

О.В. Люта, І.В. Бучок, Я.М. Гумницький
 Національний університет “Львівська політехніка”,
 кафедра прикладної екології та збалансованого природокористування

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ АДСОРБЦІЇ $Ca(NO_3)_2$ ҐРУНТОВИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

О.Люта О.В., Бучок І.В., Гумницький Я.М., 2013

Проаналізовано проблему проникнення азотних добрив вглиб ґрунту. Визначено вплив процесу адсорбції на швидкість перенесення добрив по вертикальному профілю ґрунту. Проведено експериментальні дослідження адсорбційних властивостей ґрунтового середовища на прикладі поглинання кальцію нітрату ґрунтом.

Ключові слова: адсорбція, забруднення, проникнення, ґрунт, азотні мінеральні добрива.

The problem of penetration of nitrogen fertilizers in the soil is analyzed. The influence of adsorption process on the rate of transfer of fertilizers in the vertical profile of the soil is determined. Experimental researches of adsorption properties of soil environment on the base of absorption of calcium nitrate by soil are done.

Key words: adsorption, pollution, penetration, soil, nitrogen mineral fertilizers.

Постановка проблеми і її зв'язок з важливими науковими завданнями. Сучасна сільськогосподарська діяльність проводиться із залученням як великої кількості важкої техніки, так і з використанням різних засобів підживлення та захисту рослин. Перше місце серед найвживаніших мінеральних добрив посідають азотні добрива, які є добре розчинними та легко засвоюються сільськогосподарськими культурами. Щорічне внесення цих добрив на 40–60 % більше, ніж необхідно для повноцінного забезпечення рослин поживними компонентами. Таке дозування азотних добрив спричинене швидким проникненням внесених добрив по вертикальному профілю ґрунту за рахунок конвективної та молекулярної дифузії [1–4], що тим самим призводить до втрат частини добрив із верхнього родючого шару, де знаходиться коренева система рослин. Як наслідок, відбувається постійне забруднення нижніх шарів ґрунту та підґрунтових вод компонентами азотних мінеральних добрив, що веде до зменшення кількості чистих підземних прісних вод, які можуть використовуватися для забору питної води, та евтрофікації наземних водойм внаслідок потрапляння в них великої кількості поживних компонентів.

Процес проникнення усіх речовин вертикальним профілем ґрунту регулюється процесами адсорбції, які відбуваються у ґрунтовому середовищі. Як відомо, кожен ґрунт характеризується його поглинальною здатністю [5]. Ця властивість ґрунту є однією із найважливіших, оскільки бере участь у процесах ґрунтоутворення та встановлення родючості ґрунту. Поглинальна здатність регулює поживний режим ґрунту, оскільки зумовлює накопичення та утримання поживних елементів у ньому.

На проникнення азотних добрив як конвективною, так і молекулярною дифузією, впливають також і адсорбційні властивості ґрунтового середовища. Це проявляється тим, що на піщаних ґрунтах і на чорноземах чи темно-сірих опідзолених ґрунтах проникнення добрив відбувається по-різному. З одного боку, це пояснюється різною проникною здатністю, тобто водопроникністю ґрунту, що впливає здебільшого на конвективне перенесення добрив вглиб ґрунту. З іншого, – частина добрив затримується ґрунтовым поглинальним комплексом, що зменшує кількість добрив, які проникатимуть вглиб ґрунту та забруднюють його. В той час, як можливі шляхи втрат добрив із ґрунту є досить дослідженими, то вплив процесу адсорбції на проникнення добрив вглиб ґрунту ще не досліджений.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Згідно з літературними даними, існує реальна проблема забруднення довкілля залишками мінеральних добрив, а, особливо, азотними. Дослідження, які проводилися, переважно були спрямовані на визначення закономірностей процесу молекулярно-дифузійного та конвективного перенесення добрив вертикальним профілем ґрунту [2, 3]. Проведені дослідження дали змогу математично змодельовати процес проникнення добрив залежно від умов середовища з метою прогнозування вимивання компонентів добрив із ґрунтового шару та можливості забруднення ними нижніх ґрунтових шарів.

Розроблені нами математичні моделі описують випадки міграції добрив у довкіллі як у весняно-літній, коли відбувається внесення добрив та їх поглинання кореневою системою сільськогосподарських культур, так і в осінньо-зимовий період, коли відбувається остаточне вимивання залишків азотних добрив із родючого шару ґрунту [6]. Проте розроблені математичні моделі враховують суто дифузійне перенесення ($M = J_{\partial}$) та дифузійне перенесення і вегетативне засвоєння компонентів добрива рослинами ($M = J_{\partial} + J_{\epsilon}$) для двох характерних випадків: концентрація на поверхні ґрунту є постійною та концентрація добрива зменшується у часі.

Очевидно, що у цих моделях не враховані сорбційні властивості ґрунту, а тому математичні моделі необхідно доповнити третім потоком $J_{\text{сорб}}$, який враховуватиме сорбцію компонентів добрива.

