

L. A. Dankevych

Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine

## PHENOTYPIC AND GENOTYPIC PROPERTIES OF THE AGENT OF APPLE'S DOMINANT BACTERIAL DISEASE IN UKRAINE IN 2012-2014

A range of phenotypical and genotypical characteristics of the of the most extended agents apple 's bacterial diseases in Ukraine in 2012-2014 have been investigated. It has been determined that on the basis on the complex features 80% of isolated by us strains **closely related** to the *Pseudomonas syringae* species.

Keywords: apple 's bacterial diseases, *Pseudomonas syringae*

Рекомендує до друку

Надійшла 23.12.2014

В. В. Грубінко

УДК 581.192.4:631.416.14:632.15(665.61)

М. В. ДОВГАЮК-СЕМЕНЮК, О. І. ВЕЛИЧКО, О. І. ТЕРЕК

Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського, 4, Львів 79005

## **ВМІСТ АМОНІЙНОГО ТА НІТРАТНОГО НІТРОГЕНУ У РОСЛИНАХ КОНЮШИНИ ЛУЧНОЇ ЗА ДІЇ НАФТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ТА ПІДЖИВЛЕННЯ ФОСФОРНО- КАЛІЙНИМИ ДОБРИВАМИ**

Встановлено, що унаслідок забруднення нафтою у ґрунті зменшується вміст мінерального нітрогену, особливо його нітратної форми. За дефіциту  $N-NO_3^-$  у нафтозабрудненому ґрунті рослини конюшини лучної інтенсивніше поглинали амонійну форму нітрогену. Для рослин, вирощених у нафтозабрудненому ґрунті, характерне переважання вмісту  $N-NH_4^+$  у коренях, тоді як у нормі амонійного нітрогену містилося більше у листках. Недостатнє забезпечення  $N-NO_3^-$  у нафтозабрудненому ґрунті спричинило істотне зменшення кількості нітратного нітрогену у коренях та листках конюшини лучної. Підживлення нафтозабрудненого ґрунту  $P_{60}K_{60}$  сприяло збільшенню вмісту  $N-NO_3^-$  у коренях рослин.

*Ключові слова:*  $N-NO_3^-$ ,  $N-NH_4^+$ , *Trifolium pratense* L., нафтозабруднений ґрунт, фосфорно-калійні добрива

Нітроген є одним із основних біогенних елементів і тому відіграє надзвичайно важливу роль у життєдіяльності рослин. За умов нестачі нітрогену відбувається зниження інтенсивності метаболічних та ростових процесів. Нітроген у ґрунті знаходиться у формі нітратних і амонійних солей, білків та продуктів їхнього розщеплення – амінокислот, пептидів, амінів, амідів, гумусу та ін. Доступними для рослинного організму є мінеральні форми нітрогену – амонійна та нітратна. Наявні у науковій літературі відомості про вміст неорганічних форм нітрогену у ґрунті під впливом нафтового забруднення часто суперечливі. Це пов'язано із різними типами ґрунтів, що використовувались для досліджень, особливостями умов, у яких проводились дослідження, тощо. Недостатньо дослідженим залишається метаболізм нітрогену у рослинах за умов нафтозабрудненого ґрунту. Нез'ясованою є можливість оптимізації живлення рослин у нафтозабрудненому ґрунті шляхом його підживлення мінеральними добривами. У роботі досліджували вміст доступних для рослини форм нітрогену у нафтозабрудненому дерново-підзолистому суглинковому ґрунті з околиць м. Борислава Львівської області – регіону, що потерпає від наслідків нафтовидобування. Досліджували вміст амонійного та нітратного нітрогену також у рослинах конюшини лучної, вирощеної у нафтозабрудненому ґрунті.

**Матеріал і методи досліджень**

До ґрунту вносили нафту у концентрації 5%, а мінеральні солі ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) – у розрахунку 60 кг/га. Через чотири тижні після внесення нафти у ґрунт висівали сухе насіння конюшини лучної (*Trifolium pratense* L.) сорту Передкарпатська 6. Рослини вирощували у лабораторних умовах. Контролем були рослини, вирощені у незабрудненому ґрунті.

