

© Г. Є. Загоруйко, Л. А. Колеснікова*

УДК 633.11:581.1:504.054

Г. Є. Загоруйко, Л. А. Колеснікова*

ВПЛИВ НАФТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ НА МІКРОМОРФОЛОГІЮ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ ПРОРОСТКІВ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ

ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки та торгівлі» (м. Полтава)

*Полтавська державна аграрна академія (м. Полтава)

Робота є фрагментом планової теми наукового дослідження «Динаміка поширення поліциклічних ароматичних вуглеводнів в об'єктах навколишнього середовища» (шифр 0107U.006167).

Вступ. Нині окремою екологічною проблемою в Україні є дедалі зростаюча площа нафтозабруднених земель внаслідок антропогенної активності, обумовленої добуванням, транспортуванням і переробкою нафти [2]. Нафтозабруднені ґрунти стали в останній час об'єктом особливої уваги науковців. Дослідження, що стосуються безпосередньо Полтавщини у цьому плані тільки-но розпочалися. При обстеженні стану ґрунтового покриву науковцями Полтавської державної аграрної академії були виявлені ділянки, забруднені нафтою, що призводить до негативного впливу на суміжні компоненти агро-екосистеми, зокрема «ґрунт-рослини» [1,3,5,6]. У зв'язку з цим актуальною проблемою наразі стали дослідження впливу нафтозабруднених ґрунтів на ріст і розвиток сільськогосподарських культур, а також визначення їх стійкості на ранніх етапах онтогенезу.

Мета дослідження – динаміка мікроморфології проростків пшениці ярої в залежності від вмісту сирої нафти в ґрунті.

Об'єкт і методи дослідження. Досліджено мікроморфологію 4-го листка проростків пшениці ярої, вирощених на ґрунтах, забруднених сировою нафтою в таких дозах: 5, 10, 20, 30, 40, 50 мл/кг. Зразки листових пластинок (ЛП) обробляли за класичною методикою приготування препаратів для електронної мікроскопії [4]. Світлооптичні дослідження зрізів ЛП забарвлених метиленовим синім, проводили за допомогою мікроскопа XS-4130. На основі цих результатів визначали стимулюючий, інгібуєчий і резистентний ефекти впливу різних доз нафтового забруднення ґрунту на розвиток ЛП проростків пшениці ярої.

Результати досліджень та їх обговорення. Як свідчать проведені дослідження, між зовнішнім та внутрішнім шаром епідермісу ЛП розміщена паренхіма пронизана повздовжніми провідними пучками та елементами механічної тканини (рис. 1).

Провідні пучки – залежно від будови – поділяються на великі (В), середні (С) та малі (М). В судинно-волоконисті пучки (СВП) містять крупні судини, що виконують функцію водопостачання й постачання мінеральних речовин від кореневої системи проростків до клітин паренхіми. Крупні судини формують ксилему провідних пучків. Дрібні судини утворені

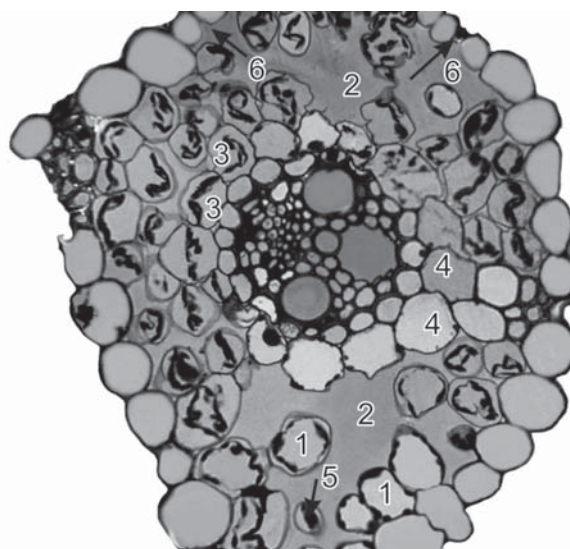


Рис. 1. Мікроструктура ЛП проростка пшениці ярої в нормі. Зб. 400*, заб. метиленовий блакитний.

1 – хлоренхімні клітини; 2 – макропора;
3 – хлоропласти; 4 – облягаючі клітини;
5 – малодиференційовані клітини.

