

**Шевчук В.В.**

Уманський національний університет садівництва

**Кутковецька Т.О.**

Уманський національний університет садівництва

## АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ У САДІВНИЦТВІ

*У даній статті розглянуто різні технічні засоби для внесення добрив у садівництві, тому що ефективне виробництво продукції садівництва можливе лише за умови впровадження інтенсивних технологій, які передбачають використання високопродуктивних машин та дотримання всіх агротехнічних вимог виконання основних технологічних операцій. Серед таких операцій є і внесення добрив, якісне виконання якого дозволяє підвищити врожайність плодових культур у декілька разів. У роботі наведено різноманітні конструкторські рішення машин та агрегатів саме для внутрішньогрунтового внесення добрив у садівництві. Попри велику кількість машин для виконання таких робіт і наявність різних способів внесення, частина пристроїв не отримала широкого розповсюдження. Причиною цього є низка істотних недоліків, властивих кожному з таких способів. У пристроїв, що суміщають внесення добрив з обробитком ґрунту, недоліком є пошкодження кореневої системи рослин, у крокуючих і ротаційних пристроїв – складність конструкції, у позиційних – мала продуктивність, у пристроїв з гідропульсним внесенням рідини – високий тиск, що руйнує машину, а також проблема його забезпечення.*

*Завдяки проведеному аналізу встановлено, що одним із перспективних способів внутрішньогрунтового внесення добрив у садівництві є використання електрогідролічного ефекту для створення гідропульсних струменів. Електрогідролічний ефект полягає у підвищенні тиску рідини електричним розрядом. Застосування електрогідролічного ефекту сьогодні досить поширене, проте у даному випадку актуальними є пристрої, що забезпечують гідропульсні струмені з високою концентрацією енергії. Такий спосіб внесення добрив відповідає всім агротехнічним вимогам і має явні переваги щодо можливостей дистанційного регулювання глибини і дози внесення розчинів.*

**Ключові слова:** внесення добрив, засоби механізації, садівництво, технологічний процес, машини.

**Постановка проблеми.** Ефективне виробництво продукції садівництва можливе за умови впровадження інтенсивних технологій, які передбачають використання високопродуктивних машин та дотримання всіх агротехнічних вимог виконання основних технологічних операцій. Серед них – внесення добрив як одна із операцій, якісне виконання якої дозволяє підвищити врожайність плодових культур у декілька разів. Саме тому роботи зі створення та вдосконалення машин для внесення добрив і розробка технологій внесення з використанням нових машин є постійно актуальними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням внесення добрив у садах та використанням засобів механізації для даного виду робіт займалися такі науковці, як І.Б. Беренштейн [2, с. 29], Б.М. Козирев [4, с. 60], А.Д. Саблін [5, с. 89], В.А. Семенов [6, с. 55] та інші. Проте питання, що стосуються розробки нових технологій внесення добрив у садівництві,

завжди є актуальними. Вирішенню таких питань і присвячена наша стаття.

**Постановка завдання.** На основі літературних джерел та досліджень різних науковців необхідно провести аналіз перспективних машин та способів внутрішньогрунтового внесення добрив у садівництві.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Останнім часом було створено багато машин і пристосувань для внутрішньогрунтового внесення добрив, які можна розділити на два таких типи: безперервної і періодичної дії (Рис. 1) [2, с. 36].

Розглянемо основні види машин для внутрішньогрунтового внесення добрив. Наприклад, машина УОМ-50 призначена для глибокого розпушування ґрунту з одночасним внесенням органічно-мінеральних добрив вузькою стрічкою у міжряддях виноградників, розсадників і садів. Основний робочий орган машини – сошник, що призначений для утворення в ґрунті щілини і загорання добрив на глибину від 30 до 50 см.

