

УДК 631.86:631.895:631.417.2

АГРОХІМІЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИРОБНИЦТВА ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ

Є.В. Скрильник

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»
(*orgmin@mail.ru*)

Метою роботи було теоретичне й технологічне обґрунтування процесів виробництва органо-мінеральних добрив (ОМД) із місцевої сировини на основі регульованого біокондиціонування та визначення агрохімічної ефективності їх застосування в короткоротаційних сівозмінах. Використано інформацію з результатів роботи у польових стаціонарних дослідках. Розроблено єдиний підхід щодо регульованої переробки сировини, який ґрунтується на концептуальній моделі формування гумусових сполук у процесі біокондиціонування та концептуальних основах створення ОМД. Новітні підходи дають змогу розширити функціональні можливості реагентів та вузькоспеціалізованих домішок. Встановлено перевагу ОМД в короткоротаційних сівозмінах порівняно з органічними і мінеральними добривами, які вносили в еквівалентних дозах окремо. Висновки: доведено перевагу локального способу внесення ОМД порівняно із внесенням уроzkид. Гранульовані ОМД, за ефектом дії та післядії на врожайність сільськогосподарських культур, мали перевагу порівняно з аморфними добривами аналогічного складу.

Ключові слова: місцева сировина; органо-мінеральні добрива (ОМД); технології; ефективність; рослини.

Вступ. Учені одноставно констатують наявність у докiллі України різноманітних негативних процесів, пов'язаних з накопиченням відходів різного походження. Обмеження негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище сьогодні є глобальною екологічною проблемою, що впливає на всі сфери життя і діяльності людей [1, 2]. В Україні ця проблема набула особливої гостроти внаслідок великих обсягів утворення та накопичення відходів та відсутності тривалий час адекватної реакції на створювану ними небезпеку.

На цей час вочевидь виникає необхідність розроблення екологічно безпечних технологій для знезараження і перероблення різних відходів з метою їх застосування як вторинної сировини [3]. Системне вирішення комплексної проблеми підвищення ефективності використання біоресурсів і органічних добрив, як провідного фактору відтворення родючості ґрунтів і підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, є можливим лише шляхом істотного розширення фундаментальних та прикладних досліджень щодо розробки адаптивних технологій виробництва і застосування добрив, які відповідають екологічним вимогам та сучасним ринковим відношенням товаровиробників.

Багатьма дослідженнями в різних країнах встановлено, що одним із раціональних шляхів підвищення ефективності органічних та мінеральних добрив і зменшення їхнього негативного впливу на навколишнє середовище (ґрунти, ґрунтові та поверхневі води, тощо) є застосування нових ОМД пролонгованої дії, з яких поступово вивільняються поживні речовини під час взаємодії з ґрунтом впродовж вегетаційного періоду рослин, що обумовлює їхні екологічні, агрономічні та економічні переваги порівняно зі стандартними формами добрив [4-6].

У зв'язку з цим актуальною є розробка інтегрованих систем управління живленням рослин. Це, насамперед, забезпечення культур оптимальним рівнем макро- і мікроелементів впродовж вегетації, по-друге – спрямована регуляція процесів біологічної активності ґрунтів з метою уповільнення мінералізації органічної речовини та посилення

їхньої гуміфікації, що сприяє синтезу та накопиченню гумусу в ґрунтах, підвищенню їхньої родючості, посиленню захисту біосфери від забруднення хімічними реагентами.

Мета дослідження – теоретично й технологічно обґрунтувати процеси виробництва ОМД з місцевої сировини на основі регульованого біокондиціонування, визначити агрохімічну ефективність застосування добрив у короткоротаційних сівозмінах.

Об'єкти і методи досліджень. Вивчення ефективності дії та післядії різних форм ОМД, за різних строків та способів внесення, на врожайність сільськогосподарських культур, якість продукції та елементи родючості ґрунту проводили впродовж 1997-2002 рр. на Коротичанському дослідному полі у польових дослідах, варіанти яких схематично відображено в табл. 1. Ґрунт – чорнозем типовий важкосуглинковий із вмістом загального азоту – 0,26 %, загального фосфору – 0,21 %, рухомих форм фосфору – 5,7, калію – 10,0 мг/100 г ґрунту, азоту в мінеральній формі – 12,0 мг/100 г ґрунту, рН – 6,5.

