

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АПЛІКАТОРА DRAGON 6000 ДЛЯ ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ДОБРІВ КАС У РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Шустік Л., канд. техн. наук,

e-mail: shustik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

Нілова Н., e-mail: nilova-n@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0001-5514-2338>

Степченко С., <https://orcid.org/0000-0003-2808-9644>

Сидоренко С., <https://orcid.org/0000-0001-5046-117X>

Клочай О., <https://orsid.org/0000-0001-8735-2209>

УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Анотація

Мета досліджень. Аналіз переваг та визначення ефективності машин для підґрунтового внесення рідких азотних добрив у ресурсоощадних технологіях оцінюванням якості роботи аплікатора DRAGON 6000.

Методи досліджень: теоретичні (аналіз і синтез інформаційних ресурсів); експериментально-польові; статистичні (математична обробка результатів досліджень) за загальноприйнятими методиками.

Результати. Проведено експериментальні дослідження впливу швидкісних режимів інжекторного колеса аплікатора DRAGON 6000 для внесення рідких азотних добрив КАС і умов його роботи на якість виконання технологічного процесу.

Встановлено, що під час проведення прикореневого підживлення рідкими добривами посівів кукурудзи з міжряддям 70 см агрегат здатен забезпечити добовий наробіток 120 гектарів у 16-рядному виконанні і прогнозовано 180 га – в 24-рядному, за умови правильної організації робіт і підготовки персоналу.

Відмічено, що в умовах зростання цін на мінеральні добрива та зміни клімату впровадження екологічних підходів і ресурсоощадної технології внесення КАС на основі аплікатора DRAGON 6000 є актуальним завданням, яке допоможе успішно конкурувати на світовому ринку.

Висновки.

1. Аналітичний огляд вітчизняних і зарубіжних інформаційних ресурсів підтверджує, що технологія підґрунтового внесення рідких мінеральних добрив, зокрема карбамідно-аміачних сумішей (КАС), порівняно із внесенням сухих та інших рідких добрив, набуває все більшого поширення завдяки кращій ефективності, що є похідною подовженого прикореневого живлення рослин, раціонального позиціонування добрив на необхідній глибині, мінімізації втрат на випаровування, покращеної посухостійкості під час вирощування сільськогосподарських культур, а також має значні переваги завдяки зменшенню втрат активної речовини, зручності налаштування та управління робочим процесом.

2. Дослідженнями підтверджена можливість забезпечення представленою конструкцією машини сталої глибини проникнення голок у ґрунт за широкого діапазону вологості та різної швидкості руху, а також можливість вибору раціональних розмірів захисної зони для обробки рослин кукурудзи без пошкоджень, щоб досягти прийнятної ефективності використання рідких добрив.

3. ТОВ «РОПА-УКРАЇНА» представляє на ринок споживачам аплікатор українського виробництва DRAGON 6000, який пройшов виробничу перевірку на площі 500 га під час суцільного внесення рідких добрив КАС по рослинах пшениці та в процесі міжрядного (прикореневого) внесення КАС на посівах кукурудзи площею 1100 гектарів.

4. Зі зміною швидкості в діапазоні (5...10) км/год, в складних умовах роботи за надлишкової

вологості ґрунту, аплікатор DRAGON 6000 стабільно забезпечує глибину входження в ґрунт голок завдовжки 6 см на глибину 4,9 см у захисній зоні на відстані 5 см від стебел. За цих умов фіксація добрив є якісною, а пошкодження рослин не відмічено.

5. За результатами експериментальних досліджень, аплікатор гарантує високі показники технологічної надійності роботи та якості технологічного процесу, має хороші транспортні характеристики та поперечну стійкість під час руху польовими дорогами.

Ключові слова: технологія, рідкі добрива, КАС, аплікатор, інжекторне колесо, прикоренеve підживлення, якість.

Вступ. Протидія кліматичним змінам та ощадне використання ресурсів є найбільш вагомими складовими сучасної аграрної науки для впровадження нових технологічних рішень під час вирощування продукції рослинництва.

Одним з нових напрямків раціонального техніко-технологічного забезпечення з багатьма перевагами (довготривалої дії від поєднання різних форм азоту, уникнення пошкодження кореневої системи рослин, малих витрат добрива і запобігання його непродуктивним витратам від випаровування, покращеної посухостійкості, раціонального позиціонування добрив на необхідній глибині) є технологія на базі аплікаторів – машин для внесення агрохімікатів дозованими ін'єкціями в ґрунт дисковими інжекторними (ін'єкційними, впорскувальними) робочими органами.

На сьогодні дефіцит органічних добрив для аграрних підприємств різних форм власності становить понад 65 %, а тверді мінеральні добрива є досить вартісними з точки зору ціни та ефективності. У посушливих умовах внесення гранульоване добриво зв'язує значну кількість вологи, посилюючи її нестачу в ґрунті, що може спричинювати затримку появи сходів. У разі ж застосування рідких добрив цей негативний ефект мінімізується [Скляр О., Скляр Р., 2013].

Тому альтернативою органічним і гранульованим мінеральним добривам виступає інноваційна технологія внесення рідких добрив КАС дозованими ін'єкціями в ґрунт, яка не забруднює навколишнє середовище, покращує споживання азоту в умовах дефіциту вологи і є ресурсощадним та значно ефективнішим процесом.