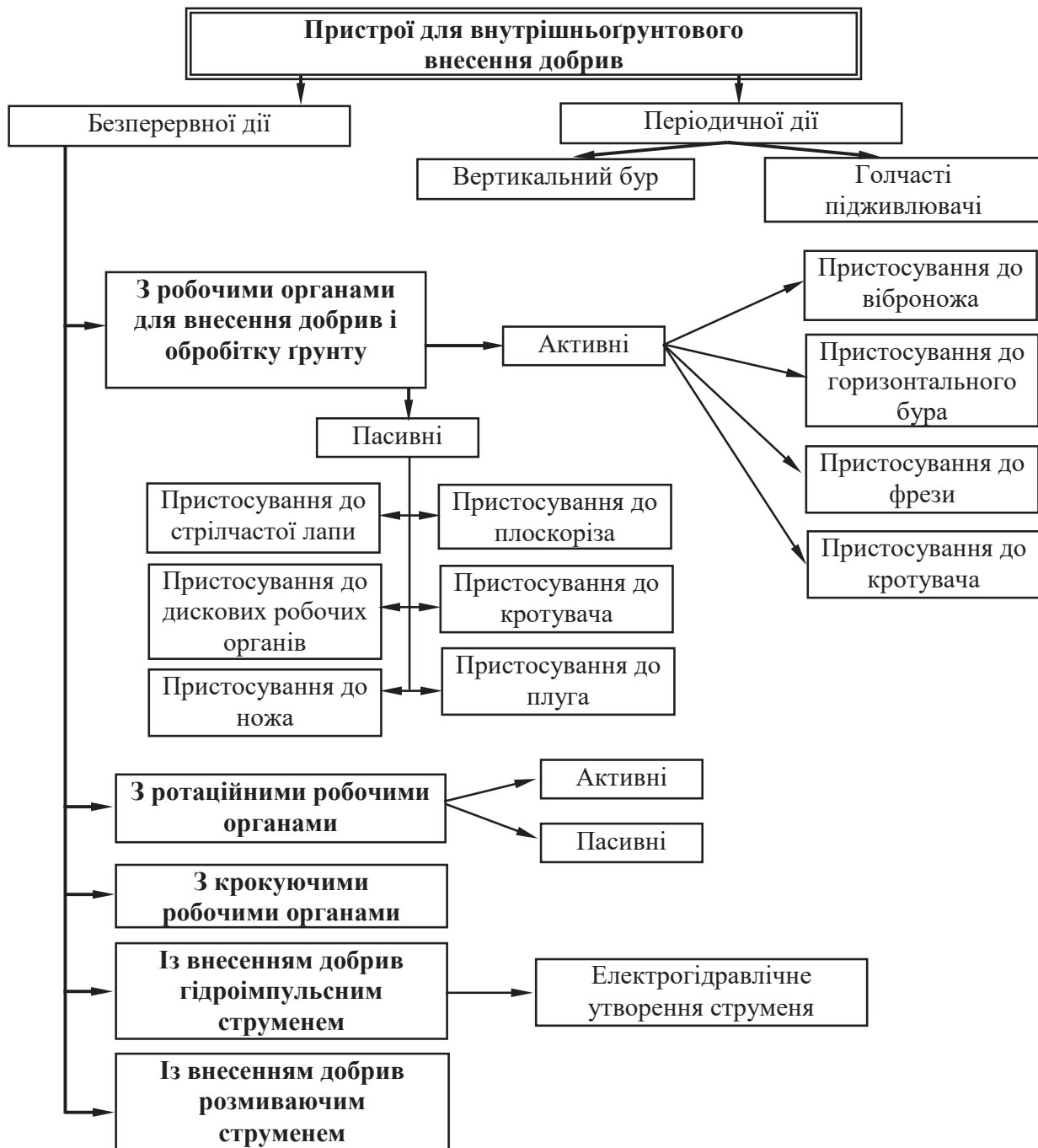


Рис. 1. Класифікація пристроїв для внутрішньогрунтового внесення добрив

Машиною УОМ-50 можна внести до 6 т мінеральних добрив на 1 га, продуктивність такої машини становить 0,7–2 га/год, місткість бункера – 2 м<sup>3</sup>.

Для збільшення ефекту від внутрішньогрунтового внесення добрив створено агрегат для пошарового внесення добрив на базі культиватора КВГ-3,6. За допомогою такого агрегату добрива вносяться в декілька шарів, завдяки чому збільшується доступність добрив до більшої кількості

коренів рослини. Максимальна глибина внесення добрив – 25 см, місткість бункера – 0,66 м<sup>3</sup>.