Вміст нітратного і амонійного нітрогену у ґрунті визначали згідно ДСТУ 4729:2007 у модифікації ННЦ ПА ім. О. Н. Соколовського. Для цього до наважок ґрунту вносили екстрагувальний розчин (калій сульфат з масовою частотою 1%). Суміш змішували упродовж 1 год. та відфільтровували. Вміст нітратного нітрогену в отриманих витяжках визначали спектрофотометричним методом, а амонійного – фотометричним методом з реактивом Несслера [14].

Вміст аміачного нітрогену у органах 60-добових рослин визначали тимол-гіпобромідним методом, а нітратного – колориметричним методом з нафтиламином і сульфаніловою кислотою [12]. Результати опрацьовували статистично.

**Результати досліджень та їх обговорення**

Попри наявність у ґрунті різних нітрогеновмісних сполук (гумусу, нітратних та амонійних солей, білків, амінокислот, пептидів, амінів, амідів тощо) про забезпеченість рослин N судять за вмістом його мінеральних форм – амонійної та нітратної. Кількість амонійного N у ґрунті визначається процесом амоніфікації – перетворенням органічного нітрогену в  $\text{NH}_4^+$ , що здійснюється гетеротрофними мікроорганізмами (амоніфікаторами). Амоніфікаторами є як аеробні, так і анаеробні мікроорганізми. Вміст нітратного нітрогену в ґрунті забезпечують аеробні нітрифікатори, які використовують для життєдіяльності енергію окислення амонію до нітрату. Процеси нітрифікації особливо інтенсивно відбуваються навесні, коли виникають умови, що позитивно впливають на діяльність нітрифікуючих бактерій, і тоді вміст нітратного N у ґрунті зростає. На кількість нітратного N у ґрунті впливають також процеси денітрифікації, здійснювані анаеробними мікроорганізмами (денітрифікаторами), здатними відновлювати іон  $\text{NO}_3^-$  до молекулярного  $\text{N}_2$ . Унаслідок цього процесу наявний нітратний N у ґрунті втрачається. Денітрифікація особливо інтенсивно проходить у вологих затоплених та слабо аерованих ґрунтах. Вміст у ґрунті нітрогену визначається також процесом азотфіксації, що здійснюється вільними та симбіотичними азотфіксуючими мікроорганізмами.

Крім інтенсивності мікробіологічної трансформації сполук нітрогену, вміст  $\text{N-NH}_4^+$  та  $\text{N-NO}_3^-$  у ґрунті залежить від вимивання. Особливо легко вимиваються ґрунтовими водами у більш глибокі шари іони  $\text{NO}_3^-$ , оскільки вони погано фіксуються в ґрунті і є рухливими. Катіони  $\text{NH}_4^+$  менш рухливі, добре адсорбуються негативно зарядженими частинками, і тому вимиваються менше. Здебільшого, у ґрунтового розчині концентрація  $\text{NH}_4^+$  значно вища, ніж  $\text{NO}_3^-$  [11]. Фіксований у формі  $\text{NH}_4^+$  особливо нагромаджується (до 2-3 т/га) у ґрунтах, багатих на глинисті мінерали. Зазвичай, вміст глинистих частин вищий у глибших шарах ґрунту, і тому у них кількість  $\text{NH}_4^+$  сягає більше 20 % від загального нітрогену ґрунту, у той час, як у верхніх шарах фіксований нітроген  $\text{NH}_4^+$  складає лише близько 5-6 %. Амоній присутній в ґрунтах у формі водорозчинних солей, обмінного амонію, фіксованого амонію. В орних горизонтах переважає обмінний амоній, який і поглинається рослинами.

У дерново-підзолистому ґрунті, який було використано у наших дослідженнях, містилося більше нітратної форми нітрогену.

Якщо у цей ґрунт вносили нафту, то через 30 діб від моменту забруднення вміст  $\text{N-NO}_3^-$  різко зменшувався (приблизно у 35 разів). Унаслідок нафтового забруднення у ґрунті зменшувалася також кількість обмінного амонійного нітрогену, проте, не так значно, як нітратного (табл. 1).