збиральними трубками, по яких проходить відтік продуктів асиміляції від клітин хлоренхіми листка в інші вегетативні органи проростків пшениці. Збиральні трубки формують флоему провідних пучків. В СВП містять розвинуту ксилему. У С СВП відносні об'єми ксилеми і флоеми приблизно однакові, а М СВП складаються, переважно, з елементів флоеми. В та С СВП оточені клітинами, які формують внутрішню і зовнішню піхви. Остання утворена великими клітинами мезофілу, в цитоплазмі яких виявлені поодинокі зерна хлорофілу. Анатомічне співвідношення в ЛП проростків СВП можна записати у вигляді наступного співвідношення: 3М–1С–3М–1В–3М–1С–3М, що свідчить про симетричне розташування СВП відносно центральної жилки (В). Клітини механічної тканини утворюють тонкі механічні волокна, які розміщені парами на вершині гребеня ЛП, щільно контактуючи, із розширеною основою волоскових епідермальних клітин. Значна кількість механічних волокон розміщена на кінцях ЛП. Мезофіл займає центральну частину ЛП і утворений губчатою паренхімою, що складається із розсипчасто розміщених хлоренхімних клітин, основна функція яких – забезпечення фотосинтетичних процесів. Рівномірному постачанню повітря клітинам мезофілу сприяють відносно крупні міжклітинники. У мезофілі ЛП виявлена гетерогенність складових його паренхімних клітин,

яка корелює з їх функціональними особливостями. Дрібні малодиференційовані клітини містять велике ядро, поодинокі зерна хлорофілу й вільно розміщені на кінцях ЛП (рис. 2), а також виявляються у товщі гребенів. Ці клітини забезпечують проліферацію мезофілу, латеральний та інтеркалярний ріст ЛП.

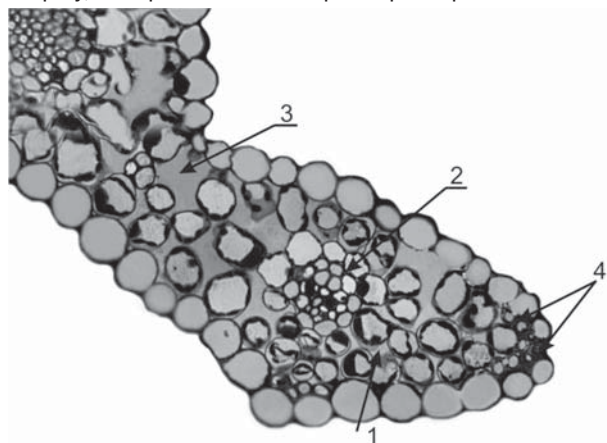


Рис. 2. Мікроструктура кінцевої частини ЛП проростка пшениці ярої в нормі. Зб. 400*, заб. метиленовий блакитний. 1–малодиференційовані клітини; 2–малий СВП; 3–мезопора; 4–механічні волокна.

Асиміляційна паренхіма представлена значною кількістю клітин, розміщених під епідермісом. Їх цитоплазма містить чимало хлоропластів. У хлоренхімоцитах, що знаходяться в товщі ЛП, зерна хлорофілу спостерігаються, переважно, в центрі і відсутні біля клітинної оболонки. Це свідчить про те, що в залежності від освітленості листка відбувається активне переміщення у цитоплазмі асиміляційних клітин гранул хлорофілу. Зовнішня піхва СВП сформована облягаючими клітинами, які є похідними паренхіми. Вони більші за розмірами, ніж хлоренхімоцити, майже не містять хлоропластів і здійснюють транзит синтезованих органічних сполук від хлоренхіми до клітин флоєми СВП. Міжклітинний простір утворений множиною проміжків між паренхіматозними клітинами. Об'єм міжклітинного простору складається із макро-, мезо- і мікропор. Макропори являють собою розширені локальні повітряні проміжки, обмежені продихом та прилеглими клітинами епідермісу і мезофілу. Зв'язок макропор із зовнішнім повітряним середовищем здійснюється через продихи. Менші об'єми міжклітинників у товщі ЛП формують мезопори. Багато дрібних міжклітинних щілин у скупченнях хлоренхімоцитів утворюють розгалужену динамічну мережу мікропор. У зоні розміщення гребенів ЛП спостерігається безпосередній контакт облягаючих клітин СВП з макропорою. За нафтового забруднення ґрунту (5 мл/кг) у ЛП суттєво збільшується об'єм мезофілу і кількість елементів механічної тканини (рис. 3).