Для пошарового внесення рідких мінеральних добрив створена машина МЖУ-2,5. Підживлювальним пристосуванням машини є трубка із закріпленими на ній жиклерами, що забезпечують внесення робочої рідини до зони обробітку на глибину 10, 20 і 30 см. Місткість резервуара МЖУ-2,5 – 300 л, продуктивність – 0,6–1,0 га/год [4, с. 59].

Машина для внесення рідкого аміаку в садах МВАС-4 здійснює внесення 10-ма робочими органами на глибину 20–40 см, забезпечуючи при цьому продуктивність 2,0–3,5 га/год.

У Японії машина “STAR” моделі TSI 2200A здійснює внесення добрив на глибину 18–22 см розпушувачем зі стрілкою лапою, за стійкою якої розташований підвідний патрубок. Добрива подаються в утворювану щілину. Щоб вони не витікали на поверхню, позаду розпушувача встановлений ущільнюючий коток, а попереду розпушувача розташований дисковий ніж з активним приводом.

У США для внесення рідких добрив використовується розпушувач з дисковим ножом. Для подачі добрив до лапи розпушувача стійка зроблена порожнистою.

Комбінований агрегат для кротування і одночасного внесення рідких мінеральних добрив [4, с. 60] складається з розкидача РЖТ-8, обладнаного начіпним щілерізом-кротувачем, виконаним на базі плоскоріза ОПТ-3-5. У процесі роботи рідкі добрива з резервуара через трубопроводи подаються насосом в порожнини кротувачів, а потім потрапляють у ґрунт. Щілини, утворені стійками культиватора, загортаються шарнірно закріпленими кутознімачами, виготовленими з лемешів плоскоріжучих лап.

Агрегат для кротування і внесення у ґрунт рідких комплексних добрив у вигляді краплинно-повітряної суміші [4, с. 60] складається з компресора, ресівера, сполученого трубопроводом з блоком управління, рідинного насоса, робочих органів у вигляді порожнистих голок, що переходять в похилі порожнисті стійки, передні частини яких утворюють плоский ніж і котки. У процесі роботи повітря з компресора та робоча рідина з резервуара подаються у пневматичний розпилювач, що складається з конфузотно-дифузотного сопла, камери змішування і рідинних відцентрових форсунок. Рідина дробиться на краплі трьома такими способами: гідравлічним (відцентровими форсунками), пневматичним (поперечним потоком повітря) і механічним (під час удару великих крапель у відбивні поверхні повітропроводу). Отриманий у такий спосіб високодисперсний газорідинний струмінь подається через робочі органи в ґрунт.

Тукозагортаючий робочий орган з ножом, що вібрує, значно знижує тяговий опір агрегату [2, с. 87]. Робочий орган складається з рами, стійки, тукопроводу, котка і вібруючого ножа з ексцентриковим механізмом приводу від вала відбору потужності трактора.

Робочий орган для внесення рідких мінеральних добрив з розділенням струменя добрив на декілька потоків [2, с. 95] складається зі стійки з каналом для подачі добрив, закріпленої за стійкою ротаційного робочого органу, що має вигляд втулки, і пустотілого вала, в задній частині якого закріплений порожнистий ротор. У процесі роботи стійка розрізає ґрунт, а втулка утворює кротовину. Через канал у стійці добрива потрапляють у втулку, потім в порожнистий вал і звідти в ротор. Складається ротор із внутрішнього і зовнішнього конусів, що сполучені своїми поверхнями й утворюють трубчасті проходи для добрив. Трубчасті проходи розташовані у гвинтових лініях і обладнані кромками, які врізаються в ґрунт, забезпечуючи обертання ротора. У такий спосіб добрива потрапляють до ґрунту і загортаються гвинтовими лініями, що сприяє їх більш рівномірному розподілу.

Універсальна дискова борона з пристроєм для внесення рідких розчинів [2, с. 120] складається з батареї сферичних дисків, за якими розташовані форсунки і спеціальні підгортачі, резервуара, насоса і дозувальної системи. У процесі роботи рідина з резервуара насосом через дозувальну систему подається до форсунок, якими вона уприскується в утворену диском борозну і закривається підгортачами.