Загальний потік маси M у такому випадку дорівнюватиме:

$$M = J_{\partial} + J_{\epsilon} + J_{\text{сорб}}.$$

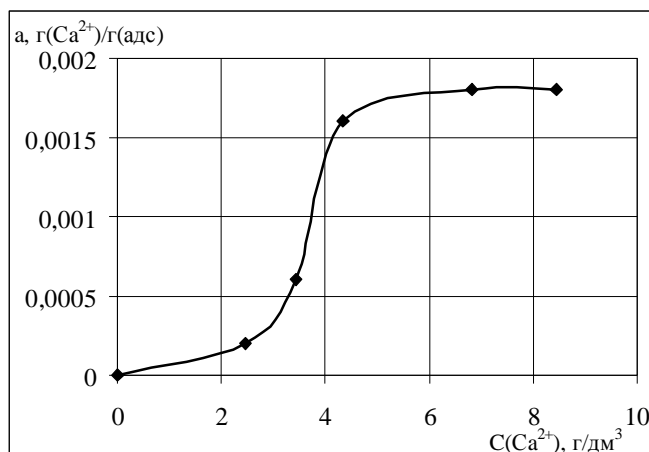
Визначення потоку маси добрива, що визначається адсорбцією, вимагає встановлення адсорбційної здатності ґрунту.

Мета роботи – дослідити процес адсорбції компонентів добрив ґрунтовим середовищем.

З метою визначення адсорбційної здатності проводилися дослідження поглинання $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ґрунтовим середовищем. Як відомо, іон NO_3^- не поглинається ґрунтом, що і спричиняє постійне забруднення довкілля нітратами, в той час, як іон Ca^{2+} легко поглинається ним.

Як ґрунт використовували чорнозем опідзолений, який є поширений у Львівській області. Під час проведення експериментальних досліджень використовували висушений до постійної маси ґрунт. У мірну ємність поміщали ~ 1 г ґрунту та вносили 100 мл розчину $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ із відомою концентрацією, після чого розчин ретельно перемішували. Через дві доби проводили титриметричний аналіз для визначення концентрації Ca^{2+} у розчині. За різницею концентрацій визначали масу поглиненого Ca^{2+} ґрунтовим середовищем.

Результати експериментальних досліджень показано на рисунку.



Визначення поглинання іонів Ca^{2+} ґрунтовим середовищем

Отримана ізотерма має S-подібний характер і належить до другого типу ізотерм. Якщо на ділянці низьких концентрацій можливе як адсорбційне, так і іонообмінне заповнення пор, то в області концентрацій $> 3 \text{ г/дм}^3$ можливе формування димолекулярного шару, що збільшує статичну активність.

У разі низьких концентрацій адсорбція проходить у меншій кількості та має менший вплив на розподіл та проникнення компонентів добрив вглиб ґрунту. У той самий час за високих концентрацій компонентів мінеральних добрив у ґрунтовому розчині адсорбція компонентів ґрунтовим розчином має істотніший характер та визначає кількість компонентів, які проникатимуть вертикальним ґрунтовим профілем.

Внесення мінеральних добрив відбувається переважно весною у кількості, яка розрахована на повноцінне забезпечення сільськогосподарських культур поживними елементами протягом цілого вегетативного періоду. Концентрація добрива, яка створюється на поверхні ґрунту, є високою, за рахунок того, що азотні добрива є добре розчинними та вносяться у вологий ґрунт, а тому їх розчинення відбувається фактично відразу після їх внесення. Адсорбція компонентів добрива ґрунтовим поглинальним комплексом дає змогу утримувати в орному шарі ґрунту достатню кількість поживних речовин, що забезпечує не тільки тривале надходження поживних речовин до рослин, але й тим самим зменшує кількість азотних добрив, які вимиватимуться із ґрунту та забруднюватимуть довкілля.

Висновок. Забруднення ґрунтового середовища залишками мінеральних добрив створює екологічні проблеми, вирішення яких неможливе без всебічного вивчення процесу проникнення добрив вглиб ґрунту. Як свідчать проведені дослідження, адсорбція речовин ґрунтовим поглинальним комплексом впливає на швидкість міграції, а також призводить до накопичення у ґрунті шкідливих речовин, які сорбуються і утримуються у порах ґрунтового середовища. Саме тому визначення адсорбційної здатності ґрунту дає змогу визначити можливість накопичення в орному шарі ґрунту як шкідливих, так і необхідних поживних речовин.

1. *Якість ґрунтів та стратегії удобрення* / Д. Мельничук, М. Мельников, Дж. Хофман, М. Городній та ін. / під ред. проф. Дж. Хофмана, М. Городнього. – К.: Арістей. – 2006.
2. Гумницький Я.М. Вимивання компонентів мінеральних добрив із ґрунтового природного середовища / Я.М. Гумницький, О.В. Люта, В.В. Сабадаш // *Енерготехнології та ресурсосбереження*. – К., 2009. – №1. – С. 62–65.
3. Гумницький Я.М. Дослідження міграції мінеральних добрив у ґрунтовому середовищі / Я.М. Гумницький, В.В. Сабадаш, О.В. Люта, О.В. Гебій // *Вісник НУ “Львівська політехніка” “Хімія, технологія речовин та їх застосування”*. – 2007. – №590. – С. 246–250.
4. Люта О.В. Вплив метеорологічних умов на міграцію компонентів мінеральних добрив у ґрунтовому середовищі / О.В. Люта, Я.М. Гумницький // *Вісник НУ “Львівська політехніка” “Хімія, технологія речовин та їх застосування”*. – 2008. – №609. – С. 250–253.
5. Панас Р.М. *Ґрунтознавство: навч. посібник*. – Львів: Новий світ, 2006. – 372 с.
6. Люта О.В. Математична модель процесу міграції мінеральних добрив у природному ґрунтовому середовищі / О.В. Люта, Я.М. Гумницький, В.В. Сабадаш // *Вопросы химии и химической технологии*. – Дніпропетровськ, 2008. – №2. – С.195–198.