Вміст амонійного та нітратного нітрогену у ґрунті за дії нафтового забруднення

Варіант	Вміст нітрогену, мг/ 100 г	
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
У незабрудненому ґрунті	29,6 ± 1,2	64,6 ± 4,8
У ґрунті через 30 діб після забруднення нафтою (5%)	8,8 ± 0,4	1,7 ± 0,3
Після 60 діб росту рослин конюшини лучної		
У незабрудненому ґрунті	17,6 ± 0,9	58,9 ± 4,7
У нафтозабрудненому ґрунті (5%)	2,5 ± 0,2	2,00 ± 0,4
У незабрудненому ґрунті + P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	15,2 ± 0,8	54,00 ± 3,8
У нафтозабрудненому ґрунті (5%) + P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4,7 ± 0,4	1,9 ± 0,4

Отже, унаслідок забруднення нафтою у ґрунті зменшувався вміст мінерального нітрогену, і особливо – нітратної форми. У цей ґрунт висівали насіння конюшини лучної. Після 60 діб росту рослин у нафтозабрудненому ґрунті вміст наявного N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> зменшився утричі, а критично низький рівень N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> практично не змінився. У незабрудненому ґрунті після росту конюшини лучної вміст N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> зменшився на 40,5 %, а N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> – на 9 % (табл. 1). Тобто, за дефіциту нітратного нітрогену у забрудненому ґрунті рослини конюшини лучної інтенсивніше поглинали його амонійну форму.

Зменшення вмісту мінеральних форм нітрогену у нафтозабрудненому ґрунті, ймовірно, є наслідком змін чисельності та функціональної здатності мікроорганізмів колообігу нітрогену. Показано, що унаслідок внесення нафтопродуктів у ґрунті зменшувалася чисельність (на 85,3%) та знижувалась фізіологічна активність (на 12%) нітрифікаторів. Водночас чисельність денітрифікаторів у нафтозабрудненому ґрунті збільшувалась (на 32%) [10]. Зниження нітрифікаційної здатності нафтозабрудненого ґрунту та збільшення кількості у ньому денітрифікуючих бактерій відзначають також і інші дослідники [3, 4, 6]. Причиною цих явищ є те, що у нафтозабрудненому ґрунті виникають анаеробні умови [6], а нітрифікатори належать до групи облігатних аеробів і тому потерпають від нестачі кисню. Крім цього, анаеробні умови можуть сприяти перетворенню NO<sub>3</sub><sup>-</sup> у N<sub>2</sub> денітрифікаторами. Отримані дані щодо відносно малого зниження у нафтозабрудненому ґрунті вмісту амонійного нітрогену, ймовірно, пояснюються тим, що процеси амоніфікації не настільки чутливі до умов гіпоксії, оскільки, амоніфікатори є як аеробними, так і анаеробними мікроорганізмами. У дослідженнях Н.М. Ісмаїлова та І.М. Малиновської показано, що чисельність амоніфікаторів у нафтозабрудненому ґрунті може навіть зростати [6, 9].

Отже, отримані результати засвідчили, що забруднення нафтою, ймовірно, у більшій мірі впливало на процеси нітрифікації / денітрифікації, ніж на процеси амоніфікації, що й спричинило відчутніше зменшення у ґрунті нітратного N. Зменшення вмісту мінеральних форм нітрогену у нафтозабрудненому ґрунті могло бути спричинене також використанням його мікроорганізмами – деструкторами нафти, кількість яких у ґрунті унаслідок забруднення збільшується [3].

Крім мікробіологічної трансформації сполук N, кількість їх у ґрунті змінюється також унаслідок поглинання рослинами. Процес поглинання нітрогену залежить від наявності у ґрунті доступних форм фосфору та калію [8]. У наших дослідженнях встановлено, що внесення P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> у незабруднений ґрунт сприяло поглинанню нітрогену, оскільки кількості амонійного та нітратного нітрогену у ґрунті зменшувалися додатково на 8% та 7,4% відповідно (табл. 1). Якщо ж здійснювали підживлення P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> нафтозабрудненого ґрунту, то після 60 діб росту конюшини у ґрунті амонійного нітрогену було на 25% більше, ніж у забрудненому ґрунті без підживлення. Отримані дані можна пояснити, зокрема, інтенсифікацією процесів амоніфікації за рахунок

зростання чисельності у ґрунті мікроорганізмів амоніфікаторів та активування їхньої діяльності завдяки додатковому джерелу фосфору.