Для садів із задернілими міжряддями створено робочий орган у вигляді келіферного ножа, обладнаного тукопроводом [2, с. 154]. Як базова модель використана машина НЮ-39, на якій, крім робочих органів, монтуються бункери для добрив. Під час проходження машини два робочі органи нарізають щілини глибиною 40 см на відстані 70 см від ряду плодівих дерев. У щілини в заданій дозі вносяться добрива. Продуктивність машини становить 1,07 га/год.

Комбінований робочий орган для обробки ґрунту і внесення рідких комплексних добрив створено на основі культиватора КФГ-3,6 [6, с. 45]. Робочий орган складається із фрезерного барабана, під кожух якого встановлені підживлювальні трубки від агрегату АБА-0,5. У процесі роботи рідкі добрива підживлювальними трубками вносяться на дно борозни, утвореної барабаном, і прикриваються розпушеним шаром ґрунту.

У Кубанському СГІ розроблений робочий орган для об'ємного внесення твердих мінеральних добрив з утворенням розпушених дерен (рис. 2) [6, с. 79]. На вертикальному ножі-стійці у нижній його частині закріплений компактний редуктор, на передній частині вала якого змонтований

конусний розпушувач зі шнековою ребордою, а на циліндричній задній частині – змішувач із закріпленими на ньому дротяними шпильками. У верхній частині ніж кріпиться до балки навісного культиватора КРН-4,2. Під час руху агрегату шнековий розпушувач утворює подрібнений шар ґрунту, в який з тукопроводу подаються тверді мінеральні добрива і розподіляються в ньому за допомогою змішувача.

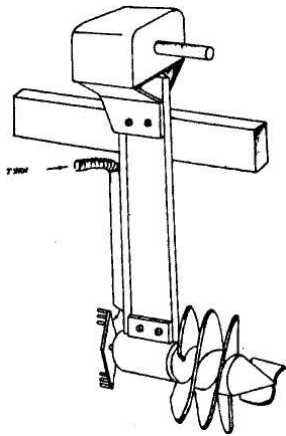


Рис. 2. Робочий орган для об'ємного внесення добрив

У Кишинівському СГІ сконструйований голчастий підживлювач для внесення рідких добрив на глибину до 45 см шляхом уколювання при безперервному русі агрегату (рис. 3) [6, с. 92].

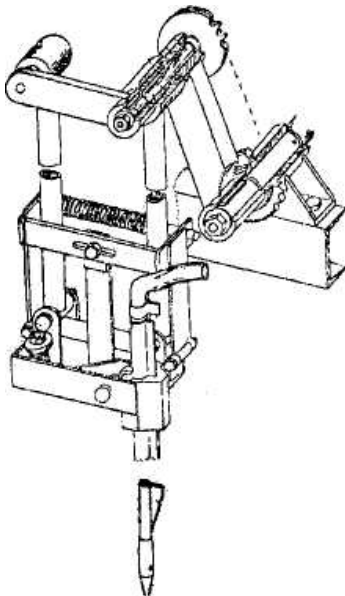


Рис. 3. Паралелограмний механізм підживлювача

Під час безперервного руху агрегату паралелограмний механізм заглиблює голки в ґрунт, забезпечуючи їх нерухомість у момент зіткнення з ґрунтом. При максимальному заглибленні кла-

пан, розташований в нижній частині голки, відкривається й уприскується розчин. Після виходу з ґрунту голки повертаються у початкове положення, далі весь цикл повторюється. Робоча швидкість руху агрегату становить 0,87 км/год, крок вколювання – 0,5 м.

Американською асоціацією сільськогосподарської інженерії (ASAE) [10, с. 96] розроблений пристрій для підґрунтового внесення рідких добрив, який здійснює внесення шляхом періодичного проникнення порожнистої голки у ґрунт. Пристрій сконструйований таким чином, що проникнення голки синхронізоване з обертанням опорних коліс і процес проникнення здійснюється з мінімальним пошкодженням ґрунту та кореневої системи.