У світовій практиці в системі удобрен-

ня велику увагу приділяють внесенню мінеральних добрив у рідкій формі: у США в рідкому вигляді вносять до 50 % азотних і близько 10 % складних добрив; одночасно з посівом – в Австралії (з огляду на низьку вологість ґрунту) та Канаді; в європейських країнах складні рідкі добрива – у Франції, Великобританії [Гринько Ю., 2018].

У [Васильченко В., 2011] досліджено перевагу рідких мінеральних добрив перед твердими гранульованими в ситуації з недостатнім зволоженням ґрунту. Особливо ефективним є їх застосування у посушливий період: внесені безпосередньо в ґрунт, вони швидше засвоюються рослинами порівняно з гранулами, забезпечуючи високу рівномірність надходження поживних речовин до кореневої системи.

Ще однією незаперечною перевагою рідких мінеральних добрив є зручна форма зберігання і використання, що знижує витрати на транспортування, розвантаження, розчинення і т. п. [Скринник Я.Т., 2011]. Про перевагу рідких азотних добрив типу КАС за ефективністю над вже наявними твердими азотними добривами відмічає також [Дудкина Е., 2013].

Одним з найбільш перспективних рідких добрив в аграрно розвинених зарубіжних країнах є КАС [Гринько Ю., 2018; Скринник Я.Т., 2011; Кравчук В.І., 2011], динаміка використання якого в Україні також постійно зростає. КАС – це карбамідно-аміачна суміш із концентрованих розчинів карбаміду, вміст якої складає 31-36 %, та аміачної селітри 40-44 %. КАС не містить вільного аміаку, що є технологічною перевагою перед твердими азотними добривами під час використання. Технологія внесення КАС під різні культури

широко висвітлена [Esaulko and all, 2018].

КАС – єдине азотне добриво, що містить у собі три форми азоту (рис. 1):

- нітратну – засвоюється миттєво;
- амонійну – в процесі нітрифікації переходить в нітратну форму;
- амідну – внаслідок діяльності ґрунтових мікроорганізмів переходить послідовно в амонійну форму, а потім в нітратну.

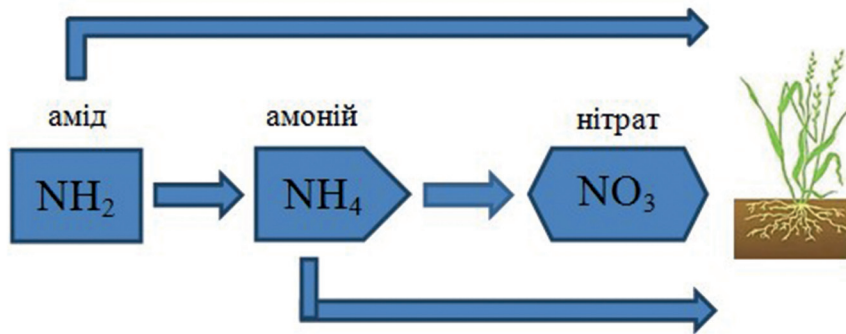


Рисунок 1 – Поглинання рослинами азотних форм

Причиною зростання популярності КАС є втрати азоту. У разі використання сечовини його втрати в перші 8 днів після внесення становлять до 35 %, тоді як за поверхневого внесення КАС листям рослин поглинається до 60 %, а від прикореневого підживлення весь азот стає доступним для кореневої системи [Гринько, 2018].

Важливим фактором є те, що за умов внесення КАС відсутня конкуренція між добривом і вологою, що актуально за сучасних кліматичних умов. Перевагою застосування КАС є зменшення або виключення опіків рослин, що спостерігається від внесення твердих добрив [Пасічник Н.А., Марчук І.У., 2013].

Інтерес до КАС підтверджують результати наукових досліджень щодо впливу прикореневого підживлення пшениці озимої та ріпаку розчинами КАС у різних дозах на азотне живлення і врожайність [Ваймар Штефан, 2019].

Прикореневе внесення КАС має найкращу ефективність, на нього максимально витрачається до 10 % рідини порівняно з 30-70 % у технології гранульованого внесення [Tomchuk V., 2020]. Ефективність підґрунтового внесення добрив на задану

глибину досліджувалась в [Мумм, 2020].

Використання рідких добрив стимулювало появу принципово нових інжекторних знарядь для внесення агрохімікатів. За останні роки зарубіжні і вітчизняні компанії пропонують на ринок сільськогосподарської техніки сучасні машини для внесення добрив, які використовуються в технологіях Mini-till та No-till [Кравчук В.І., 2011]. ТОВ «РОПА-УКРАЇНА» пропонує таке обладнання в Україні на базі вітчизняної та імпоротної елементної бази – аплікатор DRAGON 6000 шириною захвату 16 м. Прогнозується виробництво опцій з параметрами 12 м та 10 м.

Техніка та методи внесення рідких добрив викликають надзвичайно високу зацікавленість у вітчизняного аграрія. Насамперед виробники сільськогосподарської продукції шукають відповідь щодо ефективності роботи таких машин, тому було проведено точковий аналіз оцінювання якості виконання технологічного процесу робочими органами аплікатора.

