

Н. С. Ремез, д-р. техн. наук, проф.
НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»
orcid.org/0000-0002-8646-6527
e-mail: nataly.remez@gmail.com

А. Г. Бойко, аспірант
НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»
orcid.org/0000-0003-3561-6289
e-mail: bag0911@ukr.net

ЕКОЛОГІЧНА САНІТАРІЯ ЯК ЗАСІБ ПОКРАЩЕННЯ ГРУНТОВО-РОСЛИННОГО ПОКРИВУ

Вступ

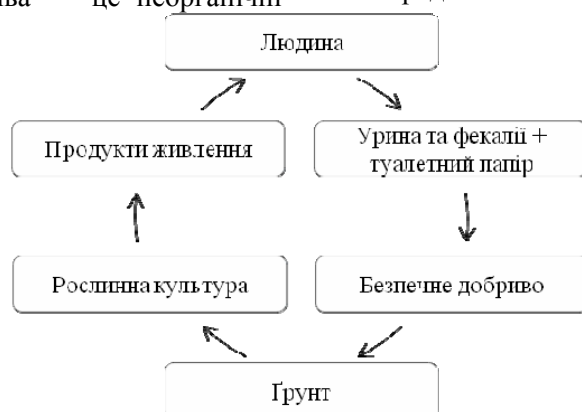
З давніх часів ґрунт відіграє важливу роль для людства, бо саме він є невід'ємною складовою введення сільського господарства. Дана галузь економіки представлена майже у всіх країнах світу, бо вирішує першочергові потреби людини в їжі. Але на сьогодні існує проблема деградації ґрунтового-рослинного покриву, що зумовлює зниження сільськогосподарського виробництва. Даний процес розпочався ще близько 10 тис. років тому, а саме з появи землеробства. За оцінками спеціалістів, на той час площа придатних для сільськогосподарського використання земель складала близько 4,5 млрд га, а в наш час таких земель залишилося близько 2,5 млрд га [1, с. 93]. Це свідчить про те, що у середньому щороку втрачалось до 200 тис. га придатних для ведення сільського господарства земель.

Однією з основних причин появи ерозії та опустелювання, що знижує сільськогосподарське виробництво, є втрата у ньому поживних речовин. Фермери, вирішуючи цю проблему, застосовують мінеральні добрива — це неорганічні

сполуки, що містять поживні речовини, необхідні для нормального розвитку рослин [2, с. 1]. За рахунок того, що вони є зручними у транспортуванні, зберіганні та розпиленні, їх широко використовують на практиці по всьому світі. Але довгострокове використання цих добрив призводить до утворення несприятливих наслідків, наприклад, підкислення, що з'явилося внаслідок зменшення вмісту органічного вуглецю, тобто вирішення однієї проблеми спричинило появу нових.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Поліпшити сьогоденне становище ґрунтового-рослинного покриву може екологічна санітарія, що являється основною частиною концепції стійкої санітарії, яка захищає та підтримує людське здоров'я, не викликає екологічної деградації або виснаження ресурсної бази, є технічно та інституційно відповідною, економічно життєздатною та соціально прийнятною [3, с. 27]. Вона впроваджує замкнений цикл перетворення відходів життєдіяльності людей на органічні добрива, який представлений на рисунку.



Замкнений цикл застосування продуктів життєдіяльності людей

Технічним засобом такого перетворення є екосанітарні туалети, які зручно використовувати у сільській місцевості як децентралізовані системи. Вони розподіляють потоки відходів життєдіяльності на рідку та тверду фракції (урину та фекальні маси) без додавання води або дуже її малої кількості. Далі ці фракції можна використовувати після обробки, яка одразу відбувається завдяки конструкції екосанітарного туалету, як органічне добриво для сільськогосподарських рослинних культур, що сприяє збагаченню ґрунту поживними речовинами та збільшенню врожайності, тобто поліпшує становище ґрунтово-рослинного покриву.

