає розвиток атрофії та деструкції клітин хлоренхіми й призводить до гибелі проростків пшениці ярої.

Ключові слова: *мікроморфологія, морфометрія, хлоренхіма, хлоропласти, листкова пластинка, нафтове забруднення, пшениця яра.*

Л. А. Колесникова

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИ ИЗУЧЕНИИ СИСТЕМЫ ПОЧВА–РАСТЕНИЕ

Полтавская государственная аграрная академия

Исследована динамика микроморфологии проростков пшеницы яровой в зависимости от содержания сырой нефти в почве. Установлены три основных направления воздействия сырой нефти на морфологию листовой пластинки (ЛП) модельной тест-культуры: первое – стимуляция анаболических процессов хлоренхимы, второе – резистентность, устойчивость проростков пшеницы яровой влиянию нефтяного загрязнения почвы, третье – фитотоксическое, вызывающее развитие атрофии и деструкции клеток хлоренхимы, приводящее к гибели проростков яровой пшеницы.

Ключевые слова: микроморфология, морфометрия, хлоренхима, хлоропласты, листовая пластинка, нефтяное загрязнение, яровая пшеница.

L. A. Kolesnikova

ECOTOXICOLOGICAL EVALUATION OF SOIL–PLANT SYSTEM

Poltava State Agrarian Academy

We studied the dynamics of micromorphology of spring wheat seedlings depending on the content of crude oil in soil. We established three main patters of influence of crude oil on the leaf plate (LP) morphology of testing culture. The first pattern was the stimulation of anabolic processes of the chlorenchym. The second one was the resistance and stability of spring wheat seedlings to the influence of oil contamination in soil. Third effect was the phytotoxication that caused the development of atrophy and destruction of cells of chlorenchym and led to the death of spring wheat seedlings.

Key words: *micromorphology, morphometrics, chlorenchym, chloroplast, leaf plate, oil pollution, spring wheat.*

Ріст процесів урбанізації призводить до збільшення об'ємів використання нафтопродуктів та інтенсифікації робіт у нафтогазовидобувному комплексі – одному з основних джерел забруднення ґрунтового покриву, що неминуче призводить до вирощування сільськогосподарських культур на ґрунтах, забруднених нафтовими вуглеводнями (Абузова, 1981; Цайтлер, 2000). На Полтавщині, та й у цілому в Україні, надзвичайно гострою є проблема забруднення агроекосистем нафтовими вуглеводнями в процесі розвідувально-пошукових робіт, дослідно-промислової експлуатації, транспортуванні, зберіганні та переробці нафти (Бондар & Браєвич, 2006; Писаренко, Ласло, 2009).

За зведеними даними науковців Полтавської державної аграрної академії, значні площі родючих земель Полтавщини, що зазнають техногенного навантаження, мають середній, високий і досить високий рівень забруднення нафтою й нафтопродуктами (Писаренко, Ласло, 2009; Писаренко, 1998). Експерименти вказують, що основними фізико-хімічними факторами ґальмування схожості, росту і розвитку рослин пшениці ярої є наявність у складі нафти метанових, ароматичних вуглеводнів-токсикантів, смолисто-асфальтенових компонентів, порушення водного й повітряного режимів у забрудненому нафтою ґрунті (Бондаренко, 2008; Шандала, Янышева, & Киреева, 1985; April & Sims, 1990).

Доведено, що у вищих рослин, вирощених на нафтозабруднених ґрунтах, знижені фотосинтезуюча функція та активність більшості цитоплазматичних ферментів (Aytamuno & Kogbara, 2007). Для ґрунтової мезофауни найбільш токсичними є вуглеводневі компоненти легкої фракції нафти (Фесенко, Решетов, & Фесенко, 2001). Агроекологічну оцінку придатності ґрунтів для сільського господарства проводять за допомогою методу фітотестування, який дає змогу визначити поріг фітотоксичності ґрунту для конкретних культурних рослин у залежності від ступеня й терміну тривалості нафтового забруднення (Багдасарян, 2005; Baburek, Stiburkova, Levy, & Angeli, 1997).