В умовах зростання цін на мінеральні добрива та погодно-кліматичних ризиків упровадження нових машин для внесення рідких азотних добрив КАС в ресурсощадних технологіях є актуальним завданням, яке допоможе успішно конкурувати на світовому ринку.

Науково-практична цінність статті полягає в тому, що в процесі дослідження конструкційних особливостей аплікатора DRAGON 6000 проаналізована можливість стабільної глибини входження голок, похідною чого є забезпечення глибини внесення КАС та зменшення пошкодження рослин за встановленої захисної зони на відстані 5 см.

Постановка завдань. Згідно з [Karriinen D., 2001], метод внесення рідких добрив машинами з інжекторною системою розподілу добрив на 27-38 % покращує засвоєння елементів живлення рослиною

порівняно з традиційними обприскувачами. Провідні європейські компанії випускають техніку для внесення рідких добрив, яка відповідає вимогам щодо якості та екологічної безпеки, однак через високу вартість не має широкого поширення в Україні.

Технічні засоби вітчизняного виробництва для інжекторного внесення рідких азотних добрив (КАС) дозованими ін'єкціями в ґрунт можуть ефективно застосовуватися в ґрунтозахисних та ресурсощадних технологіях, однак недостатньо науково обґрунтованої інформації. Враховуючи потреби аграріїв у таких машинах, **метою досліджень** було проаналізувати переваги та отримати експериментальні дані про ефективність машин для внесення рідких добрив шляхом оцінювання якості роботи аплікатора DRAGON 6000. Для досягнення цього були виконані **такі завдання**: дослідження впливу швидкісних режимів інжекторного колеса аплікатора для внесення рідких азотних добрив КАС на глибину проникнення голок інжекторного колеса в ґрунт та точковий аналіз показників якості виконання технологічного процесу робочими органами аплікатора.

Матеріали та методи. Найбільш відповідальною ланкою конструкції аплікатора є інжекторне колесо з голками. Саме там концентруються всі конструкційно-технологічні принципи дозованої порційної подачі агресивної до металу суміші, підведеної під тиском, занурення підпружинених, навантажених притискним зусиллям голок у ґрунт.

На базі аплікатора DRAGON 6000 було досліджено глибину проникнення голок в ґрунт інжекторного колеса під час внесення КАС та пошкодження рослин кукурудзи в режимах роботи з фіксованими параметрами (установочної глибини внесення КАС, притискного зусилля на диск робочим тиском) та змінними: три параметри швидкості – V_{\min} ; $V_{\text{сеп}}$; V_{\max} . Одночасно фік-

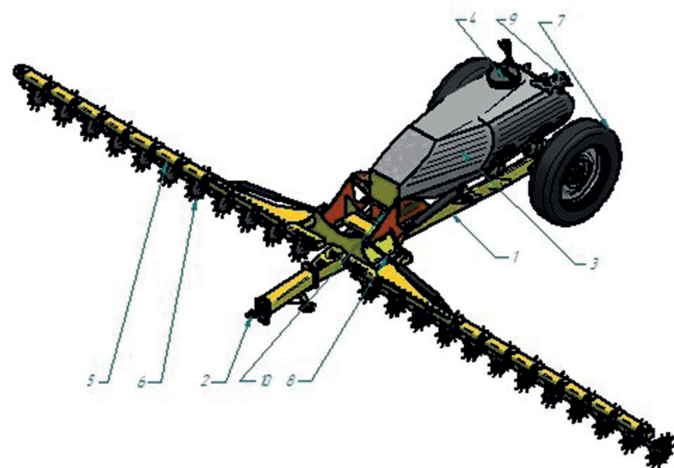
сувалися умови роботи: тип та стан ґрунту за вологістю і твердістю, фаза розвитку та висота рослин, ширина міжрядь, ширина захисної зони.

Господарські випробування аплікатора DRAGON 6000 проводились на полях господарства СТОВ «Плосківське», с. Плоске Ставищенського району Київської області в 2 етапи: під час суцільного внесення КАС на посівах озимої пшениці та під час міжрядного обробітку сходів кукурудзи в різних фазах її розвитку.

Польові дослідження проводилися за методикою [Єщенко В.О. та ін., 2005] та супроводжувалися відповідними вимірюваннями і лабораторними аналізами.

Показники та методи оцінювання:

- густота стояння та біометричні показники рослин – за «Методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур» [Волкодав В.В., 2001];
- механічний склад, вологість та щільність ґрунту – термостатно-ваговим методом за загальноприйнятою методикою;
- ушкодження рослин – оглядом через 20 годин після проходження машини на облікових ділянках, на яких визначалась густота рослин до проходження;
- статистичний аналіз експериментальних даних – проводили та інтерпретували стандартними комп'ютерними програмами Excel і графіками.



