

Кутковецька Т.О.

Уманський національний університет садівництва

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ЯРУСНОГО ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

В статті проведені теоретичні дослідження щодо існуючих способів, технологій та технічних засобів для внесення мінеральних добрив, а також наведено конструкцію удосконаленого робочого органу для внутрішньогрунтового ярусного внесення добрив. В результаті виконаних досліджень нами було встановлено, що існують різні способи внесення мінеральних добрив, проте локальний внутрішньогрунтовий спосіб внесення є найефективнішим, так як сприяє кращому засвоєнню рослинами поживних речовин, що в результаті покращують ріст та розвиток кореневої системи культурних рослин. Визначено, що на сьогодні існує достатня кількість агрегатів для внесення мінеральних добрив у ґрунт за різними способами та технологіями і найбільш високою продуктивністю відзначені машини, що застосовуються за технологією поверхневого внесення. Але, в такій технології є недоліки, так як добрива нерівномірно розподіляються по поверхні ґрунту та вимиваються поживні речовини. А це є важливим показником у вирощуванні сільськогосподарських культур, тому що рівномірність внесення добрив впливає на нормальний ріст і розвиток рослин, а в подальшому на врожайність. Щоб отримати хороший вплив добрив на рослини, нами запропоновано вносити добрива ярусно в ґрунт. Для такої технології наведено удосконалену конструкцію робочого органу для внесення добрив. За результатами досліджень визначено, що запропоноване розміщення плоскорізальних лоп на стійці культиватора-удобрювача дозволяє ярусно вносити добрива та рівномірно розподіляти їх по всій ширині захвату робочих органів. При цьому, пропонується вносити добрива у ґрунт пошарово, на різні глибини у два або три шари. При двошарових технологіях внесення мінеральних добрив витрати на практичне виконання машинами, можуть бути знижені на третину, а конструктивне рішення її може бути більш спрощеним. Перевагою даного технічного рішення є те, що окрім якісного рівномірного розподілення добрив у ґрунті, за допомогою запропонованої конструкції робочих органів зменшується їх тяговий опір, немає розвальних борозен і високих гребенів.

Ключові слова: робочі органи, ярусне внутрішньогрунтове внесення, мінеральні добрива, культиватор-удобрювач, агрегати.

Постановка проблеми. Ефективність вирощування сільськогосподарських культур забезпечується за рахунок впровадження нових технологій, способів організації праці та розвитку агрохімії. Одним із факторів, що впливають на зростання обсягів виробництва сільськогосподарських культур є родючість ґрунту. Тому, основною задачею багатьох країн є покращення родючості ґрунту. Для росту рослин необхідні: вода, світло і поживні речовини, які знаходяться в ґрунті, але їх може бути недостатньо, отже потрібне використання різних мінеральних добрив.

Огляд використання сільськогосподарської техніки показав, що на ринку відсутня техніка для внутрішньогрунтового ярусного внесення мінеральних добрив під зернові культури. На сьогодні використовується техніка та технології не в повній мірі виконують агротехнічні вимоги відносно рівномірності висіву добрив [2, с. 13].

При мінімальній і нульовій технологіях посіву зернових культур відсутній технологічний процес внесення основної дози мінеральних добрив. Це призводить до зниження вмісту поживних речовин в шарі ґрунту, в якому знаходиться коренева система культурних рослин, та його ущільнення. Багаточисленні дослідження показали, що із збільшення щільності ґрунту в порівнянні з оптимальним на 0,1–0,3 г/см³, призводить до зниження урожайності на 20–40 %. Також встановлено, що наявність і вміст поживних речовин по горизонтах ґрунту відрізняються та убувають із збільшенням глибини [4, с. 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенню питань, що пов'язані з удосконаленням технічних засобів для внесення мінеральних добрив присвячені роботи В.В. Гамаюнова [1, с. 234], О.А. Коваленка [1, с. 236], В.В. Медведєва [3, с. 89], О.П. Непочатова [3, с. 100],

В.М. Сало [2, с. 14] та ін. У зв'язку із тим, що на сьогодні немає технічних засобів для внутрішньогрунтового ярусного внесення основної дози мінеральних добрив виникає потреба у розробці такого робочого органу. Тому, дана проблема є актуальною та має важливе значення для розвитку аграрного сектору країни.