Діаметр зрізу В СВП разом із зовнішньою піхвою становить 120–125 мк, тоді як за норми він дорівнює 95–100 мк. Загальна кількість СВП, що проникають у повздовжньому напрямі ЛП, становить 15,

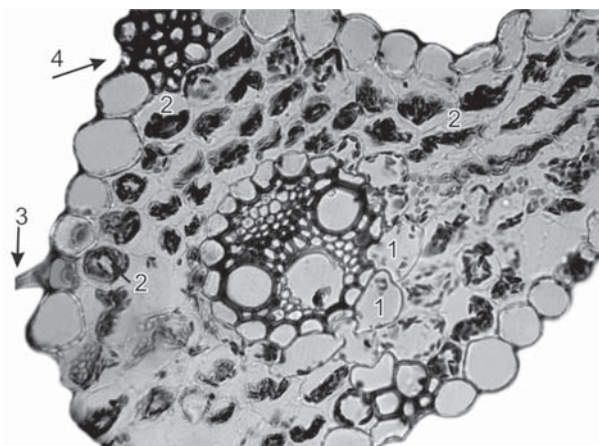


Рис. 3. Мікроструктура ЛП проростка пшениці ярої. Доза сирової нафти у ґрунті 5 мл/кг. Зб. 400*; 1–В СВП разом із зовнішньою піхвою; 2–зерна хлорофілу; 3–волоскова клітина; 4–механічні волокна.

по 7 пучків, які розташовані симетрично відносно центрального СВП. Анатомічний показник співвідношення кількості пучків дорівнює: 3М–1С–3м–1В–3М–1С–3М, що свідчить про симетричне розташування СВП відносно центрального СВП. Суттєве збільшення кількості механічних волокон спостерігається зверху та знизу В і С СВП. Поблизу М СВП і на краях ЛП кількість елементів механічної тканини більша, ніж у нормі. Анастомози між СВП не виявлені. У ЛП суттєво збільшується вміст губчатої паренхіми. Спостерігається більш щільне розміщення хлоренхімоцитів. Зменшується сумарний об'єм макро-, мезопор й одночасно зростає об'ємна частка мікропор, які забезпечують постачання клітинам паренхіми газоподібних речовин. У центральній частині ЛП хлоренхімоцити крупні. У напрямку від центру до кінців ЛП простежується поступове зменшення їх розмірів і водночас збільшення кількості. У гребенях ЛП більшість хлоренхімоцитів має випуклу форму. У впадинах ЛП ці клітини сплюснені. Зміна форми свідчить про пластичність і зворотну деформованість. Рідко в паренхімі ЛП спостерігаються дрібні малодиференційовані клітини, серед яких виявляються такі, що мають форму двояковигнутих дисків. Це – морфологічний прояв амітотичного поділу хлоренхімоцитів. Суттєво збільшується у хлоренхімоцитах ЛП вміст зерен хлорофілу. Виявляються оптично темні й більш світлі хлоропласти. Це дає підставу припустити, що темні хлорофільні зерна містять переважно пігмент хлорофілу «в», який обумовлює оптично темно-зелене забарвлення. Світлі хлоропласти містять пігмент хлорофілу «а», що надає зернам хлорофілу жовто-зеленого забарвлення. Значна кількість хлоропластів із пігментом «в» у клітинах хлоренхіми збільшує сумарний вміст хлорофілових зерен (а+в) і обумовлює темно-зелений насичений колір листа. Виявлено тінкторіальні особливості розміщення темних і світлих зерен хлорофілу у цитоплазмі клітин. Оптично темні зерна хлорофілу локалізовані вздовж внутрішньої поверхні клітинної оболонки хлоренхімоцитів. Вони мають менші розміри, сплюснені,