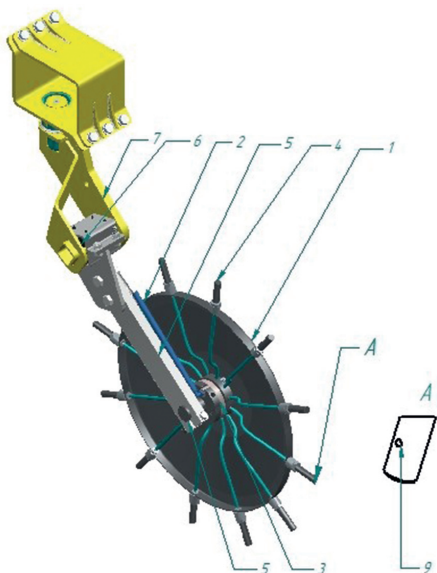
1 – шасі; 2 – сниця; 3 – бак; 4 – горловина; 5 – брус поперечний; 6 – колесо інжекторне; 7 – колесо ходове; 8 – гідроциліндр; 9 – драбина; 10 – нагнітальні комунікації

Рисунок 2 – Машина для внесення рідких добрив (КАС) DRAGON 6000 виробництва ТОВ «РОПА-УКРАЇНА»

Результати. На рисунку 2 представлена конструкційна будова машини для внесення рідких добрив (КАС) DRAGON-6000.

Технічні параметри: тип машини – причіпна; робоча ширина захвату – 11,2 м, кількість інжекторних коліс – 17 шт., крок розстановки – 70 см, діаметр колеса – 530 мм, довжина голок – 6 см, кількість голок на колесі – 12 шт., висота переміщення колеса під час копіювання поверхні – 20 см; притискне зусилля колеса – регульоване в діапазоні 10-60 кгс; регульована норма вливу робочої рідини – 10-3500 л/га; робочий тиск – регульований в діапазоні 2-6 бар.

На рисунку 3 показана схема будови робочого органа аплікатора – інжекторного (ін'єкційного, впорскувального) колеса.



- 1 – колесо ін'єкційне; 2 – нагнітальна комунікація;
3 – маточина дозатора; 4 – голка розпилювача;
5 – важіль; 6 – демпфер пружний; 7 – кронштейн;
8 – вісь; 9 – отвір розпилювача

Рисунок 3 – Робочий орган інжекторного колеса машини для внесення рідких добрив (КАС) DRAGON 6000

Особливості конструкції: спосіб кріплення інжекторного колеса до рами – на підпружиненому важелі; опції довжини голок – 6 см або 8 см.

Режими роботи: установочна глибина внесення КАС – 4,9 см; притискне зусилля на диск – 30 кгс на швидкостях 5 км/год; 7,5 км/год; 10 км/год.

Умови досліджень: тип ґрунту – чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий; стан ґрунту в шарах 0-10 см: вологість – 29,7-31,5 %, твердість – 0,8-1,2 МПа; агрофон – посіви кукурудзи на зерно; ширина міжрядь – 70 см; фаза розвитку рослин – 4-6 листків, висота – 18 см. Характерним для умов була висока вологість ґрунту, яка ускладнювала роботу аплікатора.

На рисунку 4 показано виконання підґрунтового внесення КАС на посівах кукурудзи аплікатором DRAGON-6000.



Рисунок 4 – DRAGON-6000 в роботі під час міжрядного внесення КАС

Показники якості роботи аплікатора DRAGON-6000 під час прикореневого підживлення КАС рослин кукурудзи представлено в таблиці 1.

Нашими дослідженнями встановлена стабільність глибини проникнення в ґрунт голок довжиною 6 см в межах (4,8...4,9) см з окремими поодинокими випадками (4...5,5) см. Висока стабільність проникнення голок на установочну глибину з відхиленням 0,4 см від середніх значень була досягнута навіть за умови високої вологості ґрунтової поверхні (через 4 години після зливи), чим провокувалося налипання ґрунту на обідок інжекторного колеса. Це перевершує рекомендовані в дослідженнях [Васильченко В., 2011] характеристики глибини внесення КАС, які коливаються в межах (5...12) см з відхиленням $\pm(1...2)$ см.

Рекомендованою шириною захисної зони у міжрядному підживленні рослин кукурудзи в різних фазах її розвитку

Таблиця 1 – Якість виконання технологічного процесу аплікатором

Показник	Значення показника
Агрегативання, потужність трактора, к.с.	John Deere 6810, 110
Витрати робочої рідини, л/га	75
Середня робоча швидкість руху, км/год	10
Робочий тиск, МПа	0,3
Витрати палива, л/га	2,4
Водіння	Система навігації
Заправка КАС	3 гнучкої стаціонарної ємкості
Відстань від стебла до форсунки, см	5; 24
Пошкодження рослин	Відсутнє
Середня глибина загортання КАС, см	4,9
Середньоквадратичне відхилення, ±см	0,4
Залипання дисків, см	До 2,0

для робочих органів суцільного різання прикореневого шару є діапазон в межах (7...15) см [Войтюк, Гаврилюк, 2004].

Проведені дослідження передбачали роботу голок для дискретного введення ін'єкцій КАС з діапазоном захисної зони від 12 до 5 см, щоб візуалізувати механічні ушкодження (підтяті рослини, зламані стебла тощо).

Проведеними дослідженнями встановлено, що машина DRAGON 6000 навіть на гранично-мінімальному розмірі захисної зони в межах 5 см не пошкоджує рослин. Отже, отримані результати узгоджуються з показниками в наведених джерелах, чим забезпечується дотримання вимог щодо ушкоджень на рівні відмінних значень.

