

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного



Науковий вісник

Таврійського державного агротехнологічного університету



Випуск 12, том 1

Електронне наукове фахове видання

Мелітополь – 2022 р.

УДК [631.3+621.3+004]

Т 13

Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. – Мелітополь: ТДАТУ, 2022. – Вип. 12, том 1.

ISSN 2220-8674

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,
Протокол № 9 від 26 квітня 2022 р.

Представлені результати досліджень вчених у галузях галузевого машинобудування, енергетики, електротехніки, електромеханіки, харчових технологій, комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Видання призначене для наукових працівників, викладачів, інженерно-технічного персоналу і здобувачів вищої освіти, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

Реферативні бази: Crossref, Google Scholar, AGRIS, «Україна наукова», НБУ ім. В. І. Вернадського.

Редакційна колегія:

Головний редактор

Кюрчев В. М. чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Заступник головного редактора

Надикто В. Т. – чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Відповідальний секретар

Діордієв В. Т. – д.т.н., проф. (Україна)

Технічний секретар

Кондратюк Ю.В. (Україна)

Beloev Hristo – д.т.н., проф. (Болгарія)

Cortez Jose Italo – PhD (Mexico)

Ivanovs Semjons – PhD (Latvia)

Olt Jüri – PhD, проф. (Eesti)

Pascuzzi Simone – Dr. проф. (Italia)

Вершков О. О. – к.т.н., доц. (Україна)

Волошина А.А. – д.т.н., проф. (Україна)

Гавриленко Є. А. – д.т.н., проф. (Україна)

Галько С. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Гнатушенко В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Гумен О. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Дейниченко Г. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Євлаш В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Журавель Д. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Квітка С. О. – к.т.н., доц. (Україна)

Кувачов В. П. – д.т.н., доц. (Україна)

Кузнецов М. П. – д.т.н., с.н.с. (Україна)

Кюрчев С. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Лендел Т. І. – к.т.н., (Україна)

Лисиченко М. Л. – д.т.н., проф. (Україна)

Ломейко О. П. – к.т.н., доц. (Україна)

Лубко Д. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Лясковська С. Є. – к.т.н., доц. (Україна)

Малкіна В. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Мацулевич О. Є. – к.т.н., доц. (Україна)

Паламарчук І. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Панченко А. І. – д.т.н., проф. (Україна)

Пилипенко Л. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Погребняк А. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Постолатій В. М. – д.х.т.н. (Молдова)

Пріс О. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Самойчук К. О. – д.т.н., проф. (Україна)

Сердюк М. Є. – д.т.н., проф. (Україна)

Сидоренко О. С. – к.т.н., доц. (Україна)

Скляр О. Г. – к.т.н., проф. (Україна)

Скляр Р. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Соболь О. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Тітова О. А. – д.т.н., доц. (Україна)

Холодняк Ю. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Шоман О. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Яковлев В. Ф. – к.т.н., проф. (Україна)

Ялпачик В. Ф. – д.т.н., проф. (Україна)

Відповідальний за випуск – к.т.н., професор Скляр О. Г.

Адреса редакції: ТДАТУ

Просп. Б. Хмельницького, 18,

м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312 Україна

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2022.



DOI: 10.31388/2220-8674-2022-1-2

УДК 631.333

В. В. Дідур¹, д.т.н. доц.

ORCID: 0000-0001-7584-5073

О. В. В'юник², інж.

ORCID: 0000-0002-6413-5567

А. С. Комар², інж.

ORCID: 0000-0001-7037-8402

¹Уманський національний університет садівництва²Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

e-mail: olga.viunyk@tsatu.edu.ua, тел.: (098)7240967

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ

Анотація. Розвиток фермерських господарств з виробництва сільськогосподарської продукції нерозривно пов'язаний з хімізацією землеробства. У сучасних умовах при постійному подорожчанні добрив на тлі зростаючих вимог до якості виробленої продукції і застосування екологічно безпечних технологій оброблення сільськогосподарських культур особливо гостро постає питання про вибір раціональних способів внесення добрив. Всі застосовувані добрива можна умовно розділити на дві групи – органічні й мінеральні. Органічні добрива тваринного або рослинного походження часто називають повними, тому що в них утримуються три основних елементи живлення рослин: азот, фосфорна кислота й окис калію. До групи органічних добрив відносяться також бактеріальні й сидерати (зелені). Прийоми внесення мінеральних і органічних добрив відрізняються залежно від їхнього виду й форми, строків внесення, призначення, форми й характеру розміщення вогнищ живильних речовин у ґрунті.

Наукові дослідження й багаторічна практика вирощування сільськогосподарських культур доводять доцільність дробового внесення добрив не в один, а в кілька строків.