Кількісно-якісна характеристика фітотоксичності забруднених ґрунтів визначається за допомогою низки показників: відсотка пророщенного насіння, морфометричних параметрів підземних органів рослин – довжини та ступеня розгалуження коренів, розмірів веґетативних органів, фітомаси рослин, їх продуктивності, мікроскопічних характеристик тканин і клітин епідерми та хлоренхіми (Бондаренко, 2008; Гусейнов, Едигарова, 1989).

Не дивлячись на важливість екологічної проблеми, спеціальні дослідження фітотоксичності нафтозабруднених ґрунтів Полтавщини тільки розпочалися

(Загоруйко, Колєснікова, 2011; Писаренко, 1998; Процько, 2010). Тому ми поставили за мету визначити поріг фітотоксичності нафтозабруднених ґрунтів Полтавщини для тест-рослин пшениці ярої та дослідити особливості структурно-функціональної адаптації й деадаптації проростків до дії різних рівнів нафтового забруднення ґрунту.

Матеріали та Методи Досліджень

Для мікроскопічних досліджень вирізали центральну частину ЛП шириною 1–2 мм у 5 проростків у кожній групі спостережень. Біозразки готували згідно з класичною методикою для електронної мікроскопії. Мікроскопічні дослідження та морфометричний аналіз препаратів проводили за допомогою мікроскопа МБІ-15 при загальному збільшенні 700*. Для досягнення мінімальної інструментальної похибки вимірювань були використані наступні оптичні засоби: бінокулярний тубус ЛУ-26 зі змінним збільшенням 1,1*; 1,6*;2,5*; окуляр К7* із прозорою квадратно-сітчатою вимірювальною вставкою, що містить 256 контрольних точок, 16 горизонтальних та 16 вертикальних тест-ліній, перекриття яких утворює 256 вузлових точок; об'єктив-ахромат 40 х 0,65. Повторність у дослідах – чотирьох разова, закладка одночасна. Контрольну групу склали четверті листки проростків пшениці ярої, вирощені на ґрунті, що не містив компонентів сирої нафти.

Результати та Їх Обговорення

Штучно забруднені чорноземи дали можливість отримати багаточисленні й різносторонні дані (табл. 1). Зокрема, як показали результати експерименту, при збільшенні концентрації полютанта від 20 до 50 мл/кг спостерігається пряма залежність пригнічення процесів проростання: знижується енергія проростання та схожість, уповільнюється швидкість проростання пшениці ярої. Результати свідчать, що в разі значного забруднення (40–50 мл/кг) різко знижується схожість насіння, що становить усього 2 % відносно контролю. В інтервалі малих концентрацій (5–10 мл/кг) нафта майже не впливає на проростання пшениці. За дози нафтового забруднення 5 мл/кг спостерігається стимуляція: процент схожості і енергія проростання перевищує контроль.

Таблиця 1. **Вплив нафтового забруднення чорнозему звичайного на проростання пшениці ярої**

№ п/п	Варіанти	Енергія проростання, %	Схожість, %
1	Контроль (норма) ґрунт + нафта 0 мл/кг	75±2,2	92
2	Ґрунт + нафта 5 мл/кг	77±2,3	94
3	Ґрунт+ нафта 10 мл/кг	74±2,2	92

4	Ґрунт+ нафта 20 мл/кг	68±2,0	89
5	Ґрунт+ нафта 30 мл/кг	22±0,7	34
6	Ґрунт+ нафта 40 мл/кг	2±1	2
7	Ґрунт+ нафта 50 мл/кг	2±1	2

Наведені значення дають підставу стверджувати, що за збільшення дози нафтового забруднення від 20 до 50 мл/кг спостерігається уповільнення процесів росту веґетативних органів проростків пшениці в усіх дослідних варіантах порівняно з контролем (табл. 2). Рівень концентрації полютанта 5 мл/кг підтверджує факт стимулюючої дії нафти за малих концентрацій. У модельної культури відбувається активне накопичення рослинами фітомаси, виявляється більш темнозелене забарвлення листкових пластинок відносно контрольної групи. Довжина пластинки 4-го листка проростка злака дослідних варіантів на 9 % перевищувала контрольні показники, ширина – на 20 %, а маса сирої пластинки – на 19 %. Доза 10 мл/кг ґрунту не призводить до підвищення токсичності по відношенню до пшениці ярої, не змінюється схожість, не проявляється стимулююча або інгібуюча дія на ріст і розвиток веґетативних органів проростків на стадії формування 3–4-го листків.