Стан посівів кукурудзи після проходу аплікатора показано на рисунку 5.

Динаміку меж проникнення голок в ґрунт по ходу інжекторного колеса за різних швидкостей руху машини наведено на рисунку 6.

Показники якості роботи аплікатора для внесення рідких добрив за різної швидкості руху наведені в таблиці 2, при цьому слід відмітити, що пошкодження

**Рисунок 5** – Стан посівів кукурудзи після проходу аплікатора**Рисунок 6** – Динаміка меж проникнення голок в ґрунт по ходу інжекторного колеса за різних швидкостей руху**Таблиця 2 – Якість роботи аплікатора залежно від швидкості руху**

Швидкість руху, км/год	Глибина проникнення голок в ґрунт, см
5,0	4,80
7,5	4,86
10,0	4,86

рослин не виявлено.

Подальший супровід роботи аплікатора на позакореновому підживленні кукурудзи показав його ефективність і в пізній фазі розвитку – 8-10 листків за висоти рослин 1,1 м (рис. 7). Ушкодження рослин не відмічено.

Дослідження показали, що аплікатор здатен забезпечити основну продуктивність близько 11 га/год в 16-рядному виконанні, що прогнозує добовий наробіток в обсязі 120 га, а 24-рядний агрегат прогнозує можливість виконання обсягу внесення КАС на площі майже 180 га за добу за умови правильної організації робіт (2-змінної роботи, засобів підвезення



Рисунок 7 – Підживлення машиною DRAGON-6000 посівів кукурудзи (фаза трубкування)

КАС, застосування системи навігації).

Обговорення. Дослідження ефективності та переваг технології довготривалого контрольованого споживання азоту [Пасічник Н.А., Марчук І.У., 2013; Желязков О.І., 2015] свідчать, що завдяки збалансованому та своєчасному проведенню прикореневих підживлень у технологіях вирощування кукурудзи та озимої пшениці є можливість поліпшити ріст і розвиток рослин, підвищити їхню продуктивність.

Дослідження групи чеських вчених із Департаменту мікології показали ефективність карбамідно-аміачної суміші (КАС) проти таких відомих шкідників, як колорадський жук, павутинний кліщ, хрущак борошняний, ріпаковий квіткоїд [Гринько Ю., 2018]. Ці напрямки є перспективними для подальших досліджень та адаптації.

З огляду на викладене [Tomchuk V., 2020; Гринько Ю., Харитонова Д., 2019; Демко О., Павленко М., 2019], де проаналізовано різні способи внесення розчинів азотних добрив в ґрунт і розглянуто конструкції машин та інноваційні технології внесення рідких мінеральних добрив в умовах зміни клімату, доцільним є подальше дослідження ефективних конструкційних рішень машин для внесення КАС для адаптування їх у ґрунтозахисних технологіях.

Автори [Ваймар Штефан, 2019; Dumanski and all, 2006] доводять, що в умовах консервувальної системи обробітку ґрунту, а також обмежених обсягів азоту та в посушливі періоди, викликані

несприятливими погодними умовами, локальне внесення азотного добрива КАС (CULTAN-метод) гарантує стійкий розвиток рослин. Економічні переваги такого методу внесення проявляються залежно від культури і, насамперед, від співвідношення ціни та якості наявних у господарстві рідких добрив.

Дослідження, проведені нами (Укр-НДІПВТ ім. Л. Погорілого), співзвучні з дослідженнями [Гринько Ю., Харитонова Д., 2019], де стверджується, що ще одним важливим чинником популярності технології інжекторного внесення рідких добрив є економія часу суміщенням операцій та ґрунтозахисний ефект – КАС успішно застосовується в суміші з гербіцидами та фунгіцидами, чим можна зменшити антропогенне навантаження на ґрунт.

Результати досліджень [Бобик С, 2018; Esaulko A.N. and all, 2015] доводять, що застосування комплексних рідких добрив у системі живлення рослин кукурудзи та озимої пшениці є ефективною альтернативою внесенню твердих мінеральних добрив, особливо в умовах кліматичних ризиків [Donatelli M. and all, 2012]. Зазначене дослідження підтверджує доцільність та перспективи впровадження ґрунтозахисної та ресурсоощадної технології внесення КАС в Лісостеповій та Степовій зонах України.

Висновки.

1. Аналітичний огляд вітчизняних і зарубіжних інформаційних ресурсів підтверджує, що технологія підґрунтового внесення рідких мінеральних добрив, зокрема карбамідно-аміачних сумішей (КАС), порівняно з внесенням сухих та інших рідких добрив, набуває все більшого поширення завдяки кращій ефективності, що є похідною подовженого прикореневого живлення рослин, раціонального позиціонування добрив на необхідній глибині, мінімізації втрат на випаровування, покращеної посухостійкості під час вирощування сільськогосподарських культур, а також має значні переваги завдяки зменшенню втрат активної речовини, зручності налаштування та управління робочим процесом.

2. Дослідженнями підтверджена мож-

ливість забезпечення представленою конструкцією машини сталої глибини проникнення голок у ґрунт за широкого діапазону вологості та різної швидкості руху, а також можливість вибору раціональних розмірів захисної зони для обробітку рослин кукурудзи без пошкоджень, щоб досягти прийнятної ефективності використання рідких добрив.