Повторення досліду – 4-разове. Розмір облікової ділянки – 10 м²

Аналізування місцевої сировини та ОМД, ґрунту і рослин проводили в атестованій лабораторії за ГОСТ та ДСТУ.

1. Схема та дози внесення добрив у дослідах

Варіант	Доза внесення добрив під сільськогосподарські культури			
	основне внесення		припосівне внесення	
	кукурудза на силос	пшениця озима	кукурудза з/к	ячмінь
Органічний компонент (гній ВРХ) – врозкид	N ₁₂₀	N ₈₀	N ₁₅	N ₁₂
Органічний компонент (гній ВРХ) – локально	N ₁₂₀	N ₈₀	N ₁₅	N ₁₂
Органо-мінеральні добрива:				
порошкоподібні – врозкид	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₁₅ P ₂₀ K ₁₀	N ₁₂ P ₁₀ K ₁₃
порошкоподібні – локально	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₁₅ P ₂₀ K ₁₀	N ₁₂ P ₁₀ K ₁₃
гранульовані – врозкид	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₁₅ P ₂₀ K ₁₀	N ₁₂ P ₁₀ K ₁₃
гранульовані – локально	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₁₅ P ₂₀ K ₁₀	N ₁₂ P ₁₀ K ₁₃
НРК мінеральних добрив – врозкид	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₁₅ P ₂₀ K ₁₀	N ₁₂ P ₁₀ K ₁₃
НРК мінеральних добрив – локально	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₁₅ P ₂₀ K ₁₀	N ₁₂ P ₁₀ K ₁₃

Аналіз результатів досліджень. З факторів, що піддаються регулюванню, найбільше на врожайність сільськогосподарських культур, за інших рівних умов, впливають добрива, ефективність дії яких визначається потребами культур і ґрунтово-кліматичними умовами.

Останнім часом розробляють принципово нове технологічне рішення, що передбачає поєднання органічних і мінеральних добрив у новій – органо-мінеральній формі. Основним завданням є поєднати позитивні властивості обох компонентів і за можливості позбутися негативних. На першому етапі досліджень ОМД являли собою фактично просту суміш органічних та мінеральних добрив, у якій дози мінеральних добрив розраховували виходячи з потреби сільськогосподарських культур в елементах живлення. Позитивною стороною таких простих сумішей є те, що частина елементів живлення, що входять до складу мінеральних добрив, могла переходити в обміннофіксовані форми, що унеможливило їх втрати шляхом вимивання і подовжувало термін вивільнення елементів живлення через мінералізацію органічної складової.

Дослідивши процеси трансформації та взаємодії гетерогенних систем ми розробили технологію виробництва ОМД зі змінним співвідношенням поживних і гумусових речовин, що досягається шляхом модернізації формули добрива. На відміну від традиційних підходів, що панують у світі, пропонуємо єдиний підхід до перероблення як органічних відходів промислового походження, так і відходів комунального господарства і рослинництва. В основу розробки покладено концептуальну модель формування гумусових сполук у процесі біокондиціонування

органічних відходів [7] та концептуальні положення щодо виробництва комплексних ОМД [8].

Технологією виробництва є процес регульованого аерокондиціонування органо-мінеральної пульпи з використанням сучасного обладнання та вимірювальних приладів для контролю процесу. Мета аерокондиціонування – одержання стабільної маси, збагаченої фізіологічно активними речовинами та біогенними елементами, значна частина яких зв'язана з високогуміфікованою органічною речовиною в органо-мінеральному комплексі, що перешкоджає вимиванню та подальшій ретроградації поживних речовин у ґрунті після внесення добрив. Для оптимізації живлення рослин на початковому етапі росту та розвитку до одержаної кондиційованої субстанції додають стартову дозу поживних речовин. Добривам надають склад та вміст поживних речовин, з урахуванням особливостей конкретної культури залежно від ґрунтово-кліматичної зони її вирощування. На основі багаторічних досліджень розроблено методичні підходи до розрахунку складу ОМД та їхню рецептуру під основні сільськогосподарські культури для різних зон України.