Розрізняють основне, стартове й підготовче внесення добрив. При основному використовують близько 60 %, стартовому 20 % і підготовчому 20 % загальної кількості добрив, запланованого під культуру в сівозміні.

У сівозміні добривами в першу чергу забезпечують провідні культури (озима пшениця, цукровий буряк, картопля тощо), інші використовують їхню післядію.

Основне добриво служить головним джерелом живлення рослин і забезпечує їх протягом всієї вегетації. Його вносять під глибоку оранку



восени або навесні при підйомі раннього пару.

За характером розміщення добрив щодо поверхні ґрунту розрізняють поверхнєве й внутрішньогрунтове, котре може бути як суцільним, так і локальним.

В роботі проаналізовано різні способи та технології внесення добрив в ґрунт; визначено оптимальні.

Ключові слова: добриво, живильний елемент, спосіб внесення, норма внесення, врожайність, аналіз.

Постановка проблеми. Розвиток фермерських господарств з виробництва сільськогосподарської продукції нерозривно пов'язаний з хімізацією землеробства. У сучасних умовах при постійному подорожчанні добрив на тлі зростаючих вимог до якості виробленої продукції і застосування екологічно безпечних технологій оброблення сільськогосподарських культур особливо гостро постає питання про вибір раціональних способів внесення добрив.

Аналіз останніх досліджень. Всі застосовувані добрива можна умовно розділити на дві групи – органічні й мінеральні.

Органічні добрива тваринного або рослинного походження часто називають повними, тому що в них утримуються три основних елементи живлення рослин: азот, фосфорна кислота й окис калію. До групи органічних добрив відносяться також бактеріальні й сидерати (зелені) [1, 2].

Мінеральні добрива одержують із природних мінералів, газів або ж з відходів промисловості (металургійної, хімічної). Це неповні добрива, тому що кожне з них містить зазвичай тільки один елемент живлення рослин: азот (азотні), фосфорну кислоту (фосфорні) або окис калію (калійні). Промисловість виготовляє мінеральні добрива як у твердому, так і в рідкому вигляді.

Прийоми внесення мінеральних і органічних добрив відрізняються залежно від їхнього виду й форми, строків внесення, призначення, форми й характеру розміщення осередків живильних речовин у ґрунті. [3, 4].

Формування мети статті. Метою дослідження є аналіз існуючих способів внесення добрив в ґрунт з метою визначення оптимальних технологій.

Основна частина. Складні добрива – особливий вид мінеральних добрив, що містять два або навіть три елементи живлення.

Вапно (у різних видах) і гіпс застосовують для вапнування й гіпсування ґрунтів, тобто для нейтралізації кислої реакції надмірно вологих ґрунтів або (гіпс) лужної реакції солонців.

Мікроелементи – з'єднання металів (солі й ін.), необхідних для розвитку й плодоношення рослин. Їх вносять у ґрунт у дуже малих



кількостях.

У самих господарствах можна готувати суміші добрив як мінеральних, так і органічних з мінеральними (органомінеральні) [3, 5].

Гній – суміш твердих і рідких виділень сільськогосподарських тварин з підстилкою. У гної є всі, без винятку, живильні речовини, необхідні для рослин.

Розрізняють чотири види підстилкового гною: свіжий (солома в ньому ще не втратила природний колір і міцність), що напівперепрів (солома темно-коричнева, легко розривається), що перепрів (темна маса, у якій важко знайти солому) і перегній (одноманітна чорна пухка землиста маса).

У безпідстилковому гної зміст живильних речовин залежить від кількості води: при гідрозмиві воно менше (багато води), при механічному видаленні гною більше.

Гнойова рідота – дуже гарне азотно-калійне добриво, що швидко діє на рослини. Сеча тварин, що не вбралася в підстилку, стікає по жолобах і трубах у спеціальні рідотозбірники, звідки її вивозять в автоцистернах у поле для підгодівлі польових або городніх культур. В 1 т гнойової рідоти втримується в середньому 2,5 кг азоту, 5,5 кг калію, близько 0,1 кг фосфору.

Пташиний послід – швидкодіюче добриво з більшим вмістом азоту, фосфору й калію. Щоб зменшити втрати азоту, послід зберігають у суміші з торфом (до 25...50 % від маси посліду).

Торф також використовують як добриво. Його найбільш доцільно застосовувати не в чистому виді, а використаний як підстилка для тварин. Тоді він збагачується аміаком, а повітря скотарні очищається від аміачних виділень.