3. ТОВ «РОПА-УКРАЇНА» представляє на ринок споживачам аплікатор українського виробництва DRAGON 6000, який пройшов виробничу перевірку на площі 500 га під час суцільного внесення рідких добрив КАС по рослинах пшениці та в процесі міжрядного (прикореневого) внесення КАС на посівах кукурудзи площею 1100 гектарів.

4. Зі зміною швидкості в діапазоні (5...10) км/год, у складних умовах роботи за надлишкової вологості ґрунту, аплікатор DRAGON 6000 стабільно забезпечує глибину входження в ґрунт голок завдовжки 6 см на глибину 4,9 см у захисній зоні на відстані 5 см від стебел. За цих умов фіксація добрив є якісною, а пошкодження рослин не відмічено.

5. За результатами експериментальних досліджень, аплікатор гарантує високі показники технологічної надійності роботи та якості технологічного процесу, має хороші транспортні характеристики та поперечну стійкість під час руху польовими дорогами.

Перелік літератури

Бобик С. (2018). Внесення КАС, аміачної води та інших рідких добрив на кукурудзу. Інжекторна система CULTAN. URL: https://ag-bag.ua/advice/vnesenie-kas-amiachnoj-vody-i-drugih-zhidkih-udobrenij-na-kukuruzu_inzhektornaja-sistema-cultan.

Ваймар, Штефан (2019). Внесення добрив під зернові та ріпак. *Агроном*, № 3, 26-28.

Васильченко В. (2011). Тверді та рідкі мінеральні добрива: переваги за рідкими. *Агроном*, 4, 150-153.

Волкодав В. В. (2001). Методика дер-

жавного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури). [За ред. В. В. Волкодава], Київ, 69 с.

Гринько Ю. (2018). Світовий досвід застосування КАС / (за матеріалами зарубіжних видань). *Агроном*, 4, 36-38.

Гринько Ю., Харитонова Д. (2019). Внесення рідких добрив з посівом. *Агроном*, 1, 24-28.

Демко О., Павленко М. (2019). Аплікатори для нанесення аміачної води та CAS. Прогресивний підхід до живлення рослин. URL-адреса: <http://agro-business.com.ua/agro/meknanizatsiia-apk/item/11341-aplikatory-dla-vnesennia-amiachnoyi-vodita-cas>.

Дудкина Е. (2013). Карбамидно-аміачная смесь (КАС). *Агроном*, 1, 20-22 с.

Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П.В. (2005). Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник [За ред. В. О. Єщенка]. Київ: Дія, 288 с.

Желязков О. І. (2015). Ефективність застосування азотних добрив при вирощуванні пшениці озимої в умовах Північного Степу /Рослинництво, селекція та насінництво, 1 (47), том 1, 156-162.

Кравчук В. І. (2011). Машини і обладнання для приготування та внесення добрив: Посібник [За ред. Кравчука В. І.]. Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 152 с.

Мумм, Матіас (2020). Внесення добрив на задану глибину. *Агроном*, 3, 182-186.

Пасічник Н.А., Марчук І.У. (2013). Застосування КАС для підживлення пшениці озимої на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті. *Агрохімія: Вісник ХНАУ*, 1.

Скляр О. Г., Скляр Р. В. (2013). Властивості біодобрив, що отримуються після анаеробної ферментації гною. *Зб. наук. праць ТДАТУ: Мелітополь*, вип. 13, том 3, 110-117.

Скринник Я. Т. (2011). Технологічні прийоми застосування комплексних рідких добрив в системі живлення рослин кукурудзи. *Зернові культури*, 136-140.

Donatelli, M., Duveiller, G., Fumagalli, D., Srivastava, A., Zucchini, A. and all. (2012)

Assessing Agriculture Vulnerabilities for Effective Measures for Adaption to Climate Change. AVEMAC final report. Luxembourg: Publication Office of the European Union, 176 pp.

Dumanski, J., Pieretti, R., Benetis, J., McGarry, D., and Pieri, C. (2006). The paradigm of conservation tillage. Proc. World Assoc. Soil and Water Conserv., Pl: 58-64.

Esaulko A. N.; Sigida M. S.; Golosnoy E. V. with co-authors (2018). Management Of Nitrogen Fertilizing Of Winter Wheat In No-Till Technology. Research Journal Of Pharmaceutical Biological And Chemical Sciences, Vol. 9, Issue 6, 1916.

Kappuinen, P. (2001) A new concept for use of pig slurry for cereals. Sustainable Handling and Utilization of Livestock Manure from Animals to plants: Proceedings, NJF-Seminar no 320. Denmark, 396.

Tomchuk V. (2020). Trends in plant nutrition under new production conditions. Slovak international scientific journal, Vol. 1, 41, 7-17.

References

Bobyk S. (2018). Application of CAS, ammonia water and other liquid fertilizers for corn. CULTAN injection system. URL: <https://ag-bag.ua/advice/vnesenie-kas-amiachnoj-vody-i-drugih-zhidkih-udobrenij-na-kukuruzu-inzhektornaja-sistema-cultan>.

Demko O., Pavlenko M. (2019). Applicators for application of ammonia water and CAS. Progressive approach to plant nutrition. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/meknanizatsiia-apk/item/11341-aplikatory-dla-vnesennia-amiachnoyi-vodita-cas>.