У свою чергу ця технологія спонукає зменшенню використання водних ресурсів, знижуючи рівень забруднення води, що призводить до позитивного внеску в зберігання прісної води на планеті у цілому. Такий результат був отриманий у дослідженні, яке зазначено у праці [4, с. 160]. Також до переваг даного технологічного рішення належать: відсутність величезної інфраструктури, що зумовлює короткотривалі терміни будівництва, порівняно з централізованим водопостачанням; економія коштів на водопостачання та водовідведення, будівництво нецентралізованих систем утилізації «чорних» вод; зниження рівня захворювання населення на розлад сечовивідної системи, загроз виникнення інфекційних і онкологічних захворювань, спричиненими незадовільним станом санітарії.

Мета статті (постановка завдання)

Висвітлення способу отримання органічного добрива за рахунок застосування екологічної санітарії, підкреслення необхідності враховувати співвідношення макроелементів при внесенні цих добрив як важливого показника підвищення росту рослинної культури, побудова взаємної залежності вмісту мікроелементів у органічному добриві.

Виклад основного матеріалу

Об'єктом дослідження став вміст макроелементів: азоту, фосфору та калію, в органічних добривах, отриманих унаслідок використання екологічної санітарії. Ці три елемента живлення є необхідними для рослин у великих кількостях

(на відміну від мікроелементів), оскільки вони входять у більш складні молекули, які є «будівельним матеріалом» для тканин і органів самої рослини [5, с. 1]. Азот відповідає за ріст рослин, впливаючи на її урожайність. Фосфор здійснює суттєвий вплив на фізіологію рослини, оскільки відіграє вирішальну роль у розподілі енергії. Калій бере участь у ферментативних процесах і в розподілі води рослинної культури, що сприяє стійкості рослин до спеки, холоду чи посухи, тобто відіграє роль у адаптаційних процесах. Отже, макроелементи є важливими для живлення рослин, що і визначає вагому роль їх вмісту в органічних добривах і застосуванні останніх у сільському господарстві.

Уміст макроелементів у твердій фракції відходів життєдіяльності людей нижче, ніж у рідкій, оскільки у фекалії вони в основному перебувають у зв'язаній органічній формі. Тому більшість поживних речовин знаходяться в урині, котра також має оптимальне для багатьох рослин співвідношення мікроелементів — завдяки цій особливості її доцільно використовувати як добриво. Із-за цього саме рідку фракцію відходів життєдіяльності людей розглянуто в дослідженні.

У свою чергу, урина містить велику кількість азоту, близько 81,5 % [6, с. 12], за яким встановлюють об'єми додавання даної фракції до ґрунту для росту рослин. При цьому є важливим входження й інших макроелементів до її складу, таких як фосфору та калію, тому, говорячи про урину як добриво, надають інформацію про вміст цих поживних елементів у ній.

Результати даного аналізу показали, що у деяких джерелах літератури, наприклад [3, с. 31], [7, с. 1], зустрічається вміст азоту та фосфору, не наводячи показники вмісту калію, хоча останній являється не менш вагомим поживним елементом для рослини, а також його кількість є більшою у складі відходів життєдіяльності людей, ніж фосфору. Таким чином, виникає потреба у знаходженні залежності виходу калію від вмісту азоту та фосфору в рідкій фракції відходів життєдіяльності людини.

Дані про вміст макроелементів у рідкій фракції по різних країнах світу [8, с. 625] наведено в таблиці.

Уміст макроелементів у рідкій фракції відходів життєдіяльності людей

Країна	Уміст азоту, кг/рік	Уміст фосфору, кг/рік	Уміст калію, кг/рік
Китай	3,5	0,4	1,3
Гаїті	1,9	0,2	0,9
Індія	2,3	0,3	1,1
Південна Африка	3,0	0,3	1,2
Уганда	2,2	0,3	1,0

Методом найменших квадратів було знайдено рівняння множинної регресії. Для цього за вищенаведеними даними побудовано систему лінійних алгебричних рівнянь:

$$\begin{cases} 5,5 = 5a_0 + 12,9a_1 + 1,5a_2; \\ 14,59 = 12,9a_0 + 34,99a_1 + 4,03a_2; \\ 1,69 = 1,5a_0 + 4,03a_1 + 0,47a_2. \end{cases} \quad (1)$$