Постановка завдання. Мета роботи полягає в проведенні досліджень щодо існуючих способів і технічних засобів для внесення мінеральних добрив та удосконалення робочого органу для внутрішньогрунтового ярусного їх внесення.

Виклад основного матеріалу. Високі врожаї зернових культур можливі за умови забезпечення їх повноцінним підживленням. Для розвитку та зростання рослин необхідні світло, тепло, вода та поживні речовини. У складі культур міститься близько 70 хімічних елементів. Головні серед них вуглець, кисень та водень. Наступними за значимістю для рослин елементами є азот, фосфор та калій. Забезпечення сільськогосподарських культур елементами поживних речовин відповідно до їх біологічних потреб у певних ґрунтово-кліматичних умовах потребує застосування різних способів внесення добрив [9; 10].

На сьогодні існують такі способи внесення добрив, це: поверхневий, розкидний (суцільний), поверхнево-локальний, внутрішньогрунтовий, локально внутрішньогрунтовий [5].

Провівши дослідження можна виділити основні фактори, згідно з якими локальний спосіб внесення добрив має переваги:

- добрива, внесені в 1,5–2 рази глибше за глибину посіву насіння, що знаходяться в зоні гарантованого зволоження, швидше перехоплюються кореневими системами і тривалий час засвоюються рослинами;

- зменшення площі контакту фосфорних добрив із ґрунтом підвищує рухливість фосфатів та доступність їх до рослин.

Локальне внесення добрив в порівнянні з розкидним значно підвищує рівень їх використання: азоту – на 10–15 %, фосфору – на 5–10 %, кальцію – на 10–12 %, та створює передумови для зниження норми їх внесення на 25–30 % [2].

Локальне внесення добрив дозволяє збільшити урожайність культур, ц/га: зернових – на 2–5 %; картоплі – на 20–50 %; овочевих, кормових та силосних – на 20–40 %; соняшнику, сої – на 2–3 %. Крім того, за такого способу внесення добрив зменшується забруднення навколишнього природного середовища [2].

Ефективність цього способу значною мірою залежить від наступних факторів: рівня родючості ґрунтів, їх гранулометричного складу, вологозабезпеченості, біологічних особливостей культур, форм, видів та норм добрив, параметрів розміщення їх у ґрунті, тощо. Ефективність локалізації різко зростає при: застосуванні знижених доз добрив; завчасне внесення добрив (особливо восени) в нестійкому режимі зволоження; наявності у ґрунті рослинних залишків; підвищеної засміченості полів. Проте, систематичне щорічне стрічкове внесення середніх і високих норм добрив знижує їх результативність [2].

Особливе значення при локальному внутрішньогрунтовому внесенні має глибина загортання добрив. Наукові дослідження, проведені в різних зональних ґрунтах, встановили, що в залежності від виду сільськогосподарських культур глибина загортання добрив варіює в межах від 5–6 до 15–20 см, при цьому ґрунтовий прошарок між насінням і добривами становить 2–7 см.

Локальне внутрішньогрунтове розташування добрив нижче насіння сприяє більш інтенсивному розвитку кореневої системи та глибокому їх проникненню в нижчі шари ґрунту.

У різних країнах світу існують свої технології внесення добрива. Так, у Швеції встановлено рівнозначну ефективність розташування стрічки добрив при посіві зернових культур у кожне міжряддя та через міжряддя, що дозволяє вдвічі скоротити кількість тукових сошників, зменшити тяговий опір та металомісткість сівалки [6].

У Великобританії для культур з широкорядним посівом дотримуються схеми розташування стрічки мінеральних добрив на відстані 5 см з боку рядка рослин і на 2,5 см глибше за них.

У Німеччині після багаторічних дослідів внесення добрив під кукурудзу дійшли висновку про доцільність розташування стрічки добрив на 5 см у бік та в глибину від ряду рослин, що дало збільшення врожаю зерна порівняно з поверхневим внесенням 7,9 ц/га.

Якщо безпосередньо розглядати заводи виробники машин та обладнання для внесення добрив, то на свою увагу заслуговує фірма Vaderstad. Компанія пропонує технологію посіву з мінімальним обробітком ґрунту та різними схемами взаємного розташування насіння та добрив (рис. 1) [7].