нагадують форму «чечевиці». Світло-зелені зерна хлорофілу – ованої та еліпсоїдної форми і крупніші за своїми розмірами. Наведені дані свідчать, що темно-зелене забарвлення ЛП в експерименті (5 мл/кг) обумовлено суттєвим збільшенням кількості хлорофілових зерен (а+в) і розміщенням на периферії клітин оптично темно-зелених хлоропластів, що містять пігмент хлорофілу «в». За нафтового забруднення ґрунту (10–20 мл/кг) порівняно з нормою у ЛП зменшується об'єм мезофілу й розміри хлоренхімоцитів. Спостерігається **асиметрія** – тропізм розміщення СВП відносно центрального СВП. З одного боку центральної жилки визначається 7, а з іншої 6 С і М СВП. Змінюється анатомічне співвідношення С і М СВП: з однієї сторони від СВП це співвідношення представлено у вигляді **1М–1С–1М–1С–3М–1В**, а з іншої дане співвідношення дорівнює **1В–3М–1С–2М**. Клітини зовнішньої піхви СВП деформовані, кутоподібної форми, що вказує на їх дегідратацію (рис. 4).

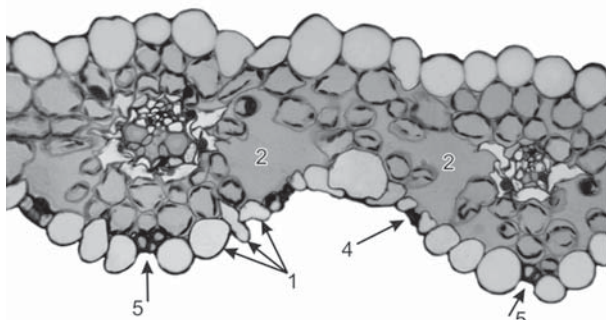


Рис. 4. Мікроморфологія ЛП проростка пшениці ярої. Доза сирової нафти 10 мл/кг. Зб. 400*, заб. метиленовий блакитний. 1–гетерогенні та гетероморфні епідерміоцити; 2–макропори; 3–деформовані клітини; 4–продихи; 5–місце «злущеної» волоскової клітини.

Діаметр зрізу В СВП разом із зовнішньою піхвою дорівнює 70–72 мк, що в 1,4 разу менше за норму (100 мк). Поперечник С СВП становить 65 мк за норми (76 мк). Діаметр зрізу М СВП \approx 33 мк, що в межах похибки не відрізняється від норми. Результати вимірювань свідчать, що в умовах забрудненого ґрунту (10–20 мл/кг) у ЛП відбувається зменшення розміру В СВП і водночас збільшення розміру С СВП, спостерігається збільшення кількості елементів механічної тканини. Над В і С СВП залягає механічна тканина, що складається з багатьох склеренхіматичних волокон, стінки яких помітно потовщені. У деяких препаратах ЛП елементи механічної тканини утворюють зв'язок між клітинами епідермісу і зовнішньою піхвою С СВП. Клітини зовнішньої піхви значно деформовані. Навколо М СВП механічна тканина не виявляється. У ЛП збільшений об'єм макро-, і мезопор. Спостерігаються ділянки ЛП, в яких зливаються макро- і мезопори сусідніх гребенів. Досить багато малих і середніх за розмірами хлоренхімоцитів, розміщених вільно в товщі мезенхіми. Щільність розміщення хлоренхімоцитів значно зростає в заглибленнях ЛП, де клітини здавлені, тому сплюснені

й деформовані. У товщі гребенів ЛП вони більш розсіпчасті. Спостерігається тісний зв'язок між станом продихів і розмірами макропор. Повітряна пазуха має великі розміри в зоні відкритих продихів. Об'єм макропор суттєво зменшується в місцях розміщення закритих продихів. У мезенхімі гребенів інколи виявляються поодинокі клітини «тіні». У таких порожніх клітинах не виявляються зерна хлорофілу та інші структурні елементи. Порівняно з нормою, у хлоренхімоцитах значно зменшується вміст ґранул хлорофілу. Рідше виявляються хлоренхімоцити, в яких скупчення хлоропластів формують замкнутий протяжний ланцюжок, розміщений впродовж внутрішньої поверхні клітинної оболонки. Частіше спостерігаються клітини, в яких хлоропласти розміщені окремими групами, по 3–10 зерен хлорофілу. Рідше, зерна хлорофілу групуються в центральній зоні клітин хлоренхіми. Серед пластид переважають органели, що містять хлорофіл «в». Це оптично-темні зерна. Інколи в глибині хлоренхімоцитів знаходяться поодинокі, жовто-зеленого кольору зерна хлорофілу, що містять пігмент «а». В умовах забруднення ґрунту сировою нафтою (20 мл/кг) у ЛП з'являються зони лізису хлоренхіми а в міжклітинному просторі виявляються зерна хлорофілу (рис. 5). Значна кількість клітин епідермісу і хлоренхіми піддаються дегідратації й деформації.