Таблиця 2. **Вплив нафтового забруднення ґрунту на величину пластинки пшениці ярої в фазу формування 3–4-го листків**

Доза нафти, мл/кг.	Параметри пластинки 4-го листка			
	довжина пластинки, см	ширина пластинки, мм	маса сирої пластинки, мг	товщина пластинки, мк
Контроль 0	16,8…17,3	3,3…3,5	2,7…3,2	110…130
5	18,5…18,9	4,0…4,2	3,4…3,8	150…170
10	16,5…16,8	3,2…3,4	2,7…2,9	110…130
20	15,6…16,1	3,0…3,2	2,1…2,4	100…120
30	10,6…10,9	2,6…2,8	1,3…1,7	90…100
40	5,7; 6,1	2,5; 2,7	0,6; 1,0	85; 95
50	5,5; 5,9	2,4; 2,6	0,5; 0,7	83; 90

Результати мікроскопічних досліджень (рис. 1) свідчать про те, що в умовах норми структура ЛП має типову будову. У хлоренхімі спостерігаються клітини різних розмірів, у цитоплазмі яких розташовані ланцюжком зерна хлорофілу. Продихи відкриті, судинно-волокнисті пучки мають типову мікроструктуру.

В умовах нафтового забруднення ґрунту (5 мл/кг) спостерігається, відносно норми, збільшення ЛП четвертого листка проростків пшениці, кількості клітин хлоренхіми та суттєве збільшення вмісту зерен хлорофілу (рис. 2). Значна кількість хлоропластів у клітинах хлоренхіми обумовлює більш темний колір листя.

На нафтозабруднених ґрунтах (10 мл/кг) проростки мають типову будову та мало відрізняються за морфологічними показниками від контрольних рослин (рис. 3). Але спостерігається суттєва гетерогенність і гетероморфність епідерміоцитів і зменшення кількості продихів. У хлоренхімі виявляється збільшення об'єму макропор, а у цитоплазмі хлоренхімоцитів – зменшення кількості зерен хлоропластів.

В умовах нафтозабрудненого ґрунту (20 мл/кг) у ЛП з'являються зони деструкції та лізису хлоренхімних клітин (рис. 4). Значна кількість клітин епідермісу і хлоренхіми піддається дегідратації й деформації.

Нафтове забруднення ґрунту (30 мл/кг) суттєво впливає на мікроморфологію ЛП четвертого листка проростків. Збільшується кількість елементів ксилеми в СВП, що свідчить про недостатнє надходження води та мінеральних сполук (рис. 5). У мезенхімі багато світлооптичних клітин із значно зменшеним вмістом гранул хлорофілу.

При нафтовому забрудненні ґрунту (40–50 мл/кг) спостерігається розвиток тотального пікнозу та дегідратації клітин хлоренхіми, в яких виявляються окремі дрібні зерна хлорофілу (рис. 6), у зів'ялих листках проростків пшениці ярої – зони руйнування епідермісу й хлоренхіми.

Наведені дані (табл. 3) переконливо свідчать про те, за концентрації нафти у ґрунті 5 мл/кг визначається збільшення розмірів ЛП і вмісту хлоренхіми, об'ємна частка якої збільшується від 49,0 % (у нормі) до 59 % (m ±2,0 %).

Таблиця 3. **Кількісні показники хлоренхімного компоненту ЛП проростків**

Показник	Концентрація сирої нафти у ґрунті мл/кг						
	K (норма)	5	10	20	30	40	50
Sхл, мк^2	210000 ±1000	390000 ±1000	196600 ±1000	170000 ±1000	150000 ±1000	130000 ±1000	122000 ±1000
SØ хл, мк^2	350 ±30	500 ±50	351 ±30	340 ±20	326 ±20	325 ±20	320 ±20
Sхп, мк^2	40000 ±1000	110000 ±1000	36000 ±1000	23900 ±1000	20000 ±1000	17000 ±1000	16500 ±1000
Nхл	600 ±50	780 ±50	560 ±50	500 ±40	460 ±40	400 ±40	390 ±40
$Vv^{хл}$, %	49,0 ±2,0	59,0 ±2,0	48,0 ±2,0	48,7 ±2,0	50,0 ±2,0	52,0 ±2,0	51,0 ±2,0
$Vv^{хп}$, %	19,0	28,4	18,3	14,0	13,5	13,1	13,5