Компости – суміші гною, торфу, іноді землі з різними відходами й сміттям, що перепріли до стану сипучої (або напівсипучої) речовини. Компости як добрива дуже ефективні, тому що живильні речовини в них перебувають у формі, найбільш засвоюваній рослинами.

Зола стебел польових рослин, листяних і хвойних дерев і гною – коштовне добриво: воно містить значну кількість калію, фосфору, вапна, мікроелементів.

Річковий й ставковий мул – органічне добриво, що містить від 0,3 до 0,5 % азоту й 0,5...0,8 % фосфору. Мул звичайно заготовлюють узимку, навесні, після відтавання, він перетворюється в сипучу масу. Краще змішувати іл із гноєм (4:1) або із гнойовою рідотою, щоб збагатити його бактеріями.

Бактеріальні добрива – азотні (нітрагії й азотобактерії), фосфорні (фосфоробактерії) і суміші (АМБ – аутохтонна мікрофлора Б). Всі ці препарати самостійно в ґрунт не вносять, їх змішують із насіннями перед самим посівом і висівають звичайними зернобобовими



сівалками.

Тверді азотні добрива – аміачна селітра, ціанамід кальцію, нітрат амонію, натрієва селітра, хлористий амоній і карбамід (сечовина). Азоту ці добрива містять від 12 до 46 %. Найбільш багаті азотом сечовина й аміачна селітра.

Рідкі азотні добрива – рідкий аміак (до 82 % азоту), аміачна вода й аміакати (до 45 % азоту). Рідкий (безводний) аміак є зрідженим газом, це – летюча й отруйна речовина, його перевозять і зберігають в особливих цистернах, розрахованих на тиск 2 МН/м², і вносять у ґрунт на значну глибину. Більш зручна в обігу аміачна вода (25%-ний розчин аміаку), що містить до 20 % азоту.

Фосфорні добрива – суперфосфат, подвійний суперфосфат, фосфатне борошно, томасшлак, преципітат і ін. Усі ці добрива сипучі, порошкоподібні або гранульовані. Вміст у них основної живильної речовини (фосфорної кислоти) коливається від 14 до 45 %. Найбільш багаті нею подвійний суперфосфат і преципітат [5].

Калійні добрива – хлористий калій, 30...40 %-ні калійні солі, сірчаноокислий калій, калімаг, калімагnezія й ін. Зміст окису калію у них коливається від 12 до 60 %. Найбільше її в хлористому калії. У таблиці 1 наведена характеристика основних живильних речовин, необхідних для оброблення сільськогосподарських культур.

Таблиця 1

Характеристика основних живильних речовин

Живильний елемент	Дія на рослину	Симптоми		Наявність	
		при нестачі	при надлишку	у природі	на ринку
1	2	3	4	5	6
Азот (N)	Забезпечує сильний ріст	Пожовклі листя, низька врожайність	Погіршення збереженості овочів і фруктів, більша схильність до хвороб і шкідників, високий вміст води та нітратів у продуктах	Близько 80% утримується в повітрі, що може зв'язатися клубеньковими бактеріями. В органічній формі знаходиться в рослинних залишках, сидератах, компості, гної	Кров'яне борошно або стружка, компост, свиняча щетина



Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Фосфор (Р)	Сприяє утворенню квіток і плодів, прискорює дозрівання, важливий для росту коріння на весні	Фарбування в колір від фіолетового до червоно-коричневого	Блокування мікроелементів, наприклад заліза, міді й цинку	Сирий фосфат, кості, курячий послід, свинячий гній або гнойова рідота	Гіперфосфат, кісткове борошно, водоростевий фосфат, висушений курячий або перепелиний послід, томасфосфат
Калій (К)	Підсилює ріст, підвищує міцність клітинної тканини, стійкість до холоду й опірність рослин до інших несприятливих факторів	Поганий ріст, фарбування листової облямівки в жовто-червоний колір, погіршення смакових якостей овочів і фруктів	Поганий ріст і врожай	Будь-які екскременти тварин, особливо гнойова рідота, деревна зола, гранітний пил, окремі види базальтового пилу, компост із листя, папороті й окопника аптечного, природні калійні соки	Калімагнезія (26 % калію, 5 % магнію), деревна зола, окремі види базальтового пилу
Кальцій (Са)	Активізує діяльність ґрунтових організмів, усуває кислотність, важливий для міцності рослинної тканини	Висока кислотність ґрунту, погана структура, низькі врожаї поганої якості	Швидке розкладання гумусу, потрібне додаткове внесення органічного матеріалу в більших кількостях, занадто висока кислотність ґрунту	Доломіт, мармур, водоростевий вапняк, крейда	Вапняний туф, водоростевий вапняк, мелений томасшлак



Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Магній (Mg)	Активізує діяльність ензимів при утворенні білка, важлива складова частина хлорофіла	Висока кислотність ґрунту, низькі врожаї низької якості		Деревна зола, серпентиніт, водоростеві продукти	Калімагнезія, продукти з водоростей

Живильний елемент Калій (K), Кальцій (Ca), Магній (Mg). Мікроелементи, необхідні для рослин – це мідь, бор, марганець, молібден, кобальт, цинк і ін. Тому що кількість мікродобрив, внесених на 1 га, дуже невелика, то їх самостійно не вносять, а для рівномірного розподілу в ґрунті змішують перед внесенням з іншими добривами або із сухою землею, піском, золою, сухим торфом.