Розв'язавши дану систему методом Гаусса, отримано такі значення: $a_0 = 499/1070$; $a_1 = 20/107$; $a_2 = 54/107$. У результаті розрахунку рівняння зв'язку, яке визначає залежність результативної ознаки (вмісту калію) від двох факторів (вмісту азоту та фосфору), було записано у такому вигляді:

$$y_x = 0,4664 + 0,1869x_1 + 0,5047x_2. \quad (2)$$

Щільність зв'язку двох факторів — вмісту азоту та фосфору в урині, та результативної ознаки — виходу калію, підтверджено високим коефіцієнтом кореляції:

$$\begin{aligned} R_{y,x_1,x_2} &= \\ &= \sqrt{\frac{0,97^2 + 0,89^2 - 2 \cdot 0,97 \cdot 0,89 \cdot 0,87}{1 - 0,87^2}} = 0,97. \end{aligned} \quad (3)$$

Висновки

Екологічна санітарія може здійснити вагомий вплив на покращення становища ґрунтово-рослинного покриву, бо дозволяє вирішити проблеми утилізації відходів життєдіяльності людей у сільській місцевості, створюючи з них продукт споживання, а саме: органічне добриво, яке містить значну кількість поживних речовин, зокрема макроелементів, що необхідні для рослин у великих кількостях. Встановлена залежність вмісту калію в органічному добриві рідкої фракції відходів життєдіяльності людей від вмісту азоту та фосфору. За отриманими результатами розрахунків обчислений коефіцієнт множинної кореляції (3) свідчить про залежність на 97 % вмісту калію у рідкій фракції відходів життєдіяльності людей від вмісту азоту та фосфору, тому знайдене рівняння даного зв'язку у вигляді (2) має практичне значення для розрахунку, тобто, маючи дані вмісту азоту та фосфору, можна розрахувати вміст калію.

Перспективи подальших досліджень

Проведене дослідження дозволяє більш детально звернути увагу на зв'язок макроелементів, які складають хімічний вміст органічних добрив, отриманих внаслідок застосування еко-санітарних туалетів, що спонукає на більш глибокі дослідження зв'язків поживних речовин у даному продукті споживання, а також їх взаємодії та впливу, який вони можуть здійснювати, на ґрунтово-рослинний покрив.

ЛІТЕРАТУРА

1. Царик Л. П. Екологія: підруч. для 10 кл. загальноосвіт. навч. закл.: профіл. рівень / Л. П. Царик, П. Л. Царик, І. М. Вітенко. — 2-ге вид. — К. : Генеза, 2011. — 240 с.
2. Мінеральні добрива [Електронний ресурс] // Науково-популярний блог. — 2014. — Режим доступу до ресурсу: <http://www.npblog.com.ua/index.php/himiya/mineralni-dobryva.html>
3. Бодік І. Стійка санітарія в Центральній та Східній Європі — відповідаючи потребам малих та середніх населених пунктів / І. Бодік, Р. Пітер. — Словакія: UVTIP Nitra, 2008. — 90 с.
4. Ремез Н. С. Зменшення споживання води за рахунок альтернативного знешкодження фізіологічних відходів людини / Н. С. Ремез, А. Г. Бойко // Наукоємні технології, 2017 — № 2 (34) — С. 158–161, doi:10.18372/2310-5461.34.11614 (ukr).
5. Елементи живлення рослин: Макроелементи, Мезоелементи та Мікроелементи [Електронний ресурс] // АГРОЛАВКА.— 2015. — Режим доступу: <https://agrolavka.com.ua/a189520-elementi-zhivlennya-roslin.html>.
6. Сухий туалет — це серйозно! — Київ: Всеукраїнська екологічна громадська організація «МАМА-86», 2007. — 15 с.
7. Hill G. B. An Evaluation of Waterless Human Waste Management Systems at North American Public Remote Sites / G. B. Hill. — Vancouver: University of British Columbia, 2013. — 173 p.
8. Jönsson H. / Adapting the nutrient content of urine and faeces in different countries using FAO and Swedish data // H. Jönsson, B. Vinnerås; Proceedings of the 2nd International Symposium on Ecological Sanitation, incorporating the 1st IWA specialist group conference on sustainable sanitation, 7th-11th April 2003. — Lübeck: Ecosan — Closing the loop, 2004. — Pp. 623–626.