	±2,0	±2,0	±2,0	±1,0	±1,0	±1,0	±1,0

площа хлоренхіми – Sхл, мк²; середня площа зрізів клітин хлоренхіми – SØ хл, мк²; кількість зрізів клітин хлоренхіми – Nхл; сумарна площа хлоропластів – Sхп, мк²; об'ємна частка клітин хлоренхіми – $Vv^{хл}$, %; об'ємна частка клітин хлоропластів – $Vv^{хп}$, % .

Ріст об'ємної частки хлоренхіми обумовлений збільшенням сумарної площі зрізів клітин хлоренхіми в ЛП від 210,0*10^3 мк² (у нормі) до 390 *10^3 мк² (m ±10^3 мк²). Отже, спостерігається стимуляція процесів анаболізму та збільшення вмісту асимілюючої паренхіми в ЛП відносно норми в 1,84 разу. За дози нафтового забруднення ґрунту 10 мл/кг відносно норми спостерігається незначне зменшенні об'ємної частки хлоренхіми в ЛП і зменшенні числових значень площі асимілюючої тканини від 210,0*10^3 мк² (у нормі) до 196,6*10^3 мк² (m ±10^3 мк²). При збільшенні дози нафтового забруднення ґрунту від 20 до 50 мл/кг спостерігається поступове зниження вмісту хлоренхіми в ЛП – від 170,0*10^3 мк² до 122*10^3 мк² (m ±10^3 мк²). За максимальної концентрації сирої нафти в ґрунті 50 мл/кг вміст хлоренхіми в ЛП, порівняно з нормою, зменшується в 1,7 рази.

Числові значення Nхл і Sø у досліджуваному інтервалі доз нафтового забрудненя ґрунту (5–50 мл/кг) вказують на синхронізацію та однонаправленість процесів спочатку росту, а потім зменшення морфометричних показників. Так, за малих доз нафтового забрудненя грунту (5 мл/кг), морфометричні дані вказують на наявність процесів активної проліферації й водночас фізіологічної гіпертрофії клітин хлоренхіми в ЛП четвертого листка проростків пшениці ярої. Кількість зрізів цих клітин зростає від 600 (у нормі) до 780 (m ±50). При цьому спостерігається також збільшення середньої площі їх зрізів від 350 ±30 мк² (у нормі) до 500 ±50 мк².

Ми вважаємо, що фізіологічна гіпертрофія клітин хлоренхіми обумовлена не тільки збільшенням вакуолярного простору, але й, передусім, ростом вмісту в цитоплазмі даних клітин кількості хлоропластів. На це вказують дані морфометричних досліджень. Якщо в нормі об'ємна частка хлоропластів у клітинах асимілюючої тканини становить 19 %, то за нафтового забруднення ґрунту 5 мл/кг вона суттєво збільшується (до 28,4 ±2,0 %). За норми сумарна площа хлоропластів хлоренхіми ЛП четвертого прикореневого листка пшениці ярої дорівнює 40*10^3 мк², за нафтового забруднення ґрунту 5 мл/кг ця площа у ЛП зростає до 110*10^3 мк² (m ±10^3 мк²).

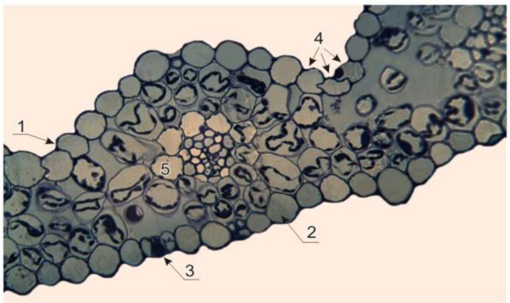

Рис. 1. Мікроструктура листкової пластинки четвертого листка проростка пшениці ярої в контролі (норма). Збільшення 400*. 1 – одношаровий епідерміс зовнішньої поверхні ЛП; 2 – одношаровий епідерміс внутрішньої поверхні ЛП; 3 – продихи; 4 – регулюючі епідермальні клітини; 5 – клітини мезофілу.