Вапняні добрива застосовуються для усунення кислотності ґрунту, шкідливої як для самих рослин, так і для ґрунтових бактерій. До складу підгрупи вапняних добрив входять вапно, вапнякове борошно, доломітове борошно, сланцева й торф'яна зола, цементний пил. Всі вапняні добрива залежно від помелу й вмісту вологи діляться на дві групи: пилоподібні й слабопилоподібні. Для кожної групи – свій спосіб внесення в ґрунт. Їх нерідко використовують у суміші із гноєм або компостом.

Складні мінеральні добрива виготовляє хімічна промисловість. Вони можуть бути твердими й рідкими. Тверді – амонізований суперфосфат, амофос, діамфос, калійна селітра, потазот (хлористий калій і амоній), нітрофоска, азофоска (повні мінеральні добрива). З рідких добрив випускаються рідкі комплексні добрива (ЖКУ марок 10-34-0, 8-24-0 і 11-37-0), розчин карбаміду й аміачної селітри (КАС-28, КАС-30 і КАС-32), рідкий і водний аміак.

Суміші мінеральних добрив можна виготовити в господарствах, якщо дотримуватися певної схеми. Не можна змішувати будь-які селітри із суперфосфатом (виходить сира мастка суміш) і аміачне добриво з томасшлаком (губиться багато аміаку). Аміачну селітру можна змішувати із суперфосфатом тільки після його нейтралізації золою, гашеним вапном, крейдою, вапняком. Спочатку суперфосфат змішують із цими речовинами, а потім із селітрою [6]

Розроблено процес рідкого тукозмішання, у результаті якого можна приготувати розчини суспензій із заданим співвідношенням живильних речовин. Якість сумішей добрив, приготованих з урахуванням правил змішування, не погіршується, і їх можна вносити



в ґрунт машинами.

Норми внесення добрив залежать від їхнього виду, вмісту діючої речовини, родючості ґрунту, часу й способу внесення, виду сільськогосподарських культур та ін.

Тверді органічні добрива вносять із розрахунку на 1 га: гною при суцільному внесенні 30...40 т, при місцевому – 10...15, торфофекалій – 15...30, гнойової рідоти – 3...5 т, пташиного посліду сухого - 8...10 ц, рідкого – 3...5 ц, компосту – до 20 т, торфомінерально-аміачного добрива (ТМАУ) – звичайного до 40 т, концентрованого – 5...10 т. Для родючих чорноземних ґрунтів ці норми можуть бути зменшені вдвічі.

Межі коливань кількості живильної речовини, внесеного під певну культуру, відносно невеликі, а норми внесення того або іншого добрива на гектар набагато більше, що пояснюється вмістом живильної речовини у добриві. Приблизні норми внесення добрив при різних способах наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Норми внесення деяких мінеральних добрив

Добрива	Норми добрив, ц/га		
	Розкидне внесення (основне)	Рядкове внесення	Гніздове внесення
Сульфат амонію	0,3...3,0	0,5...2,0	0,4...2,0
Аміачна селітра	0,7...2,0	0,4...1,0	0,4...1,0
Суперфосфат	1,5...4,0	0,6...1,5	0,5...1,5
Хлористий калій	0,5...1,5	0,2...1,2	0,2...0,6
Зола	6,0...10,0	До 3,0	-
Вапно	20,0...60,0	-	3,0...11,0

При експлуатації машин для внесення в ґрунт рідких азотних добрив необхідно знати їхню щільність і питомий об'єм (таблиця 3)

Таблиця 3

Щільність і питомий об'єм рідких азотних добрив

Показники	Безводний аміак	Аміакати	Водний аміак (25 %)
Щільність при температурі 15°C, кг/м ³	0,630	1,075...1,240	0,910
Питомий об'єм, м ³ /кг	1,587	0,930...0,806	1,099
Вміст азоту в 1 м ³ , кг	518,3	275.....400	186,6

Мікродобрива вносять у ґрунт у наступних кількостях: бор у вигляді бури, борної руди та ін. – 1...1,5 кг/га, мідь у вигляді піритних



недогарків – 5...8 ц/га, а у вигляді мідного купоросу – від 20 до 25 кг/га, марганець у вигляді шламів і марганезованного суперфосфату – 0,5...2 ц/га, у вигляді сірчаноокислого марганцю – від 10 до 15 кг/га, молибден у вигляді молибденоокислого амонію – 25 м на 1 ц насіння, цинк у вигляді сірчаноокислого цинку (для позакореневої підгодівлі) – 5...10 кг/га.