У польових дослідах на чорноземі типовому важкосуглинковому встановлено ефективність дії та післядії комплексних порошкоподібних і гранульованих ОМД в короткоротаційних сівозмінах за основного, припосівного (локально) і передпосівного (врозкид) внесення в ґрунт. Аналіз урожайних даних показав перевагу нових комплексних ОМД порівняно з традиційними мінеральними і органічними добривами, які вносили окремо. Максимальні врожаї силосної маси кукурудзи у середньому за три роки одержано у варіантах, де добрива вносили локально: за застосування гранульованих ОМД приріст урожаю становив 6,8 т/га, порошкоподібних – 9,0 т/га. У варіантах, де вносили органічні добрива, приріст урожаю силосної маси кукурудзи за розкидного способу внесення становив 8 %, за локального – 16 % порівняно з контролем. Внесення мінеральних добрив забезпечило приріст урожаю силосної маси кукурудзи на рівні 15-28 %. Загалом у ланці сівозміни максимальний сумарний врожай сільськогосподарських культур одержано у варіантах, де локально внесено ОМД – 10,5-10,9 т зернових одиниць з 1 га (сумарний врожай на контролі – 7,7 т зернових одиниць з 1 га). Внесення органічних добрив під кукурудзу на зелений корм забезпечило у ланці сівозміни сумарний врожай культур на рівні 8,7-9,3 т зернових одиниць з 1 га, внесення еквівалентних доз мінеральних добрив – на рівні 9,2-9,9 т зернових одиниць з 1 га.

Аналогічну ситуацію спостерігали після основного внесення комплексних ОМД під пшеницю озиму (пряма дія) в дозах з розрахунку $N_{80}P_{80}K_{80}$. Комплексні ОМД в прямій дії забезпечили максимальні прирости зерна пшениці озимої у варіантах з локальним і розкидним внесенням порошкоподібної форми – 51-75 % порівняно з контролем (врожайність на контролі – 2,1 т/га). Мінеральні добрива після внесення як урозкид, так і локально мали перевагу в прямій дії порівняно з органічними добривами й дещо поступалися за ефективністю ОМД. Максимальні сумарні врожаї сільськогосподарських культур у сівозміні після основного внесення ОМД під пшеницю озиму на рівні 10,3-10,9 т зернових одиниць з 1 га, одержано у варіантах з локальним внесенням комплексних ОМД як аморфних, так і гранульованих. Найбільшу окупність сільськогосподарських культур додатковим урожаєм отримано після внесення комплексних ОМД (табл. 2).

Передпосівне і припосівне внесення ОМД у прямій дії забезпечило прирости зерна ячменю у варіантах, де вносили порошкоподібну форму добрив – врозкид 27 %, локально – 43 % порівняно з контролем, гранульовану – 26-33 %. Мінеральні добрива після внесення як врозкид, так і локально, мали переваги в прямій дії порівняно з органічними добривами, але поступалися за ефективністю ОМД, які вносили локальним способом. Максимальний сумарний врожай двох культур – 4,2 т зернових одиниць з 1 га отримано у варіанті, де локально вносили порошкоподібні ОМД.