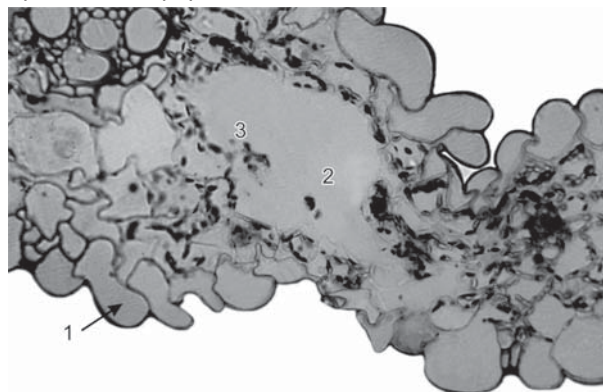


Рис. 5. Мікроморфологія ЛП пшениці ярої. Доза сирової нафти 20 мл/кг. Зб. 400*, заб. метиленовий блакитний. 1–гетерогенність і гетероморфність клітин епідермісу; 2–зона лізису; 3–зерна хлорофілу.

За нафтового забруднення ґрунту (30 мл/кг) значно зменшується ширина ЛП. Кількість СВП, що пронизують мезенхіму, зменшується від 15 (у нормі) до 13. Анатомічне співвідношення М і С СВП дорівнює: 2М–1С–3М–1В. Мезенхіма ЛП пронизана впродовж розташованими СВП, відстань між якими менша, ніж у нормі. У М СВП, розміщених по краях ЛП, виявляються елементи ксилеми. Збільшення кількості цих елементів, особливо в периферично розміщених М СВП, свідчить про недостатнє надходження води і мінеральних сполук до листків. Порівняно з нормою, в ЛП зменшуються розміри всіх СВП. Хлоренхімоцити помірно деформовані майже не відрізняються від норми, але їх загальна кількість менша. У мезенхімі ЛП часто спостерігаються клітини «тіні». Такі клітини є і на кінчиках ЛП. У цитоплазмі хлоренхімоцитів

зменшується вміст ґранул хлорофілу (рис. 6), як відносно норми, так і в порівнянні з рослинами, що вирощені на забрудненому ґрунті з меншим вмістом нафти.

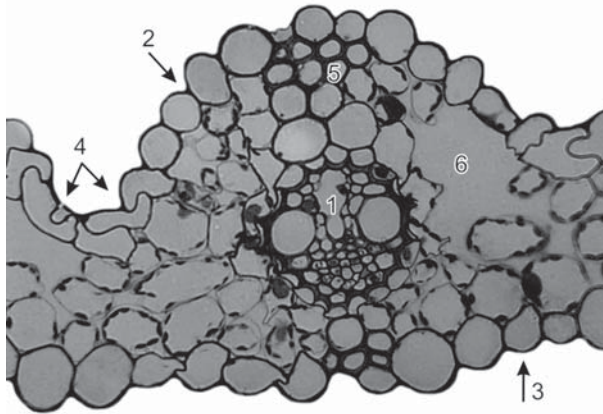


Рис. 6. Мікроструктура ЛП проростків пшениці ярої. Доза сирової нафти 30 мл/кг. Зб. 400*, заб. метиленовий блакитний. 1–середній СВП; 2–зовнішня поверхня ЛП; 3–внутрішня поверхня ЛП; 4–рухові епідермоцити; 5–механічні волокна; 6–макропора.