Вапно вносять у кількості від 2 до 5...7 т/га, а якщо його в господарстві мало, то вроздріб, малими дозами – 0,5...1,5 т/га. Норма внесення сланцевої й торф'яної золи 4...6 т/га. У зазначених кількостях вапно потрібно вносити один раз в 10...12 років.

Органомінеральні суміші під зернові культури вносять 5...6 т/га, а під кукурудзу, цукровий буряк, овочі й інші просапні – до 10...15 т/га. Важливою умовою одержань високих урожаїв є одночасне застосування органічних і мінеральних добрив.

Наукові дослідження й багаторічна практика вирощування сільськогосподарських культур доводять доцільність дробового внесення добрив не в один, а в кілька строків.

Розрізняють основне, стартове й підгодовче внесення добрив. При основному використовують близько 60 %, стартовому 20 % і підгодовчому 20 % загальної кількості добрив, запланованого під культуру в сівозміні.

У сівозміні добривами в першу чергу забезпечують провідні культури (озима пшениця, цукровий буряк, картопля тощо), інші використовують їхню післядію.

Основне добриво служить головним джерелом живлення рослин і забезпечує їх протягом всієї вегетації. Його вносять під глибоку оранку восени або навесні при підйомі раннього пару.

Як основне добриво використовують гній, компости, різні сидерати й інші органічні матеріали [7–10]. З мінеральних вносять фосфорні й калійні добрива. Нітратні форми азотних добрив легко вимиваються, тому їх краще використовувати незадовго до посіву, а амонійні й аміачні форми (сульфат амонію, сечовина, аміачна вода) добре поглинаються ґрунтом, їх можна вносити і як основне добриво з осені.

Основне добриво підвищує врожаї не тільки першої культури, але й наступних. Гній, внесений з розрахунку 20...30 т на 1 га, діє 4...7 років і більше залежно від його якості й дози, агротехніки, ґрунтових умов. Приблизно стільки ж часу діють і гарні компости. Вплив мінеральних добрив спостерігається до трьох років, що також залежить від ґрунтових умов і доз внесення туків [11].

За характером розміщення добрив щодо поверхні ґрунту розрізняють поверхнєве й внутрішньогрунтове, котре може бути як суцільним, так і локальним.



Поверхнєве суцільне внесення припускає рівномірний розподіл добрив по поверхні ґрунту туковими сівалками, сільськогосподарською авіацією, машинами для поверхневого внесення твердих і рідких мінеральних і органічних добрив.

При поверхневому локальному внесенні добрива розкидають на поверхні ґрунту концентрованими осередками, переважно у вигляді стрічок різної ширини, після чого зашпаровують у ґрунт різними ґрунтообробними знаряддями. Не забитими добрива залишаються тільки при підгодівлі посівів сільськогосподарських культур, а також косовиць і пасовищ.

При внутрішньогрунтовому внесенні добрива зашпаровують різними вогнищами на задану глибину, при внутрішньогрунтовому суцільному – з одночасним перемішуванням добрив і певного обсягу ґрунту за один прохід машини.

Рідкі мінеральні добрива можуть вноситися також у вигляді повітряно-аерозольних сумішей, що має свої позитивні сторони. Внесене безпосередньо в шар ґрунту повітря виконує одночасно кілька функцій: розширює міжґрунтовий простір, разносячи живильні речовини по порах, знижує концентрацію добрив, одночасно примусово аерує ґрунт. Аерозольна суміш не робить механічних впливів на кореневу систему рослин (при внесенні добрив разом з міжрядною обробкою), а зона її поширення в ґрунті в кілька разів більше, ніж при звичайному локальному внесенні добрив. При аерозольному способі внесення в 1,3...1,5 рази підвищується коефіцієнт використання добрив, виключається строкатість травостою, на 15 % підвищується збільшення врожаю в порівнянні з поверхневим способом і на 8 % – локально-стрічковим.

Недоліком *поверхневого суцільного* внесення мінеральних добрив є зайва витрата при посіві. Однак ці способи добре використовують при основній і передпосівній обробці ґрунту.