При першій, мінеральні добрива закладають у ряд між двома рядами насіння на відстані від насіння 6–7 см і глибиною внесення на 2–3 см нижче за рівень загортання насіння. При другій, мінеральні добрива вносять у стрічки на гли-

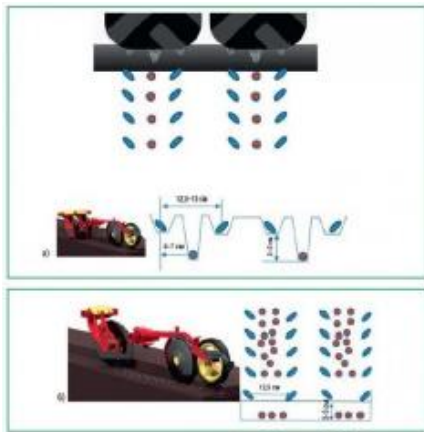


Рис. 1. Технологія внесення добрив фірми Vaderstad



Рис. 2. Сівалка марки Rapid з висівними системами Spirit 400С



Рис. 3. Глибокорозпушувач ГРС 2.0



Рис. 4. Лапа глибокорозпушувача ГРС 2.0

бину 2–3 см нижче за рівень посіву між рядками насіння, закладають з міжрядною відстанню 12,5 см. Зазначену технологію реалізують механічними сівалками марки Rapid та сівалками з централізованими пневмомеханічними висівними системами Spirit 400С (рис. 2).

Сівалка – напівпричіпна. На центральній рамі встановлені комбінований бункер для насіння та добрив, дозатори, вентилятор та пневмопроводи з двома розподільними головками. Одна з них розподіляє добрива, які по тукопроводах транспортуються стисненим повітрям під диски дворядного дискатора, який суцільно обробляє ґрунт на глибину від 3 до 6 см. За дискатором йдуть пневматичні колеса, які ущільнюють розпушений дискатором ґрунт і готують посівне ложе з потрібною щільністю ґрунту 9–11 г/см³.

Недоліками цієї технології є те, що добрива перебувають на поверхневому шарі ґрунту 3–6 см тому, поживні речовини можуть вимиватися і переміщатися в результаті водної або вітрової дифузії.

Певні досягнення у виробництві техніки для внесення мінеральних добрив є й у нашій країні. Наприклад, українська компанія з міста Одеса «Велес-Агро», розробила додаткову функцію комплектації глибокорозпушувача, систему глибокого внесення добрив, одночасно при обробі ґрунту (рис. 3) [8].

Дана функція дозволяє робити внесення гранульованих мінеральних добрив з регулюванням глибини загортання 250×400 мм. Таке внесення дозволяє рослинам у середній фазі свого розвитку розвивати кореневу систему на глибину залягання добрив.

При внесенні добрив глибокорозпушувачем коренева система рослин розвивається на глибину 250х400 мм, що дозволяє їм набагато краще переносити період посухи, оскільки на такій глибині волога зберігається довше (рис. 4).

Недоліками даної техніки є те, що на сошнику (рис. 4) патрубкі та тукопровід перебувають на вразливому місці. При заглибленні в землю на відстань до 45 см, є висока ймовірність потрапити на камінь або твердий шар ґрунту, що призведе до деформації патрубків та тукопроводу, який сприятиме порушенню рівномірності висіву гранульованих мінеральних добрив у ґрунт.

На сьогодні не існує робочих органів, які зможуть покращувати родючість ґрунту та здатні виконати внутрішньогрунтове ярусне внесення мінеральних добрив. За принципом дії всі існуючі робочі органи для внутрішньогрунтового внесення мінеральних добрив можна розділити на три групи:

– робочі органи з пасивними розкидачами із використанням енергії вільного падіння матеріалу, що висівається;

– робочі органи з активними розкидачами із використанням додаткового потоку енергій (трактора, тощо);

– робочі органи з пневморозкидачами.

Робочі органи, обладнані пасивними розкидачами, є найпростішими, надійнішими та універсальними. Розсів матеріалу заснований на принципі вільного вертикального падіння частинок мінерального добрива, і вільного польоту в просторі, утвореному черевиком плоскорізальної лапи і дном борозни [3, с. 87].