Хлоренхімоцити, що розташовані впродовж епідермісу внутрішнього контуру ЛП, містять більше ґранул хлорофілу ніж ті, що розташовані впродовж зовнішнього контуру. Виявляється два види хлоропластів: оптично темні-зелені, що розміщені біля клітинної оболонки, й світло-зелені у центральній зоні хлоренхімоцитів. У заглибленнях ЛП хлоренхімоцити менших розмірів ніж ті, що містяться в товщі гребенів. Спостерігається поступове зменшення розмірів хлоренхімоцитів у напрямку від центрального гребеня до кінців ЛП. Найбільша їх кількість виявляється зверху та знизу В й С СВП. Повітряні пазухи в зоні відкритих продихів значно більші макропор зони закритих продихів. Мезопори частіше виявляються серед вільно розміщених хлоренхімоцитів на кінцях ЛП. Наявність мікропор характерна для скупчень хлоренхімоцитів. За нафтового забруднення ґрунту (40–50 мл/кг) мезенхіма ЛП пронизана СВП, кількість яких 12 (рідко 13) за норми – 15. Спостерігається асиметричне розміщення СВП відносно центральної жилки. З однієї її сторони кількість СВП – 6 (іноді 7), а з протилежної – 5. Анатомічне співвідношення С і М СВП у ЛП становить: 2(3)М–1С–3М 1В–3М–1С–1М. Це свідчить про зменшення кількості СВП у ЛП на ґрунтах із значним забрудненням. Хлоренхімоцити в окремих місцях ЛП мають переважно округлу форму, подекуди містять окремі зерна хлорофілу. Розміри клітин менші, ніж у нормі. У товщі ЛП хлоренхімоцити розміщені розпорошено, більш вільно, ніж у ЛП норми. Помітно зростає об'єм внутрішньоклітинного простору. Біля відкритих продихів хлоропласти світло-зелені й розміщені переважно впродовж внутрішньої бокової поверхні клітинної оболонки. Це свідчить про наявність хлорофілу «а» та про те, що при недостатньому надходженні води в хлоренхімоцити хлоропласти,

які містять хлорофіл «а», більш ефективні в реакціях фіксації CO₂, фотосинтезу й утворення молекул НАДФ*Н. Отже, збільшення вмісту в хлоропластах хлорофілу «а» є адаптивною реакцією хлоренхімоцитів на зменшення потрапляння води і мінеральних речовин. На відміну від норми, у цитоплазмі хлоренхімоцитів виявлені дрібні оптично чорні включення сферичної форми, які «фіксуються» до хлоропластів, ядерної оболонки або вільно розміщені в середині клітин. Ними також виявлені два види оптично темних включень сферичної форми. Більш великі включення (діаметром 4,0–4,2 мк) визначені в цитоплазмі хлоренхімоцитів, дрібні (діаметром 2,0–2,2 мк) – в середині елементів провідних пучків і в цитоплазмі клітин зовнішньої піхви СВП. Хлоренхіма представлена великою кількістю клітин кутоподібної форми, у їх цитоплазмі виявляються пікнотично змінені ядра, дрібні хлоропласти, які щільно прилягають до внутрішньої поверхні оболонки, а також поодинокі темні дрібні включення, діаметр яких не перевищує 1,5–2,0 мк. У скупченнях хлоренхімоцитів виявлено прозорі клітини-«тіні». Спостерігаються морфологічні прояви апоптозу ядер і подальше їх руйнування. У пустотах елементів ксилеми і флоєми С та В СВП простежуються дрібнодисперсні маси, що, ймовірно, утворені продуктами дисиміляції, деструкції та катаболізму.

Висновки. Проведені мікроскопічні дослідження свідчать про те, що різні дози нафтового забруднення ґрунту неоднаково впливають на розвиток вегетативних органів проростків пшениці ярої. Встановлено, що при забрудненні ґрунту сирою нафтою в дозі 5–10 мл/кг спостерігається стимуляція процесів анаболізму в ЛП, що проявляється у зростанні їх розмірів і кількості структурних елементів. Збільшення дози нафтового забруднення до 20 мг/кг маси ґрунту не супроводжується активізацією анаболічних процесів у ЛП. Мікроморфологія ЛП суттєво не відрізняється від зразків у нормі. Це свідчить про наявність резистентності – стійкості проростків пшениці ярої до впливу помірного (10–20 мл/кг) нафтового забруднення ґрунту. Однак концентрація сирової нафти понад 30 мл/кг маси ґрунту суттєво затримує розвиток структурних елементів ЛП. Визначаються морфологічні прояви деструкції, атрофії хлоренхімоцитів, руйнування хлоропластів, незворотні пошкодження і загибель даних клітин. Результати досліджень дали змогу встановити, що ґрунти з помірним (до 20 мл/кг) нафтовим забрудненням можливо використовувати для землекористування під сільськогосподарські культури, насамперед пшениці ярої.