Ремез Н. С., Бойко А. Г.

ЕКОЛОГІЧНА САНІТАРІЯ ЯК ЗАСІБ ПОКРАЩЕННЯ ҐРУНТОВО-РОСЛИННОГО ПОКРИВУ

У статті розглянуто проблему деградації ґрунтового-рослинного покриву через виснаження ґрунту недбалим веденням людством сільського господарства. Це зумовлює здійснення кроків вирішення проблем у даній галузі, оскільки обрана сфера діяльності стосується першочергових потреб населення в їжі, що розкриває актуальність обраної теми. У роботі висвітлено один із шляхів поліпшення становища ґрунтового-рослинного покриву завдяки застосуванню екологічної санітарії, яка, насамперед, може поліпшити екологічні показники використання деяких необхідних для нашого життя ресурсів, зокрема замкнений цикл використання відходів життєдіяльності людей, який запроваджує дана технологія, дозволяє зменшити забруднення води. Акцентом роботи є вміст поживних елементів у органічному добриві, отриманому внаслідок застосування екологічної санітарії. Ці знання необхідні для внесення добрив до ґрунту, що зумовлює практичне використання проведеного дослідження.

Ключові слова: ґрунтового-рослинний покрив; екологічна санітарія; екосанітарний туалет; відходи життєдіяльності людей; макроелементи.

Remez N. S., Boiko A. G.

ECOLOGICAL SANITATION AS A WAY OF IMPROVING THE SOIL-VEGETATION COVER

This article is about the problem of degradation of soil-vegetation cover due to the depletion of soil by careless farming of mankind. This determines to implementation of steps to solve problems in this area, because the chosen field of activity relates to the priority needs of the population in food, which reveals the relevance of the chosen topic. The one of the ways to improve soil-vegetation cover through the use of ecological sanitation highlights in the work. The ecological sanitation, first of all, can improve the environmental indicators of some necessary resources for our lives, in particular the closed cycle of waste of human life, which introduces by this technology, helps to reduce water pollution. The emphasis is the content of nutrients in organic fertilizers, which obtained as a result of ecological sanitation use. This knowledge is necessary for applying fertilizers to the soil, this is predetermines the practical use of the research.

Keywords: soil-vegetation cover, ecological sanitation; eco-sanitary toilet; waste of human life; macroelements.

Ремез Н. С., Бойко А. Г.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ САНИТАРИЯ КАК СРЕДСТВО УЛУЧШЕНИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

В статье рассмотрена проблема деградации почвенно-растительного покрова из-за истощения почвы небрежным ведением человечеством сельского хозяйства. Это приводит к осуществлению шагов решения проблем в данной области, так как выбранная сфера деятельности касается первоочередных потребностей населения в пище, что раскрывает актуальность выбранной темы. В работе освещен один из путей улучшения состояния почвенно-растительного покрова благодаря применению экологической санитарии, которая, в первую очередь, может улучшить экологические показатели использования некоторых необходимых для нашей жизни ресурсов, в частности замкнутый цикл использования отходов жизнедеятельности людей, который вводит данная технология, позволяет уменьшить загрязнение воды. Акцентом работы является содержание питательных элементов в органическом удобрении, полученном в результате применения экологической санитарии. Эти знания необходимы для внесения удобрений в почву, что приводит к практическому использованию проведенного исследования.

Ключевые слова: почвенно-растительный покров; экологическая санитария; экосанитарный туалет; отходы жизнедеятельности людей; макроэлементы.

Стаття надійшла до редакції 26.06.2018 р.
Прийнято до друку 27.08.2018 р.
Рецензент – д-р техн. наук, проф. Ткачук К. К.