Для внутрішньогрунтового внесення рідких комбінованих добрив у садах Львівським виробничим об'єднанням «Львівхімсільгоспмаш» розроблена спеціальна машина МГУС-2,5 (рис. 4) [7, с. 21–22]. Машина складається з чотириколісного шасі, на якому змонтоване підживлювальне пристосування (голчасте колесо), бак місткістю 2000 л і насос. Голчасте колесо складається з маточини і п'яти закріплених на ній криволінійних голок-ін'єкторів. У маточині і зовні увігнутій поверхні голки є отвори, що утворюють зливну магістраль для рідких добрив. Під час руху машини колеса обертаються від контакту голок з ґрунтом і роблять отвори, які заповнюються добривом у момент стику отвору нагнітального шланга з отвором маточини колеса.

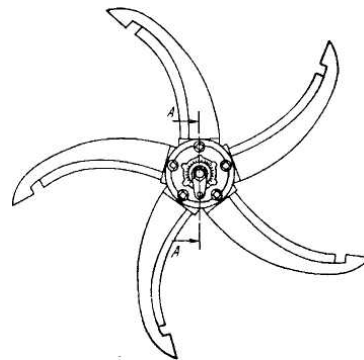


Рис. 4. Голчасте колесо машини МГУС-2,5

Також для внутрішньогрунтового внесення рідких мінеральних добрив застосовують пристрої з використанням гідроімпульсних струменів. Машина МГС-3, що розроблена Центральною експериментальною конструкторсько-технологічною лабораторією гідромеханізації сільськогосподарських процесів [8, с. 22], складається з цистерни на колісному шасі й двох виносних робочих органів –

гідрогармат. Робочим органом є плунжерний насос високого тиску, який під час підйому плунжера гідроциліндром заповнюється живильним розчином і стискає пружину. На робочому ході пружина створює ударний імпульс, під дією якого розчин у вигляді спрямованого струменя ін'єктується в ґрунт і проникає на глибину до 40 см. Машина МГС-3 агрегується з трактором Т-54В. Під час роботи в міжрядді саду ширину розташування робочих органів можна змінювати від 2,3 до 5,62 м. Внесення розчинів машина здійснює у двох рядах ямок з кроком 0,9 м. Об'єм розчину, який витрачається на одну ямку, становить 0,8 л, поступальна швидкість агрегату – 1,08 км/год.

У машинах для внесенням добрив гідроімпульсним струменем високий тиск може забезпечуватися плунжерною парою з різними приводами плунжера (ВВП трактора, енергія стисненої пружини, тиск газів, які утворилися в результаті згорання палива) і енергією гідравлічного удару.

Застосування таких машин обмежується низкою істотних недоліків. Для роботи машин можуть використовуватись лише чисті водні розчини мінеральних добрив з концентрацією поживних речовин не більше 15%, оскільки наявність в рідині твердих частинок підвищує спрацювання третьових пар і може викликати їх заклинювання. У разі застосування гідравлічного удару виникає складність з його створенням, адже необхідне встановлення довгого розгінного трубопроводу, що значно збільшує габарити машини. Спостерігається швидкий вихід з ладу відсічних клапанів внаслідок значного підвищення тиску.

Одним із перспективних способів внесення добрив у садах є використання електрогідравлічного ефекту для створення гідроімпульсних струменів. Електрогідравлічний ефект полягає у підвищенні тиску рідини електричним розрядом. Застосування електрогідравлічного ефекту досить поширене, проте актуальними є пристрої, що забезпечують гідроімпульсні струмені з високою концентрацією енергії. Такий спосіб внесення

добрив відповідає всім агротехнічним вимогам і має явні переваги щодо можливостей дистанційного регулювання глибини і дози внесення розчинів.

Також існує багато пристроїв для внутрішньогрунтового внесення добрив періодичної дії. Наприклад, напірний внутрішньогрунтовий живильник НВП-1, що призначений для напірного кореневого живлення садових культур [1, с. 25], виготовлений на базі екскаватора Е-153А й складається з двох баків місткістю 650 л кожний, насосної установки, блока управління та гідробурного колектора. Також прикладом є удосконалений напірний внутрішньогрунтовий живильник НВП-2, обладнаний двома гідробурними колекторами, внаслідок чого за один робочий цикл може обробляти два дерева, розташованих в сусідніх міжряддях. Продуктивність агрегату становить 3,5–4 га за зміну. Проте застосування пристроїв для внутрішньогрунтового внесення добрив періодичної дії не є доцільним через їх низьку продуктивність.