Перспективи подальших досліджень. Для підтвердження отриманих результатів мікроскопічних досліджень планується залучення методів стерео- і морфометрії при визначенні кількісних характеристик змін структурних елементів ЛП 4-го листка проростків пшениці ярої, вирощених на нафтозабрудненому ґрунті.

Список літератури

1. Колеснікова Л.А. Агроекосистема в умовах техногенного навантаження Решетняківського родовища Полтавської області / Л.А. Колеснікова // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2011. – №2 – С. 162-169.
2. Мотузова В.Г. Международная научная конференция «Современные проблемы загрязнения почв» / В.Г. Мотузова // Почвоведение. – 2005. – №5. – С. 634-637.
3. Назаров А.В. Изучение причин фитотоксичности нефтезагрязненных почв / А.В. Назаров, С.А. Илларионов //Альтернативная энергетика и экология. – 2005, № 1. – С. 60-65.
4. Пиз Д. Гистологическая техника в электронной микроскопии / Д. Пиз. – М.: ИЛ., 1983 – 163 с.
5. Писаренко П.В. Ізопериметрія рівновеликих плоских фігур і її використання для морфометрії зрізів листової пластинки проростків пшениці ярої / П.В. Писаренко, Л.А. Колеснікова, Г.Є. Загоруйко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2010. – №4. – С. 30–35.
6. Процько Я.І. Вплив нафти та нафтопродуктів на ґрунтовий покрив / Я.І. Процько // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2010. – №2. – С. 189–191.

УДК 633.11:581.1:504.054

ВПЛИВ НАФТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ НА МІКРОМОРФОЛОГІЮ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ ПРОРОСТКІВ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ

Загоруйко Г. Є., Колеснікова Л. А.

Резюме. Встановлено, що при забрудненні ґрунту сировою нафтою в дозі 5-10 мл/кг спостерігається стимуляція анаболічних процесів в ЛП, що проявляється в зростанні їх розмірів та кількості структурних елементів. Збільшення дози нафтового забруднення до 20 мг/кг ґрунту не супроводжується активізацією анаболічних процесів в ЛП. Це свідчить про наявність резистентності, стійкості проростків пшениці ярої до впливу помірного (10-20 мл/кг) нафтового забруднення ґрунту. Однак концентрація сирової нафти більше 30 мл/кг маси ґрунту істотно затримує розвиток структурних елементів ЛП.

Ключові слова: ґрунт, нафтове забруднення, пшениця яра, листовая пластинка, мікроморфологія

УДК 633.11:581.1:504.054

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ НА МИКРОМОРФОЛОГИЮ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ

Загоруйко Г.Е., Колесникова Л. А.

Резюме. Установлено, что при загрязнении почвы сырой нефтью в дозе 5-10 мл/кг наблюдается стимуляция анаболических процессов в ЛП, что проявляется в росте их размеров и количества структурных элементов. Увеличение дозы нефтяного загрязнения до 20 мг/кг почвы не сопровождается активизацией анаболических процессов в ЛП. Это свидетельствует о наличии резистентности, устойчивости проростков пшеницы яровой к влиянию умеренного (10-20 мл/кг) нефтяного загрязнения почвы. Однако концентрация сырой нефти более 30 мл/кг массы ґрунта существенно задерживает развитие структурных элементов ЛП.

Ключевые слова: почва, нефтяное загрязнение, пшеница яровая, листовая пластинка, микроморфология.

UDC 633.11:581.1:504.054

Impact Of Oil Pollution Of Soil On Micromorphology Vegetative Organs Of Seedlings Of Wheat Spring

Zagoruyko G. E., Kolesnikova L. A.

Summary. It is Established that soil pollution of crude oil at the dose of 5-10 ml/kg is observed stimulation of anabolic processes in the LP which is appeared in increasing of their size and quantity of structural elements. Increasing doses of oil pollution reach up to 20 mg/kg of soil that is not accompanied by activation of anabolic processes in the LP. This indicates about presence of resistance, stability of spring wheat seedlings to the effects of moderate (10-20 ml/kg) of oil pollution of soil. However, the concentration of crude oil doesn't more then 30 ml/kg soil that is significantly retarded the development of structural elements of the LP.

Key words: soil, oil pollution, spring wheat, limb, mikromorphology.

Стаття надійшла 19.09.2011 р.