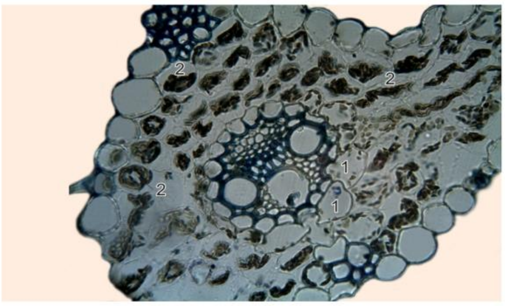

Рис. 2. Мікроструктура листкової пластинки четвертого листка проростка пшениці ярої в експерименті при концентрації сирої нафти у ґрунті 5 мл/кг. Збільшення 400*. 1 – морфологія великого СВП разом із зовнішньою піхвою; 2 – суттєве збільшення зерен хлорофілу в цитоплазмі хлоренхімних клітин.

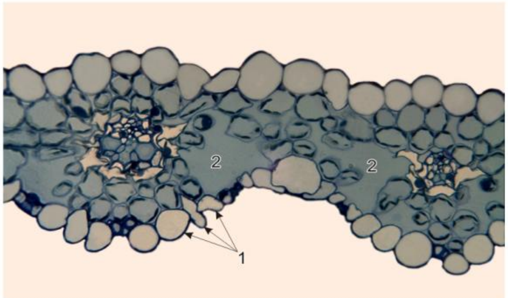

Рис. 3. Мікроморфологія ЛП четвертого листка проростка пшениці ярої в експерименті при концентрації сирої нафти у ґрунті 10 мл/кг. Збільшення – 400*. 1 – гетерогенні та гетероморфні клітини епідермісу зовнішнього контуру ЛП; 2 – збільшення об'єму простору макропор; 3 – зменшення розмірів і збільшення деформованості клітин мезофілу ЛП.

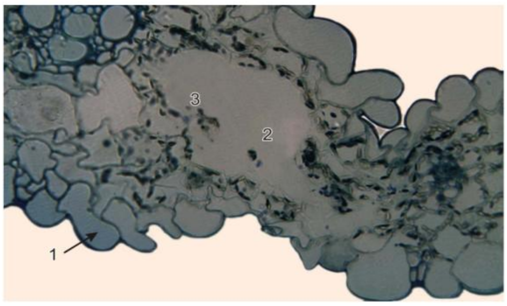

Рис. 4. Мікроморфологія листкової пластинки четвертого листка проростка пшениці ярої в експерименті при концентрації сирої нафти у ґрунті 20 мл/кг. Збільшення – 400*. 1 – гетерогенні та гетероморфні клітини епідермісу; 2 – локальна зона лізису клітин хлоренхіми; 3 – вільно розташовані зерна хлорофілу.

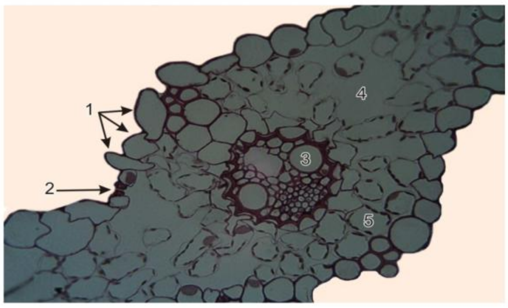

Рис. 5. Мікроструктура листкової пластинки четвертого листка проростків пшениці ярої в експерименті при концентрації сирої нафти у ґрунті 30 мл/кг. Збільшення 400*. Зменшення вмісту гранул хлорофілу у асиміляційних клітинах хлоренхіми. 1 – гетерогенні та гетероморфні епідермоцити; 2 – продих; 3 – великий СВП; 4 – макропора; 5 – клітини хлоренхіми.

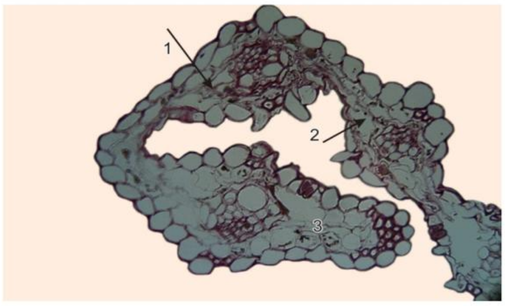

Рис. 6. Мікроструктура листкової пластинки четвертого листка проростків пшениці в експерименті при концентрації сирої нафти у ґрунті 50 мл/кг. Збільшення 400*. 1 – тотальний пікноз і дегідратація клітин хлоренхіми; 2 – оптично темні кулясті включення, що виявляються в цитоплазмі окремих клітин; 3 – дрібні зерна хлорофілу.