Наявність мінерального нітрогену у ґрунті позначилась на вмісті  $\text{NO}_3^-$  і  $\text{NH}_4^+$  у рослинах конюшини лучної (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст нітратного та амонійного нітрогену у 60-добових рослинах конюшини лучної за дії нафтового забруднення та підживлення ґрунту мінеральними добривами

Умови вирощування	Форми нітрогену	Кількість нітрогену, мг / 100 г маси сирової речовини	
		у коренях	у листках
ґрунт без нафти	$\text{N-NH}_4^+$	$6,26 \pm 0,88$	$12,20 \pm 0,97$
	$\text{N-NO}_3^-$	$67,23 \pm 2,56$	$79,14 \pm 5,12$
ґрунт з вмістом нафти (5%)	$\text{N-NH}_4^+$	$11,53 \pm 0,94$	$5,03 \pm 0,40$
	$\text{N-NO}_3^-$	$5,72 \pm 0,41$	$3,07 \pm 0,52$
ґрунт без нафти + $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	$\text{N-NH}_4^+$	$7,93 \pm 1,83$	$14,69 \pm 0,81$
	$\text{N-NO}_3^-$	$56,16 \pm 2,23$	$71,88 \pm 4,95$
ґрунт з вмістом нафти (5%) + $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	$\text{N-NH}_4^+$	$13,70 \pm 0,73$	$6,09 \pm 0,54$
	$\text{N-NO}_3^-$	$11,36 \pm 1,15$	$2,59 \pm 0,26$

Як видно із даних таблиці 2, у нормі у коренях 60-добових рослин конюшини нітрогену  $\text{NO}_3^-$  містилося на порядок більше, ніж нітрогену  $\text{NH}_4^+$ . Тобто, із ґрунту, який містив достатню кількість  $\text{N-NO}_3^-$  (табл. 1), нітратний нітроген інтенсивно поглинався коренями. Виявлена наявність  $\text{N-NO}_3^-$  у листках (табл. 2) свідчить про те, що  $\text{NO}_3^-$  у рослинах конюшини лучної відновлюється не лише у коренях, а й у листках, у той час як є рослини, в яких відновлення нітратів до аміаку відбувається лише у коренях [8].

Умови нафтозабрудненого ґрунту змінювали характер розподілу нітратного та амонійного нітрогену у рослинах. Насамперед, у рослинах із забрудненого ґрунту, як у коренях так і у пагонах, виявлено на порядок менші кількості  $\text{N-NO}_3^-$ . Характерною ознакою впливу нафтового забруднення ґрунту було зростання удвічі кількості амонійного нітрогену у коренях рослин. Виявлено, що якщо у нормі вміст  $\text{N-NH}_4^+$  був вищим у листках рослин, то за дії нафтового забруднення ґрунту його кількості вищі у коренях. За умови підживлення нафтозабрудненого ґрунту  $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$  спостерігали незначне збільшення вмісту нітратного нітрогену у коренях рослин, а зміни вмісту амонійного нітрогену у коренях і листках конюшини лучної були у межах похибки.

Основним джерелом мінерального N для рослин вважають нітратний нітроген. Його засвоєння – складно організована система послідовних біохімічних і фізіологічних процесів, що включає: надходження аніону в корінь; відновлення і накопичення у коренях; радіальний транспорт; завантаження  $\text{NO}_3^-$  у судини ксилеми та транслокацію у надземні органи; відновлення і накопичення нітратів у листках. Для засвоєння нітратного нітрогену рослинами необхідні високий вміст вуглеводів і великі запаси енергії [13].

Встановлене нами зниження вмісту  $\text{NO}_3^-$  в органах рослин конюшини за дії нафтового забруднення може бути спричинене гострим дефіцитом  $\text{NO}_3^-$  у забрудненому ґрунті (табл. 1). Також, за дії нафтового забруднення ґрунту може інгібуватися сам процес поглинання нітратного нітрогену коренями, оскільки відомо, що у стресових умовах поглинання нітратів зменшується. Так, інгібування поглинання нітратного N з живильного розчину декоративними квітковими рослинами встановлено за дії надлишку  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Cr}^{3+}$  [1]. Дослідники Н. Смірнов та Г. Стюарт спостерігали уповільнення цього процесу за інших стресових умов – підвищення у середовищі вирощування вмісту  $\text{Zn}^{2+}$  [15].

Важливою сполукою, яка бере участь у біосинтезі нітрогеновмісних речовин у рослинній клітині, є аміак. Він є не тільки єдиною і універсальною вихідною формою неорганічного N для біосинтезу амінокислот, амідів і білків, не тільки кінцевим продуктом їх деградації, але й – ефективним регулятором клітинної активності [8]. Концентрація амонію у рослинах відіграє

першочергову роль у регуляції метаболічних шляхів і обміну речовин загалом. У вільному стані аміак міститься у рослинах у незначній кількості. Високі його концентрації отруйні для клітин, тому рослини надзвичайно швидко перетворюють вільний аміак у органічні нітрогенвісні сполуки. Якщо у тканинах рослин є достатній запас вуглеводів, то аміак вступає до реакції прямого амінування з утворенням амінокислот, які використовуються для синтезу білків [13].