При *поверхневому локальному* внесенні добрива, на відміну від попереднього способу, добрива вносяться у вигляді стрічок різної ширини, що робить не бажаним його використання при основній і передпосівній обробці ґрунту. Використовується при підгодівлі рослин.

Внутрішньогрунтове внесення добрив не дозволяє використати даний метод при підгодівлі рослин, а також робить небажаним використання при основній обробці ґрунту. Цей спосіб є оптимальним при посіві.

В умовах сучасної економічної політики у фермерських господарствах найбільш раціональним є *локальне* внесення рідких добрив. Воно дозволяє збільшити врожай зернових культур у середньому на 2...5 ц/га, картоплі – 20...50, кормових і силосних



культур – 20...40, насіння соняшника й сої – на 2...3 ц/га. Крім того, на 10...15% підвищується коефіцієнт використання живильних речовин добрив, скорочуються їхні втрати із ґрунту й засміченість посівів.

Локальне внесення може бути як поверхневим, так і внутрішньогрунтовим.

Прийоми *поверхневого локального внесення* різноманітні, але модифікації його досліджені поки недостатньо, щоб повсюдно застосовувати їх з максимальним ефектом. Найбільш докладно в нашій країні й за кордоном вивчений *стрічковий спосіб*.

Установлено, що ґрунт, що оточує стрічку добрив, сильно насичується живильними речовинами. При дозах добрив 50...100 кг/га концентрація рухливого фосфору в ній може досягати 600 мг, амонійного азоту й обмінного калію – 200 мг на 100 м ґрунту.

Ефективність стрічкового способу внесення добрив відображена в таблиці 4.

Висока концентрація солей у стрічці добрив визначає специфічний характер взаємодії їх із ґрунтом і коріннями рослин. Фосфор довше зберігається в рухливому стані. Калій і амонійний азот менше піддаються необмінній фіксації ґрунтом. Навколо стрічки добрив зростає осмотичний тиск і різко змінюється рН ґрунтового розчину, тим самим створюються несприятливі умови для життєдіяльності ґрунтової мікрофлори. У результаті живильні речовини менше зв'язуються мікроорганізмами, уповільнено протікає нітрифікація амонійного азоту.

Таблиця 4

Вплив способів внесення добрив на врожайність сільськогосподарських культур, (доза добрив: N₄₀ P₆₀ K₄₀), ц/га

Варіанти	Ячмінь	Кукурудза	Соняшник	Озима пшениця	Просо
Без добрива	15,1	28,2	18,2	24,0	21,6
НРК врозкид під плуг	+5,1	+4,3	+3,1	+7,3	+5,5
НРК врозкид під культиватор	+6,1	+3,8	+2,5	+7,4	+6,9
НРК стрічками перед посівом	+7,9	+5,3	+4,4	+10,0	+9,1

Стрічкове внесення добрив обумовлює диференціацію функцій окремих ділянок кореневої системи рослин. Стрічка добрив пронизується й переплітається густою сіткою коріння і корневих волосків. Ця невелика по обсягу частина кореневої системи забезпечує інтенсивне надходження живильних речовин у рослини. Корінь, розташований між стрічками добрив, проникає глибоко в підґрунті



обріі й постачає рослини вологою. При розкидному ж внесенні добрив всі коріння розвиваються переважно в удобреному шарі. У пошуках харчування рослини непродуктивно витрачають енергетичні ресурси на формування великої кореневої системи на шкоду продуктивним надземним органам.

До стрічкового внесення добрив пред'являється ряд специфічних вимог. Насамперед, висококонцентровані стрічки добрив не можна розташовувати в контакті з насінням або занадто близько до нього. Неприпустимо й надмірне віддалення стрічок добрив від насіння або поділ їх більшими інтервалами. Залежно від глибини внесення, рівномірності розташування часток добрива, відстані між місцем внесення й місцем знаходження активної частини кореневої системи добриво може або виявитися досить ефективним, або не дати ніякого збільшення врожаю, а то й знизити його стосовно контролю.

До основних способів *внутрішньогрунтового локального* внесення добрив відносять *рядковий, основний (стрічковий) і гніздовий, міжрядний, кореневу підгодівлю, локально-об'ємний спосіб і ін.*

Рядковий спосіб забезпечує внесення стартової дози переважно мінеральних фосфорних добрив при посіві або посадці сільськогосподарських культур разом з насінням або на певній відстані від нього.

При *стрічковому способі* основну дозу мінеральних добрив вносять у ґрунт у вигляді суцільних або переривчастих стрічок шириною 3...10 см. По строках виконання розрізняють допосівне й припосівне стрічкове внесення добрив. Різновид стрічкового внесення – екранний, при якому основну дозу добрив вносять на певну глибину стрічками у вигляді суцільного екрана. Його проводять звичайно одночасно із плоскорізною обробкою ґрунту.