Таблиця 3. **Кількісні показники хлоренхімного компоненту ЛП проростків**

Показник	Концентрація сирої нафти у ґрунті мл/кг						
	К (норма)	5	10	20	30	40	50
Sхл, мк^2	210000 ±1000	390000 ±1000	196600 ±1000	170000 ±1000	150000 ±1000	130000 ±1000	122000 ±1000
SØ хл, мк^2	350 ±30	500 ±50	351 ±30	340 ±20	326 ±20	325 ±20	320 ±20
Sхп, мк^2	40000 ±1000	110000 ±1000	36000 ±1000	23900 ±1000	20000 ±1000	17000 ±1000	16500 ±1000
Nхл	600 ±50	780 ±50	560 ±50	500 ±40	460 ±40	400 ±40	390 ±40
$Vv^{хл}$, %	49,0 ±2,0	59,0 ±2,0	48,0 ±2,0	48,7 ±2,0	50,0 ±2,0	52,0 ±2,0	51,0 ±2,0
$Vv^{хп}$, %	19,0 ±2,0	28,4 ±2,0	18,3 ±2,0	14,0 ±1,0	13,5 ±1,0	13,1 ±1,0	13,5 ±1,0

площа хлоренхіми – Sхл, мк^2; середня площа зрізів клітин хлоренхіми – SØ хл, мк^2; кількість зрізів клітин хлоренхіми – Nхл; сумарна площа хлоропластів – Sхп, мк^2; об'ємна частка клітин хлоренхіми – $Vv^{хл}$, %; об'ємна частка клітин хлоропластів – $Vv^{хп}$, % .

В умовах нафтового забруднення ґрунту за концентрації нафти 10 мл/кг у хлоренхімному компоненті ЛП спостерігається певне зменшення числа зрізів клітин – від 600 (у нормі) до 560 (m ±50). При збільшенні концентрації нафти в ґрунті, від 20 мл/кг до 50 мл/кг, кількість зрізів клітин хлоренхіми повільно зменшується − від 500 до 390 (m ±40). При цьому, відносно норми (600 клітин), в умовах максимального нафтового забруднення ґрунту число зрізів клітин хлоренхіми ЛП зменшується майже в 1,5 рази.

Результати досліджень свідчать, що за дози нафтового забруднення ґрунту від 10 мл/кг до 50 мл/кг спостерігається певна стабільність значень середньої площі зрізів хлоренхімних клітин. Так, у межах похибки вимірювань, середня площа зрізів клітин хлоренхіми становить 351 ±30 мк^3 (10 мл/кг) до 320 ±20 мк^2 (50 мл/кг), що близько норми (350 ±30 мк^2). Наведені дані дали змогу встановити: зниження вмісту в ЛП четвертого прикореневого листка проростків пшениці ярої домінуючого компонента хлоренхіми обумовлено зменшенням кількості клітин при відносно незмінному їх розмірі. Результати морфометрії хлоропластів у клітинах хлоренхіми свідчать про те, що зі збільшенням нафтового забруднення ґрунту (від 20 мл/кг до 50 мл/кг) несуттєво зменшується відносний об'єм цих органел (від 14,0 ±1,0 % до 13,5 ±1,0 %). Однак у метричному вираженні сумарна площа хлоропластів значно знижується − від $23,9*10^3$ $\pm10^3$ мк^2 (20 мл/кг) до $17,0*10^3$ $\pm10^3$ мк^2 (40 мл/кг) та $16,5*10^3$ $\pm10^3$ мк^2 (50 мл/кг).