Існуючі робочі органи для внутрішньогрунтового внесення добрив не дозволяють ярусно вносити добрива та розподіляти їх по всій ширині захвату робочих органів. Тому, нами запропоновано удосконалену конструкцію робочого органу, який буде виконувати таке внесення добрив.

При внутрішньогрунтовому внесенні добрив водоспоживання рослин на одиницю продукції знизиться до 15 %. У зв'язку з цим таке внесення добрив слід вважати основним технологічним прийомом у стабілізації виробництва зерна в посушливих та напівпосушливих регіонах [4, с. 12]. При цьому, пропонується вносити добрива у ґрунт пошарово, на різні глибини у два або три шари.

При двошарових технологіях внесення мінеральних добрив витрати на практичне виконання машинами можуть бути знижені на третину, а конструктивне рішення її може бути більш спрощеним.

При ярусному внесенні мінеральних добрив у ґрунт можливі кілька варіантів розміщення плоскорізальних лап на стійці (рис. 5). На рис. 5, а) верхня лапа порівняно з нижньою зсунута назад.

Особливістю такого компоновання робочого органу є ефект затискання шару ґрунту, що розміщується нижньою лапою. Пояснюється це тим, що шар ґрунту, відірваний нижньою лапою, швидко зустрічається з верхнім, ще недоторканим горизонтом і верхньою лапою, які надають йому суттєву протидію. На наступному етапі розпушений шар ґрунту намагається втиснутися в проміжок між верхньою та нижньою лапами. Для цього йому необхідно знову стискатися до товщини, меншої за його початкову, так як відстань між лапами по вертикалі менша за товщину деформованого шару ґрунту. При цьому тяговий опір робочого органу інтенсивно посилиться, на обробленій поверхні поля з'являться великі розвальні борозни та високі гребені.

У зв'язку з вище викладеним пропонується компоновання робочого органу, представлене рис. 5, б). У цьому варіанті нижня лапа зсунута по відношенню до верхньої назад на відстань δ . Лінія руйнування шару ґрунту нижньою лапою на півдорозі до верхньої поверхні зустрічається з лінією, вже пройденію підшви верхньої лапи, а вище – вже розпушений ґрунт. Також шар ґрунту, відірваний нижньою лапою, не буде нікуди втискатися, тому що зверху вже розпушений верхньою лапою шар ґрунту. В результаті викладеного, тяговий опір робочого органу суттєво знизиться, розвальних борозен і високих гребенів має бути менше, тому, що нижня частина стійки, що має нахил назад, не підніматиме пухкий ґрунт вгору, навпаки, опускатиме його вниз.

Ескіз експериментального робочого органу наведено на рис. 6 та культиватора-удобрювача – на рис. 7.

Експериментальний культиватор-удобрювач складається з рами 1 з опорними колесами 2 і котками 3. На рамі зверху встановлений бункера 4

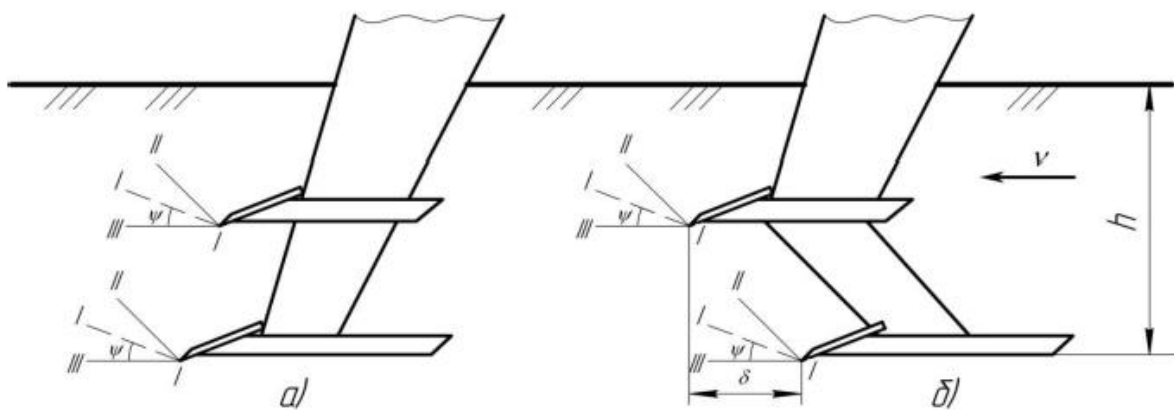


Рис. 5. Двошарове компоновання ґрунтообробного робочого органу

для насіння та добрив з тукопроводом 5. На рамі знизу встановлені експериментальні 2-х ярусні робочі органи 6 та гідравлічні циліндри 7 горизонтальний лінійний актуатор 8 безступінчастий редуктор 9.