Dudkina E. (2013). Carbamide-ammonium mixture (UAN). Agronomist Journal, 1, 20-22.

Donatelli, M., Duveiller, G., Fumagalli, D., Srivastava, A., Zucchini, A. and all. 2012. Assessing Agriculture Vulnerabilities for Effective Measures for Adaption to Climate Change. AVEMAC final report. Luxembourg: Publication Office of the European Union, 176 pp.

Dumanski, J., Pieretti, R., Benetis, J., McGarry, D., and Pieri, C. (2006) The paradigm of conservation tillage. Proc. World Assoc. Soil and Water Conserv., Pl: 58-64.

Esaulko A.N.; Sigida M.S.; Golosnoy E.V. with co-authors (2018). Management Of Nitrogen Fertilizing Of Winter Wheat In No-Till Technology. Research Journal Of Pharmaceutical Biological And Chemical Sciences, Vol. 9, Issue 6, 1916.

Grinko, Yu. (2018) World experience in the use of CAS (based on foreign publications). Agronomist Journal, 4, 36-38.

Grinko, Yu., Kharitonova D. (2019). Application of liquid fertilizers with sowing. Agronomist Journal, 1, 24-28.

Kappuinen, P. (2001). A new concept for use of pig slurry for cereals. Sustainable Handling and Utilization of Livestock Manure from Animals to plants: Proceedings, NJF-Seminar no 320: Denmark, 396.

Kravchuk V.I. (2011). "Machines and equipment for the preparation and application of fertilizers", Manual. Research: L. Pogorilyy UkrNDIPVT, 152 p.

Mumm, Mathias (2020). Application of fertilizers to a given depth. Agronomist Journal, 3, 182-186.

Pasichnyk N.A., Marchuk I.U. (2013). Application of CAS for fertilization of winter wheat on meadow-chnozem carbonate soil. Agrochemistry. Bulletin of KhNAU, 1.

Sklyar O.G., Sklyar R.V. (2013). Properties of biofertilizers obtained after anaerobic fermentation of manure. Coll. Science. against TSATU.: Melitopol, VOL. 13, T. 3, 110-117.

Skrinnyk Ya.T. (2011). Technological methods of application of complex liquid fertilizers in the system of corn plant nutrition. Grain crops Journal, 136-140.

Tomchuk V. (2020). Trends in plant nutrition under new production conditions. Slovak international scientific journal, Vol. 1, 41, 7-17.

Vasilchenko, V. (2011) Solid and liquid mineral fertilizers: advantages over liquid. Agronomist Journal, 4, 150-153.

Volkodav V. (2001). Methods of state variety testing of crops (cereals, cereals and

- legumes) [Ed. V.V. Volkodava], Kyiv, 69 p.
 Weimar, Stefan (2019). Fertilizer application for cereals and rapeseed. *Agronomist Journal*, 3, 26-28.
- Yeshchenko V.O., Kopytko P.G., Opryshko V.P., Kostogryz P.V. (2005). Fundamentals of scientific research in agronomy: Textbook [Ed. V.O. Yeshchenko], Kyiv: Diya, 288 p.
- Zhelyazkov O.I. (2015). The effectiveness of nitrogen fertilizers in the cultivation of winter wheat in the Northern Steppe. *Crop, breeding and seed production*, 1 (47), VOL. 1,156-162.

UDC 631.333

STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF THE APPLICATOR DRAGON 6000 FOR APPLICATION OF LIQUID CAS FERTILIZERS IN RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY

Shustik L., Cand. tech. Scs, Art. Sciences. Coll.,

e-mail: shustik@ukr.net,

<https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

Nilova N., e-mail: nilova-n@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5514-2338>

Stepchenko S., <https://orcid.org/0000-0003-2808-9644>

Sidorenko S., <https://orsid.org/0000-0001-5046-117X>

Klochay O., <https://orsid.org/0000-0001-8735-2209>

L. Pogorilyy UkrNDIPVT

Summary

The purpose of research. Analysis of the advantages and determination of the efficiency of machines for subsoil application of liquid nitrogen fertilizers in resource-saving technologies by evaluating the quality of the DRAGON 6000 applicator.

Research methods: theoretical (analysis and synthesis of information resources); experimental field; statistical (mathematical processing of research results) according to generally accepted methods.

Results. Experimental studies of the influence of the speed modes of the injector wheel of the DRAGON 6000 applicator for application of liquid nitrogen fertilizers CAS on the quality of the technological process were carried out.

It is established that during radical fertilization with liquid fertilizers of corn crops with a row spacing of 70 cm the unit is able to provide a daily yield of 120 hectares in 16-row performance and projected 180 ha - in 24-row, provided proper organization of work and staff training.

It is noted that in the conditions of growth of prices for mineral fertilizers and climate change introduction of ecological approaches and resource-saving technology of entering CAS on the basis of the DRAGON 6000 applicator is an urgent task which will allow to compete successfully in the world market.

Conclusions.