Гніздовий спосіб передбачає внесення основної дози добрив концентрованими осередками (гніздами) різних форм і розмірів, орієнтованими щодо насіння (бульб) або рослин (розсади).

При *міжрядній підгодівлі* добрива вносять стрічками або об'ємними стрічками (рідкі мінеральні добрива, безводний і водний аміак, розчини й суспензії й ін.) під тиском, при якому вони поширюються на певну відстань від місця внесення у вигляді об'ємних стрічок різних форм і розмірів у міжряддя просапних культур у період вегетації.

Коренева підгодівля припускає внесення добрив (переважно азотних) стрічками на певну глибину поперек рядків рослин навесні на посівах озимих зернових культур [4].

Висновок. На підставі результатів аналізу різних технологій внесення добрив оптимальними технологіями є *локальне поверхневе та внутрішньогрунтове* внесення рідких мінеральних добрив.



Список використаних джерел

1. Skliar O., Boltianska N. Basic methods of preparation of organic fertilizer from quail manure. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: мат. III Міжнар. наук.-практ. інт.-конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2021 С. 168–171.
2. Luo, J. et al. Application of bio-organic fertilizer significantly affected fungal diversity of soils. *Soil Science Society of America Journal* 74, 2039 (2010).
3. Misselbrook T., Bittman S., Cordovil C., Rees B., Sylvester-Bradley R., Olesen J., Vallejo A. Field application of organic and inorganic fertilizers and manure. Discussion at the workshop on integrated sustainable nitrogen management, Brussels 30 September – 1 October 2019. URL: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/field_application_of_organic_and_inorganic_fertilizers_23sep19.pdf
4. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система застосування добрив. К.: Вища школа, 2002. 317 с.
5. Pare M. C., Allaire S. E., Khiari L., Parent L.-E. Improving physical properties of organo-mineral fertilizers: substitution of peat by pig slurry composts. *Applied Engineering in Agriculture*. Vol. 26(3): 447–454 E 2010 American Society of Agricultural and Biological Engineers ISSN 0883-8542
6. Simpson R. J. et al. Strategies and agronomic interventions to improve the phosphorus-use efficiency of farming systems. *Plant and Soil* 349, 89–120 (2011).
7. Комар А.С. Щодо утилізації органічних відходів тваринництва. Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: мат. II Всеукраїн. наук.-практ. інт.-конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 74–76.
8. Болтянська Н. І. Варіанти застосування безпідстилкового перепелиного посліду як добрива. Матеріали МНПК «Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв». Харків: ДБТУ, 2021. С. 475–478.
9. Комар А. С. Основні способи переробки перепелиного посліду в органічне добриво. Збірн. тез доповідей XXII Міжнар. наук. конф. «Сучасні проблеми землеробської механіки». Київ. Ніжин. 2021. С. 76–79.
10. Комар А. С. Цінне органічне добриво з відходів птахівництва та рослинництва. Мат. XV Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених «Науковий прогрес у тваринництві та птахівництві». Харків: Інститут тваринництва НААН. 2021. С. 60–63.
11. Adesemoye A. O. & Kloepper J. W. Plant–microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Applied Microbiology and Biotechnology* 85, 2009. P. 1–12.

Стаття надійшла до редакції 11.02.2022 р.



V. Didur¹, O. Viunyk², A. Komar²

¹Uman National University of Horticulture

² Dmytro Motornyi Tavriya State Agrotechnological University

ANALYSIS OF METHODS OF FERTILIZER APPLICATION

Summary

The development of agricultural farms is inextricably linked to the chemicalization of agriculture. In modern conditions, with the ever-increasing cost of fertilizers against the background of growing demands on the quality of products and the use of environmentally friendly technologies for crop production, the question of choosing rational methods of fertilizer application is particularly acute. All applied fertilizers can be divided into two groups – organic and mineral. Organic fertilizers of animal or vegetable origin are often called complete because they contain three basic plant nutrients: nitrogen, phosphoric acid and potassium oxide. Bacterial and green manures (green) also belong to the group of organic fertilizers. Methods of application of mineral and organic fertilizers differ depending on their type and form, timing of application, purpose, form and nature of the location of nutrient cells in the soil. Scientific research and long-term practice of growing crops prove the feasibility of fractional application of fertilizers not in one but in several terms. There are basic, initial and preparatory fertilization. At the basic application use about is 60 %, initial is 20 % and preparatory is 20 % of the total amount of fertilizers planned for crop rotation. In crop rotation, fertilizers are primarily provided by leading crops (winter wheat, sugar beet, potatoes, etc.), while others use their aftereffects. The basic fertilizer is the main source of nutrition for plants and provides them throughout the growing season. It is applied under deep plowing in autumn or spring when raising early steam. According to the nature of the placement of fertilizers relative to the soil surface, a distinction is made between surface and intrasoil, which can be both continuous and local. The paper analyzes various methods and technologies of fertilizing the soil; determining the optimal.