Рис. 6. Модель експериментального робочого органу

Експериментальний зразок культиватор-удобрювач працює з системою точного землеробства та забезпечує внесення мінеральних добрив тільки в тих ділянках, які зазнають нестачі хімічних елементів, таких як фосфор Р, азот N, калій К й ін.

Висновки. Таким чином, із вище викладеного можна зробити висновки, що удосконалення робочого органу для внутрішньогрунтового ярусного внесення мінеральних добрив в сучасному виробництві є досить перспективним. Такі агрегати мають ряд переваг, а саме рівномірне розподілення добрив у різних шарах ґрунту, що сприяють хорошему росту й розвитку рослин. При цьому, відбувається менше шкідливих викидів в атмосферу та вимивання поживних речовин. Що стосується конструктивних переваг, то запропоноване розміщення плоскорізальних лап на стійці призводить до зменшення тягового опору робочого органу, розвальних борозен та високих гребенів.

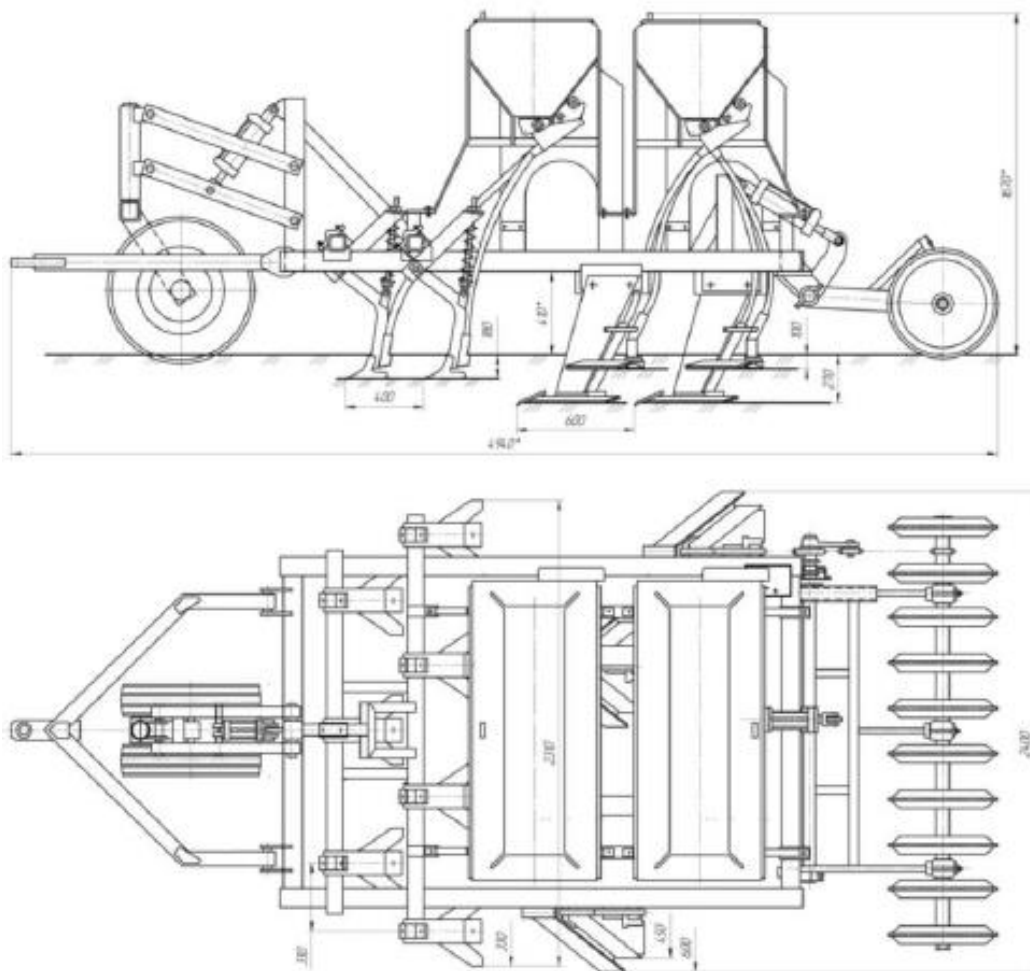


Рис. 7. Креслення експериментального зразка культиватора-удобрювача

Список літератури:

1. Гамаюнова В.В., Коваленко О.А., Хоненко Л.Г. Сучасні підходи до ведення землеробської галузі на засадах біологізації та ресурсозбереження : колективна монографія / за редакцією П.В. Писаренка, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб. Полтава : ПДАА, 2018. С. 232–241.
2. Дейкун В.А., Сало В.М., Васильковський О.М. Аналіз способів внесення мінеральних добрив. *Наукові записки*. Кіровоград, КНТУ. 2004. Вип. 5. С. 12–15.
3. Медведєв В.В. Фізичні та фізико – механічні властивості ґрунтів як основа для створення ґрунтоз-бережувальних знарядь і технологій обробітку. Міжвідомчий тематичний науковий збірник : *Агрохімія і ґрунтознавство*. Харків. 2014. С. 86–106.
4. Носко Б.С., Медведєв В.В., Непочатов О.П. Роль добрив у підвищенні ефективності землеробства в посушливих умовах. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 5. С. 11–15.
5. Способи внесення мінеральних добрив. вебсайт. URL: http://studbooks.net/76221/agropromyshlennost/sposoby_vneseniya_mineralnyh_udobreniy. (дата звернення 11.04.2024).
6. Статистика по добривах у країнах Східної Європи. вебсайт. URL: mineralnykh-udobrenie-v-raschete-na-edinitu-zemelnoj-13.html. (дата звернення 12.04.2024).
7. Техніка Vaderstad. вебсайт. URL: <https://technotorg.com/nashi-breendi/vaderstad/> (дата звернення 10.02.2024).
8. Техніка Велес-Агро. вебсайт. URL: <https://www.velesagro.com/>. (дата звернення 10.02.2024).
9. Baker J.L. A point-injector applicator to improve fertilizer management. *TRANSACTIONS of the ASAE*. 1989. V. 5. JVb3. P. 334.
10. Womak A.R. Probe-type Injector for Fluid Fertilizers. *TRANSACTIONS of the ASAE*. 1990. V. 6. № 2. P. 149.

Kutkovetska T.O. IMPROVEMENT OF THE WORKING ORGAN FOR INTERNAL SOIL LAYER IMPLEMENTATION MINERAL FERTILIZERS

The article carries out theoretical studies on the existing methods, technologies and technical means for applying mineral fertilizers, and also provides the design of an improved working body for in-soil tiered application of fertilizers. As a result of the conducted research, we found that there are different ways of applying mineral fertilizers, but the local in-soil application method is the most effective, as it contributes to a better assimilation of nutrients by plants, which, as a result, improves the growth and development of the root system of cultivated plants. It was determined that today there is a sufficient number of units for applying mineral fertilizers to the soil using various methods and technologies, and the machines used using surface application technology are noted to have the highest productivity. However, this technology has drawbacks, as fertilizers are unevenly distributed over the soil surface and nutrients are washed out. And this is an important indicator in the cultivation of agricultural crops, because the uniformity of fertilizer application affects the normal growth and development of plants, and later on the yield. In order to get a good effect of fertilizers on plants, we suggest applying fertilizers in layers in the soil. For this technology, an improved design of the working body for applying fertilizers is given. Based on the results of research, it was determined that the proposed placement of flat-cutting paws on the stand of the cultivator-fertilizer allows you to apply fertilizers in rows and distribute them evenly over the entire width of the working organs. At the same time, it is suggested to apply fertilizers to the soil layer by layer, at different depths in two or three layers. With two-layer technologies of applying mineral fertilizers, the cost of practical implementation by machines can be reduced by a third, and its constructive solution can be more simplified. The advantage of this technical solution is that, in addition to high-quality uniform distribution of fertilizers in the soil, with the help of the proposed design of the working bodies, their traction resistance is reduced, there are no rolling furrows and high ridges.

Key words: working bodies, tiered intrasoil application, mineral fertilizers, cultivator-fertilizer, aggregates.