2. Ефективність основного внесення ОМД в короткоротаційних сівозмінах

Варіант	Сівозміна (пшениця озима – ячмінь – кукурудза на з/к)			Сівозміна (кукурудза на силос – пшениця озима – ячмінь)		
	збір, тонн зерн. од/га	насиченість, кг д.р./га	окупність, кг зерн. од/кг д.р.	збір, тонн зерн. од/га	насиченість, кг д.р./га	окупність, кг зерн. од./кг д.р.
Без добрив (контроль)	7,84	-	-	7,72	-	-
Гній	<u>8,68</u>	<u>206</u>	<u>4,1</u>	<u>8,68</u>	<u>295</u>	<u>3,3</u>
	9,50	206	8,1	9,26	295	5,2
ОМД порошкоподібні	<u>9,45</u>	<u>240</u>	<u>6,7</u>	<u>9,89</u>	<u>360</u>	<u>6,0</u>
	10,25	240	10,0	10,47	360	7,6
ОМД гранульовані	<u>9,63</u>	<u>240</u>	<u>7,5</u>	<u>10,08</u>	<u>360</u>	<u>6,6</u>
	10,87	240	12,6	10,93	360	8,9
NPK	<u>9,14</u>	<u>240</u>	<u>5,4</u>	<u>9,17</u>	<u>360</u>	<u>4,0</u>
	9,75	240	7,9	9,85	360	5,9

Примітка. Над ризикою – за внесення добрив уроzkид, під ризикою – локально

Максимальні врожаї зеленої маси кукурудзи у прямій дії одержано у варіантах після припосівного локального і розкидного внесенням ОМД – приріст урожаю становив 24-27 % порівняно з контролем. Загалом за сівозміну у цьому досліді максимальний сумарний врожай сільськогосподарських культур одержано у варіантах, де локально вносили гранульовані ОМД – 8,8 т з. од. з 1 га (сумарний врожай на контролі – 7,3 т з. од. з 1 га). Внесення порошкоподібних добрив локально і врозкид забезпечувало приріст урожаю на рівні 15-18 %. Припосівне внесення гною під кукурудзу на зелений корм забезпечувало за сівозміну сумарний урожай культур на рівні 7,9-8,3 т з. од. з 1 га, внесення еквівалентних доз мінеральних добрив на рівні 8,0-8,5 т з. од. з 1 га.

Після передпосівного і припосівного внесення порошкоподібних і гранульованих ОМД під ячмінь врозкид і локально окупність додатковим урожаєм 1 кг діючої речовини становила 13,7-21,1 кг зернових одиниць (табл. 3).

3. Ефективність передпосівного і припосівного внесення ОМД в короткоротаційних сівозмінах

Варіант	Сівозміна (кукурудза на з/к – пшениця озима – ячмінь)			Сівозміна (ячмінь – пшениця озима)		
	збір, тонн зерн.од./га	насиченість, кг д.р./га	окупність, кг зерн.од./кг д.р.	збір, тонн зерн.од./га	насиченість, кг д.р./га	окупність, кг зерн.од./кг д.р.
Без добрив (контроль)	7,25	-	-	3,48	-	-
Гній	<u>7,86</u>	<u>39</u>	<u>15,6</u>	<u>3,63</u>	<u>31</u>	<u>4,8</u>
	8,33	39	27,7	3,80	31	10,3
ОМД порошкоподібні	<u>8,31</u>	<u>45</u>	<u>23,5</u>	<u>3,97</u>	<u>35</u>	<u>14,0</u>
	8,56	45	29,1	4,22	35	21,1
ОМД гранульовані	<u>8,19</u>	<u>45</u>	<u>20,9</u>	<u>3,96</u>	<u>35</u>	<u>13,7</u>
	8,84	45	35,3	4,08	35	17,1
NPK	<u>7,96</u>	<u>45</u>	<u>15,8</u>	<u>4,08</u>	<u>35</u>	<u>17,1</u>
	8,50	45	27,8	4,16	35	13,4

Примітка. Над ризикою – за передпосівного внесення добрив, під ризикою – припосівного

Висновки. Розроблено технології виробництва ОМД на основі місцевої сировини. Встановлено, що важливою особливістю нових видів добрив є можливість коригування їх властивостей залежно від умов, де їх будуть використовувати. Визначено, що за технологічним процесом передбачається отримання органо-мінерального комплексу, значну частину якого становить високогуміфікована органічна речовина, хімічно зв'язана з біогенними елементами, непродуктивні витрати яких у процесі зберігання і після внесення в ґрунт будуть зведені до мінімуму. Для оптимізації живлення рослин на ранніх фазах розвитку і з урахуванням способу внесення до одержаного комплексу додається стартова доза того чи іншого елемента живлення у певному співвідношенні.