Keywords: fertilizer, nutrient, method of application, application rate, yield, analysis.

**ЗМІСТ****ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ**

- Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А., Волошин А. А.* 1
Вплив конструктивних особливостей розподільної системи планетарного гідромотору на зміну його функціональних параметрів
- Дідур В. В., В'юник О. В., Комар А. С.* 2
Аналіз способів внесення добрив
- Федоров В. Г., Кенко О. І., Кенко В. М.* 3
Автоматизація транзитного калориметра для комплексного вимірювання основних теплофізичних характеристик молочних продуктів
- Бондаренко Л. Ю., Вершков О. О.* 4
Розроблення системи крапельного зрошення насаджень черешні в ТОВ «САН МІЛЕТ»
- Скляр Р. В., Болтянський Б. В.* 5
Моделювання та оптимізація раціону годування дійних корів у зимовий період
- Шокарев О. М., Шегеда К. О., Болтянський Б. В., Шокарев О. О.* 6
Різальні пристрої для збирання незернової частини врожаю при комбайновому збиранні зернових культур методом обчисування рослин на корені
- Скляр О. Г., Скляр Р. В., Шокарев О. М., Сиротюк С. В.* 7
Забезпечення довговічності основних деталей гомогенізаторів молочних продуктів
- Дашивець Г. І., Бондар А. М., В'юник О. В.* 8
Вплив рівня інженерної підготовки виробництва на якість ремонту машин
- Ковальов О. О., Самойчук К. О., Фучаджи Н. О., Паляничка Н. О.* 9
Оцінка перспектив розвитку молочних автоматів і економічної ефективності їх оснащення гомогенізаторами
- Самойчук К. О., Лебідь М. Р., Ломейко О. П.* 10
Аналітичне визначення продуктивності протиточної головки гомогенізатора



- Банга В. І.* 11
Результати експерименту факторів, що впливають на продуктивність індивідуального дозатора комбікормів

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

- Боковець С. П., Перцевої Ф. В.* 12
Дослідження динамічної в'язкості начинки для виробництва батончиків шоколадних
- Самойчук К. О.* 13
Методика оцінювання якості гомогенізації молочної емульсії
- Самілик М. М., Цинь Сюаньсуань, Болгова Н. В.* 14
Розширення асортименту кисломолочних напоїв з підвищеною біологічною цінністю
- Крижак Л. М.* 15
Ультразвукові технології у харчовій промисловості
- Тарасенко В. Г., Фучаджи Н. О., Червоткіна О. О.* 16
Удосконалення способу охолодження напоїв
- Пахомська О. В.* 17
Історія розвитку кейтеринг індустрії – від минулого в майбутнє

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

- Вовк О. Ю., Квітка С. О.* 18
Ресурсозберігаюче керування навантаженням асинхронних електродвигунів насосних установок в умовах зниження живлячої напруги

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

- Дьоміна Н. А., Морозов М. В.* 19
Комп'ютерне моделювання у супутниковій геодезії та автоматизація вимірювань
- Дяденчук А. Ф., Філіпович Є. В.* 20
Моделювання функціональних характеристик сонячних елементів на основі ZnO і TiO₂



<i>Костенко С. М., Маяк О. А., Федак Н. В.</i> Системний аналіз як інструмент сучасного інжинірингу	21
<i>Гавриленко Є. А., Холодняк Ю. В., Мірошниченко М. Ю.</i> Алгоритм моделювання одновимірних обводів за заданими умовами	22
<i>Івженко О. В., Антонова Г. В.</i> Реверс інжиніринг та виготовлення складної тривимірної поверхні	23
<i>Мацулевич І. Є., Гавриленко Є. А., Холодняк Ю. В., Чаплінський А. П.</i> Отримання мастер-моделі з восківки методом лиття	24

Електронне наукове фахове видання

Науковий вісник
Таврійського державного агротехнологічного університету

Випуск 12, том 1.

Відповідальний за випуск – к.т.н., професор Скляр О. Г.

Комп'ютерна верстка: Комар А. С.

Підписано до друку 10 травня 2022 р.
Друкарня ТДАТУ
12,17 умов. друк. арк.