Вміст аміаку у тканинах рослин залежить від кількості аміаку, що поглинається коренями із ґрунту, а також – змінюється унаслідок відновлення нітратів, розпаду білків, амінокислот. Кількість аміаку, отриманого шляхом окислення гліцину у процесі фотодихання, може бути у 5-10 разів більшою за кількість аміаку, отриманого при асиміляції нітрату [11, 13]. Встановлене нами збільшення вмісту амонійного нітрогену у коренях конюшини під впливом нафтового забруднення ґрунту може бути наслідком того, що рослини, хоч і інтенсивно поглинають амонійний нітроген, проте позбавлені достатніх енергетичних ресурсів для його асиміляції, оскільки унаслідок нафтового забруднення ґрунту суттєво інгібуються процеси фотосинтезу рослин [3].

### Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено, що унаслідок забруднення нафтою у ґрунті зменшується вміст доступних для рослин форм нітрогену, і особливо – нітратної форми. Дефіцит  $N-NO_3^-$  у нафтозабрудненому ґрунті компенсується за рахунок інтенсивного поглинання коренями рослин конюшини лучної амонійної форми нітрогену. Для рослин, вирощених у нафтозабрудненому ґрунті, характерний перерозподіл вмісту  $N-NH_4^+$ : виявлено менші його кількості у листках порівняно з коренями, тоді як у нормі вміст  $N-NH_4^+$  був більшим у листках. Недостатнє забезпечення  $N-NO_3^-$  у нафтозабрудненому ґрунті спричинило істотне зменшення кількості нітратного нітрогену у органах рослин конюшини лучної. Підживлення нафтозабрудненого ґрунту  $P_{60}K_{60}$  сприяло збільшенню вмісту  $N-NO_3^-$  у коренях рослин.

1. Бессонова В.П. Поглинання аміачного азоту з живильного розчину декоративними квітковими рослинами за умов впливу на них надлишку  $Fe^{2+}$  та  $Cr^{3+}$  / В.П. Бессонова, О.Є. Іванченко // Наука та технології: крок в майбутнє – 2007: матер. II міжнар. науково-практичної конференції — Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2007. — С. 6—8.
2. Величко О.І. Вміст нітратного азоту в ґрунті та органах рослин сої за умов забруднення ґрунту нафтою // Науковий вісник НЛТУ України. — 2011. — Вип. 21. — С. 351—354.
3. Вплив рослин бобу кормового на функціонування мікробних асоціацій метаболізму азоту в забрудненому нафтою ґрунті / [Н. М. Джура, О. М. Мороз, І. Б. Русин та ін.] // Ґрунтознавство. — 2010. — Т. 11, № 3-4. — С. 105—112.
4. Дульгеров А. Н. Углеаммонийные соли и бактериальный препарат «Десна» – важнейшие факторы рекультивации почв, загрязненных углеводородами нефти / А. Н. Дульгеров, А. Ю. Нудьга // Элементы регуляции в растениеводстве [Зб. науч. прац.]. — К.: ВВП „Компас”, 1998. — С. 256—259.
5. Зеленько Ю. В. Изучение процессов проникновения тяжелых нефтепродуктов через ґрунты при транспортных авариях с целью прогнозирования их экологических последствий / Ю.В. Зеленько, В.Н. Плахотник // Межрегиональные проблемы экологической безопасности: Сб. тр. симпозиума, 17-20 сентября 2003 г. — Сумы: СНАУ. — 2003. — С. 507—510.
6. Исмаилов Н.М. Микробиология и ферментативная активность нефтезагрязненных почв / Н.М. Исмаилов // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. — М.: Наука, 1988. — С. 42—56.
7. Исмаилов Н.М. Влияние нефтезагрязнения на круговорот азота в почве / Н.М. Исмаилов // Микробиология. — 1983. — Т. 52. — Вып. 6. — С. 1003—1007.
8. Кузнецов Вл. В. Физиология растений: учебник [Изд. 2-е, переработ. и доп.] / Вл. В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. — М.: Высш. шк., 2006. — С. 396—420.
9. Малиновська І. М. Деградація нафтопродуктів аборигенними мікробними угрупованнями сірого лісового ґрунту / І. М. Малиновська, Н. А. Зінов'єва // Вісник харківського національного аграрного університету. — Серія біологія. — 2011. — Вип. 2 (23). — С. 105—112.
10. Малиновська І. М. Спрямованість та інтенсивність мікробіологічних процесів у забрудненому нафтопродуктами темно-сірому опідзоленому ґрунті / І. М. Малиновська, Н. А. Зінов'єва // Вісник Полтавської державної аграрної академії. — 2010. — № 4. — С. 17—23.
11. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин: підручник / М.М. Мусієнко. — К.: Фітоцентр. — С. 199—232.