Висновки

1. Виявлено три напрями впливу модульованого нафтового забрудненя ґрунту (5…50) мл/кг на проростання і ранній розвиток рослин пшениці ярої. Перший – стимулюючий, сприятливий вплив малих доз нафти (≤5 мл/кг) на проростання насіння та ріст пшениці ярої. Другий – резистентний, що проявляється у толерантності рослин пшениці ярої до дії нафтового забруднення ґрунту (10≤20 мл/кг). Третій – фітотоксичний, несприятливий вплив нафтового забруднення ґрунту (≥20 мл/кг) на проростання насіння і подальший розвиток рослин, а також негативний вплив нафтового забруднення ґрунту (≥30 мл/кг), що призводить до висихання й гибелі проростків пшениці ярої.

2. За умов нафтового забруднення ґрунту (20 мл/кг), виявляються перші морфологічні ознаки пригнічення проростання насіння й уповільненя росту проростків пшениці ярої**.** Визначаються зменшення кількості та асиметрія розташування провідних структурно-волокнистих пучків у листковій пластинці, поява локальних ділянок деструкції та лізису хлоренхіми. Проліферативна активність епідерми, хлоренхіми та вміст зерен хлорофілу у хлоренхімоцитах листкової пластинки суттєво зменшуються відносно норми, вказує на морфологічні ознаки деадаптації рослин до дії нафтового забруднення й дає підстави стверджувати, що максимально допустимий поріг фітоксичності нафтозабрудненого ґрунту для тест-рослини пшениці ярої дорівнює 15–20 мл/кг.

3. Причинами фітотоксичності нафтозабруднених ґрунтів (30…50 мл/кг) є поєднана дія таких негативних агроекологічних фізико-хімічних факторів: накопичення ароматичних вуглеводнів-токсикантів нафти у корінцях і проростках пшениці ярої, збільшення гідрофобних властивостей забрудненого ґрунту, утворення нафтової плівки, котра обволікає частинки ґрунту та корінці рослин. Це значно ґальмує й зупиняє процеси всмоктування вологи, мінеральних речовин і дихання кореневих волосків, що призводить до низької схожості насіння, затримки росту проростків, зменшення кількості структурно-волокнистих пучків і хлоренхіми у листковій пластинці, деструкції, висихання та гибелі рослин пшениці ярої.

Список Використаної Літератури

Абузова Ф. Ф. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении / Ф. Ф. Абузова. – М.: Недра, 1981. – 248 с.

Багдасарян А. С. Биотестирование почв техногенных зон городских территорий с использованием растительных организмов: дис. канд. биол. наук: 03.00.16 / Багдасарян Александр Сергеевич. – Ставрополь, 2005. –159 с.

Бондар О. І. Аналіз та шляхи реалізації державної системи моніторингу довкілля України / О. І. Бондар, І. М. Браєвич // Агроекологічний журнал. – 2006. – №4. – С. 5–9.
Бондаренко А. Н. Оценка нефтяного загрязнения почв аридных территорий: на примере Астраханской области: дис. канд. геогр. наук: 25.00.26 / Бондаренко Анастасия Николаевна. – Астрахань, 2008. –215 с.
Гусейнов Д. М. Стимулирующее действие органического вещества нефтяного происхождения на рост и развитие растений / Д. М. Гусейнов, И. Н. Едигарова // Доклады АН АзССР, 1989. – №4. – С. 273–278; №12. – С. 861–867.
Загоруйко Г. Є. Вплив нафтового забруднення ґрунту на мікроморфологію веґетативних органів проростків пшениці ярої / Г. Є. Загоруйко, Л. А. Колєснікова // Вісник проблем біології медицини. – 2011. – №3, Т. 3(89). – С. 38–42.
Писаренко П. В. Оцінка екологічного стану сільськогосподарських угідь Полтавської області / П. В. Писаренко, О. О. Ласло // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2009. – №2. – С. 23–25.
Писаренко П. В. Фітотоксичність мінералізованої (пластової) води в посівах озимої пшениці / П. В. Писаренко // Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту. – 1998. – №1. – С. 22–26.
Процько Я. І. Вплив нафти та нафтопродуктів на ґрунтовий покрив / Я. І. Процько // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2010. – №2. - С. 189–191.
Цайтлер М. Й. Фактори техногенного навантаження на екологічні системи Бориславського нафтового родовища / М. Й. Цайтлер // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Техногенно-екологічна безпека регіонів як умова сталого розвитку України». – К.: Товариство «Знання України», 2000. – С. 18–20.
Шандала М. Г. Опыт и перспективы исследования химических канцерогенов в окружающей среде / М. Г. Шандала, Н. Я. Янышева, И. С. Киреева [и др.] // Гигиена и санитария. – 1985. – №6. – С. 7–9.
Фесенко І. М. Оцінка та контроль впливу відходів буріння нафтогазових свердловин на ґрунти / І. М. Фесенко, І. К. Решетов, М.М. Фесенко // Екологія та безпека життєдіяльності. – 2001. – №3. – С. 36–40.
April, W. Evaluation of the use of prairie grasses for stimulating polycyclic aromatic hydrocarbon treatment in soil / W. April, R.C. Sims // Chemosphere. - 1990. - V. 20. – P. 253–265.
Aytamuno J. D. Determining the tolerance level of *Zea mays* (maize) to a crude oil polluted agricultural soil / D. J. Aytamuno, B. R. Kogbara // African J. Biotechnol. – 2007. – V. 6. - №11. – P. 1332–1337.