**Висновки.** Отже, можна дійти висновку, що існує багато різних машин та агрегатів для внутрішньогрунтового внесення добрив, але істотна частина пристроїв для таких робіт, попри різноманітність конструкторських рішень і наявність різних способів внесення, широкого розповсюдження не отримала. Причиною цього є низка істотних недоліків, властивих кожному з них. У пристроїв, що суміщають внесення добрив з обробіткою ґрунту, недоліком є пошкодження кореневої системи рослин, у крокуючих і ротаційних пристроїв – складність конструкції, у позиційних – мала продуктивність, у пристроїв з гідроімпульсним внесенням рідини – високий тиск, що руйнує машину, а також проблема його забезпечення.

Перспективним технологічним методом внутрішньогрунтового внесення розчинів мінеральних добрив залишається використання способу гідромоніторного або гідроімпульсного внесення із застосуванням електрогідравлічного ефекту утворення високонапірних струменів.

#### Список літератури:

1. Гульй Г.А., Зобов В.А. Электрогидравлический эффект и его применение : сборник научных трудов. Киев : Наукова думка, 1981. 316 с.
2. Беренштейн И.Б. Изобретатели и рационализаторы – садоводам : справочник. Симферополь : Таврия, 1989. 208 с.
3. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. 3-е изд., перераб. и дополн. Москва : Колос, 1994. 751 с.
4. Козырев Б.М. Агрегат для локального внесения жидких удобрений. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 1988. №8. С. 59–61.
5. Саблин А.Д. Механизация работ в садоводстве и виноградарстве. Москва : Россельхозиздат, 1986. 201 с.

6. Семенов В.А. К обоснованию параметров комбинированного рабочего органа для локального внутр-рипочвенного внесения жидких комплексных удобрений. Актуальные вопросы для создания машин для внесения удобрений и защиты растений : сборник научных трудов. Москва : НО ВИСХОМ, 1988. 192 с.
7. Солёный П.Р. Машины для глубокого внесения жидких удобрений. *Садоводство*. 1986. № 4. С. 21–22.
8. Сосинов А.А.. Методика расчета гидравлических параметров гидроимпульсных рабочих органов. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 1974. № 10. С. 22.
9. Baker J.L. A point-injector applicator to improve fertilizer management. *TRANSACTIONS of the ASAE*, 1989. v. 5. Jv3. p. 334.
10. Womak A.R. Probe-type Injector for Fluid Fertilizers. *TRANSACTIONS of the ASAE*, 1990. v. 6. № 2. p. 149.

**Shevchuk V.V., Kutkovetska T.O. ANALYSIS OF TECHNICAL MEANS  
OF THE MECHANIZATION OF THE PROCESS OF THE SUBSOIL FERTILIZER  
APPLICATION IN HORTICULTURE**

*The article deals with various technical means for fertilizer application in horticulture, because the effective production in horticulture is possible only under intensive technologies introduction that involve the use of highly productive machines and compliance with all agrotechnical requirements for the execution of basic technological operations. Among such operations is a fertilizer application, which allows to increase the yield of fruit crops several times if performed properly. The article presents various design solutions of machines and units for subsoil fertilization in horticulture. It is determined that despite the large number of machines for such type of work and the availability of different application methods, some of the devices are not widespread. This is due to a number of significant disadvantages found in each of them. For devices that combine fertilizer application with the soil cultivation, the disadvantage is damaging a plant root system; for gradient and rotating devices, this is the complexity of the structure; for positional ones it is a low productivity; for devices with hydro-pulse fluid application – high, machine destructive pressure and the problem of its provision.*

*As a result of the conducted analysis it is established that one of the promising ways of subsoil fertilizer application in horticulture is the use of electro-hydraulic effect to create hydro-pulse jets. The electro-hydraulic effect helps to increase the fluid pressure by the electrical discharge. The application of the electro-hydraulic effect is quite widespread today, however, in this case, devices providing a high-energy jet pulses are relevant. This method of application meets all the agrotechnical requirements and has clear advantages in terms of remote control of the depth and dose of solutions' application.*

**Key words:** fertilizer application, means of mechanization, horticulture, technological process, machines.