12. *Починок Х. Н.* Методы биохимического анализа растений / Х. Н. Починков. — К.: Вид-во "Наук, думка". — 1976. — С. 72—95.
13. *Хелдт Г. В.* Биохимия растений / Хелдт Г.В.; [под редакцией А.М. Носова и В.В. Чуба]. — М.: БИНОМ, 2011 — 471 с.
14. *Якість ґрунту.* Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н.Соколовського: ДСТУ 4729: 2007. — [Чинний від 2008-01-01]. — К. Держспоживстандарт України. — 2008. — 18 с.
15. **Smirnoff N.** Nitrogen assimilation and zinc toxicity to zinc-tolerant and nontolerant clones of *Deachampsia cespitosa* / Smirnoff N., Stewart G.R. // *New Phytol.* — 1987. — № 4. — P. 101—102.

*М. В. Довгаюк-Семенюк, О. І. Величко, О. І. Терек*  
Львовский национальный университет имени Ивана Франко

#### СОДЕРЖАНИЕ АММОНИЙНОГО И НИТРАТНОГО АЗОТА В РАСТЕНИЯХ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ПРИ ДЕЙСТВИИ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ И ФОСФОРНО-КАЛИЙНОГО УДОБРЕНИЯ

Установлено, что вследствие загрязнения нефтью в почве снижается содержание минерального азота, и особенно – его нитратной формы. При дефиците  $N-NO_3^-$  в нефтезагрязненной почве растения клевера лугового интенсивнее поглощали аммонийную форму азота. Для растений, выращенных в нефтезагрязненной почве, характерно преобладание содержания  $N-NH_4^+$  в корнях, тогда как в норме аммонийного азота содержалось больше в листьях. Недостаточное обеспечение  $N-NO_3^-$  в нефтезагрязненной почве повлекло существенное уменьшение количества нитратного азота в корнях и листьях клевера лугового. Удобрение нефтезагрязненной почвы  $P_{60}K_{60}$  способствовало увеличению содержания  $N-NO_3^-$  в корнях растений.

*Ключевые слова:*  $N-NO_3^-$ ,  $N-NH_4^+$ , *Trifolium pratense* L., нефтезагрязненная почва, фосфорно-калийные удобрения

*M. V. Dovgajuk-Semenuk, O. I. Velychko, O. I. Terek*  
Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

#### THE CONTENT OF AMMONIUM AND NITRATE NITROGEN IN THE RED CLOVER PLANTS UNDER THE INFLUENCE OF OIL POLLUTED SOIL AND FERTALIZATION WITH PHOSPHORUS-POTASSIUM FERTILIZERS

It was set that as a result of oil pollution the content of mineral nitrogen decreases in the soil, especially its nitrate form. In the conditions of  $N-NO_3^-$  deficit in the oil polluted soil the red clover plants absorbed the ammonium form of nitrogen more intensively. For the grown in the oil polluted soil plants it is characteristic predominance of  $N-NH_4^+$  content in the plants' roots, while in the normal conditions the bigger amount of ammonium nitrogen was in the leaves. Insufficient  $N-NO_3^-$  provision in the oil polluted soil caused the significant reduction of nitrate nitrogen amounts in the roots and leaves of red clover plants. Fertilization of the oil polluted soil with  $P_{60}K_{60}$  facilitated the increase of  $N-NO_3^-$  content in the plants' roots.

*Keywords:*  $N-NO_3^-$ ,  $N-NH_4^+$ , *Trifolium pratense* L., oil polluted soil, phosphorus-potassium fertilizers

Рекомендує до друку  
В. В. Грубінко

Надійшла 16.12.2014