Baburek I. B. Tobacco cotyledons: a novel system for testing mutagenicity in plant / Baburek I. B. , Stiburkova B. L., Levy A., Angelis K. J. // Environ. and Mol. Mutagens. – 1997. – V. 30. – №1. – P. 91–93.

REFERENCES

Abuzova, F.F. (1981). Oil stock conveyance and storage losses control. Moscow: Nedra.

Bagdasaryan, A.S. (2005). Usage of plants on biological testing of soils of urban technogenic zones. Doctoral Dissertation. Stavropol.

Bondar, O.I., & Brayevich, I.M. (2006). Analysis and patterns of state monitoring program of Ukrainian environment. Agroecological Journal. 4, 5–9.

Bondarenko, A.N. (2008). Evaluation of oil pollution of arid lands (the case of Astrakhan region). Doctoral Dissertation. Astrakhan.

Guseynov, D.M., & Edigarova, I.N. (1989). Stimulating effect of organic substance of oil origin on plant growth and development. Reports of Azerbaijan Academy of Sciences. 4, 273–278; 12, 861–867.

Zagoruyko, G.Ye., & Kolesnikova, L.A. (2011). Effect of soil oil pollution on micromorphology of vegetative organs of spring wheat seedlings. Bulletin of Biology and Medicine. 3(89), 38–42.

Pisarenko, P.V., & Laslo, O.O. (2009). Evaluation of ecological state of agricultural lands in Poltava region. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy. 2, 23–25.

Pisarenko, P.V. (1998). Phytotoxicity of mineral (deposit) water in the seeds of fall wheat. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy. 1, 22–26.

Protsko, Ya. I. (2010). Effect of oil and oil products on the soil. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy. 2, 189−191.

Tsaytler, M.Y. (2000). Factors of technogenic pressure in ecosystems of Borislav oil deposite. Proceed. Intern. Sc. Conf. Kiev: Znannya Ukrainy.

Shandala, M.G., Yanysheva, N. Ya., Kireeva, I.S. (1985). Experience and perspectives of chemical cancerogenes research in the environment. Hygiene and Sanitary. 6, 7−9.

Fesenko, I.M., Reshetov, I K., & Fesenko, M.M. Estimation and control of influence of drilling waste from oil and gas wells on the soils. Ecology and Life Safety. 3, 36-40.

April, W., & Sims, R.C. (1990). Evaluation of the use of prairie grasses for stimulating polycyclic aromatic hydrocarbon treatment in soil. Chemosfere. 20, 253−265.

Aytamuno, J. D., & Kogbara, B.R. (2007). Determining the tolerance level of *Zea mays* (maize) to a crude oil polluted agricultural soil. African J. Biotechnol. 6(11), 1332−1337.

Baburek, I. B., Stiburkova, B. L., Levy, A., & Angelis, K. J. (1997). Tobacco cotyledons: a novel system for testing mutagenicity in plant. Environ. And Mol. Mutagens. 30(1), 91–93.

Поступила в редакцию 19.06.2013

Как цитировать:

Л. А. Колєснікова (2013). Екотоксикологічна оцінка при вивченні системи ґрунт–рослина. *Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого, 2* (8), 115-127. crossref

http://dx.doi.org/10.7905/bbmspu.v0i3(6).543