1. Analytical review of domestic and foreign information resources confirms that the technology of subsoil application of liquid mineral fertilizers, in particular urea-ammonia mixtures (CAS), compared with the application of dry and other liquid fertilizers, is becoming more widespread due to better efficiency, which is a derivative of plant nutrition, rational positioning of fertilizers at the required depth,

minimization of evaporation losses, improved drought resistance in the cultivation of crops, and also has significant benefits by reducing losses of active substance, ease of adjustment and management of the work process.

2. Studies have confirmed the possibility of providing the presented design of the machine a constant depth of penetration of needles into the soil with a wide range of humidity and different speeds, as well as the ability to choose rational protection zone for cultivation of corn plants without damage to achieve acceptable efficiency of liquid fertilizers.

3. LLC «ROPA-UKRAINE» presents to the market to consumers the applicator of the Ukrainian production DRAGON 6000 which passed production check on the area of 500 hectares during continuous entering of liquid fertilizers of CAS on vegetative plants of wheat and in the course of interrow (radical) entering of CAS on corn crops. 1100 hectares.

4. With a change of speed in the range (5... 10) km / h, in difficult conditions of work at excess soil moisture, the DRAGON 6000 applicator stably provides depth of entering into soil of needles 6 cm long on depth of 4,9 cm in a protective zone on distance 5 cm from the stems. Under these conditions, the fixation of fertilizers is high quality, and damage to plants is not observed.

5. According to the results of experimental research, the applicator guarantees high indicators of technological reliability and quality of the technological process, has good transport characteristics and lateral stability when driving on field roads.

Key words: technology, liquid fertilizers, CAS, applicator, injector wheel, resource saving, efficiency.

УДК 631.333

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АППЛИКАТОРА DRAGON 6000 ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ КАС В РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Шустик Л., канд. техн. наук,

e-mail: shustik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

Нилова Н., e-mail: nilova-n@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0001-5514-2338>

Степченко С., <https://orcid.org/0000-0003-2808-9644>

Сидоренко С., <https://orcid.org/0000-0001-5046-117X>

Ключай О., <https://orsid.org/0000-0001-8735-2209>

УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого

Аннотация

Цель исследований. Анализ преимуществ и определение эффективности машин для подпочвенного внесения жидких азотных удобрений в ресурсосберегающих технологиях путем оценки качества работы аппликатора DRAGON 6000.

Методы исследований: теоретические (анализ и синтез информационных ресурсов); экспериментально-полевые; статистические (математическая обработка результатов исследований) по общепринятым методикам.

Результаты. Проведены экспериментальные исследования влияния скоростных режимов инжекторного колеса аппликатора DRAGON 6000 для внесения жидких азотных удобрений КАС на качество выполнения технологического процесса.

Установлено, что во время проведения прикорневой подкормки жидкими удобрениями посевов кукурузы с междурядьем 70 см агрегат способен обеспечить суточную наработку 120 гек-

таров в 16-рядном исполнении и прогнозируемо 180 га – в 24-рядном, при условии правильной организации работ и подготовки персонала.

Отмечено, что в условиях роста цен на минеральные удобрения и изменения климата внедрение экологических подходов и ресурсосберегающей технологии внесения КАС на основе аппликатора DRAGON 6000 является актуальной задачей, которая позволит успешно конкурировать на мировом рынке.

Выводы.

1. Аналитический обзор отечественных и зарубежных информационных ресурсов подтверждает, что технология подпочвенного внесения жидких минеральных удобрений, в частности карбамидно-аммиачных смесей (КАС) по сравнению с внесением сухих и других жидких удобрений, приобретает все большее распространение благодаря лучшей эффективности, является производной удлиненного прикорневого питания растений, рационального позиционирования удобрений на требуемой глубине, минимизации потерь на испарение, улучшенной засухоустойчивости при выращивании сельскохозяйственных культур, а также имеет значительные преимущества благодаря уменьшению потерь действующего вещества, удобства настройки и управления рабочим процессом.

2. Исследованиями подтверждена возможность обеспечения представленной конструкцией машины постоянной глубины проникновения игл в почву при широком диапазоне влажности и различной скорости движения, а также возможность выбора рациональных размеров защитной зоны для обработки растений кукурузы без повреждений, чтобы достичь приемлемой эффективности использования жидких удобрений.

3. ООО «РОПА-УКРАИНА» представляет на рынок потребителям аппликатор украинского производства DRAGON 6000, который прошел производственную проверку на площади 500 га при сплошном внесении жидких удобрений КАС по вегетирующим растениям пшеницы и в процессе междурядного (прикорневого) внесения КАС на посевах кукурузы площадью 1100 гектаров.

4. С изменением скорости в диапазоне (5...10) км/ч, в сложных условиях работы при избыточной влажности почвы, аппликатор DRAGON 6000 стабильно обеспечивает глубину вхождения в почву игл длиной 6 см на глубину 4,9 см в защитной зоне на расстоянии 5 см от стеблей. В этих условиях фиксация удобрений является качественной, а повреждения растений не отмечено.

5. По результатам экспериментальных исследований, аппликатор гарантирует высокие показатели технологической надежности работы и качества технологического процесса, имеет хорошие транспортные характеристики и поперечную устойчивость при движении полевыми дорогами.

Ключевые слова: технология, жидкие удобрения КАС, аппликатор, инжекторное колесо, ресурсосбережение, эффективность.