На чорноземі типовому важкосуглинковому встановлено агрохімічну ефективність застосування в короткоротаційних сівозмінах ОМД, порівняно з органічними і мінеральними добривами, які вносили в еквівалентних дозах окремо. Доведено перевагу ОМД перед традиційними добривами. Гранульована форма ОМД за ефективністю дії та післядії на врожайність сільськогосподарських культур мала перевагу, порівняно з порошкоподібними добривами аналогічного складу. Внесення комплексних ОМД в дозах, рекомендованих для припосівного і передпосівного внесення, слід розглядати лише з урахуванням їх прямої дії на врожайність культур.

Список використаної літератури

1. *Агроекологія* / [М.М. Городний, М.К. Шикуча, М.Ф. Повхан та ін.]. – К.: Вища школа, 1993. – 416 с.
2. *Виговська Г.П.* Структура відходів в Україні, їх джерела та кількісні показники / Г.П. Виговська // *Рідна природа*. – 2004. – № 3–4. – С. 23–25.
3. *Вторичные материальные ресурсы номенклатуры Госснаба СССР.* (Образование и использование): [справочник]. – М.: Экономика, 1987. – 244 с.
4. *Крамарев С.М.* Физико-механические свойства нового вида органо-минерального удобрения пролонгированного действия / С.М. Крамарев, А.С. Матросов // *Агрохимия*. – 2003. – № 2. – С.37–44.
5. *Лясковский М.И.* Влияние сложного органо-минерального удобрения на основе гидролизного лигнина на рост и продуктивность овощных культур / М.И. Лясковский // *Агрохимия*. – 2003. – № 4. – С. 29–38.
6. *Лясковский М.И.* Формирование морфоструктуры, накопления и ассимиляции азота у растений яровой пшеницы под влиянием сложного органо-минерального удобрения / М.И. Лясковский // *Агрохимия*. – 1997. – № 7. – С. 32–43.
7. *Бацула О.О.* Концептуальна модель механізму гумусоутворення / О.О. Бацула, Є.В. Скрильник // *Вісник ХДАУ – Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство»*. – 2001 – № 3. – С. 45–52.
8. *Перспективи і напрями виробництва та застосування органо-мінеральних добрив і біостимуляторів в землеробстві України* / Є.В. Скрильник, О.О. Бацула, Р.А. Розумна [та ін.] // *Вісник аграрної науки Півд. рег.* – 2000. – Вип. 1. – С. 223–228.

Стаття надійшла до редколегії 17.10.2014

AGROCHEMICAL APPROACHES TO THE PRODUCTION OF ORGANO-MINERAL FERTILIZERS AND EFFICIENCY OF THEIR APPLICATION IN SHORT CROP ROTATIONS

E.V. Skrylnik

**NSC “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky”,
Kharkiv, Ukraine
(orgmin@mail.ru)**

The aim was to ground theory and technologically the processes of production of organic and organo-mineral fertilizers from local raw material on the basis of the managed bioconditioning and to define agrochemical efficiency of their application in short crop rotations. Methods: the field, laboratory-analytical methods. Results: there has been elaborated a unified approach regarding a regulated processing of raw materials into fertilizers; said approach is based on a conceptual model of humus compositions formation in the course of bio conditioning, and on conceptual essentials of creating the organic and organo-mineral fertilizers as well. The innovative approaches enable us to expand functional capabilities of reagents and special-purpose additives. There has been found an advantage of organic and organo-mineral fertilizers in short-rotational cropping, as compared to organic and organo-mineral fertilizers being routinely applied separately in equivalent doses. Conclusions: an advantage of localized application of organic and organo-mineral fertilizers, contrast to manner of even dissipation hereof, has been proven. The granulated organic and organo-mineral fertilizers, owing to direct effect and after-effect on increase of crops yield, have shown their advantage versus powder-like fertilizers of similar composition. Application of complex organic and organo-mineral fertilizers in doses recommended for now- sowing and pre- sowing application, should only be considered with regard to their direct impact on the yield of crops.

Key words: local raw materials; technologies; organo-mineral fertilizers; efficiency; plants.