

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВНЕСЕННЯ КАРБАМІД-АМІАЧНОЇ СУМІШІ АПЛІКАТОРОМ «DRAGON» ПРИ ВИРОЩУВАННІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Новохацький М., канд. с.-г. наук, доцент,
e-mail: novokhatskyi@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>

Шустик Л., канд. техн. наук, старший науковий співробітник
e-mail: shustik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3718-3667>

Сидоренко С.,
e-mail: silviya20@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5046-117X>

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

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

Лень О.,
<https://orcid.org/0000-0003-0454-119X>

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Анотація

Мета досліджень. Визначення впливу різних способів внесення КАС аплікатором «DRAGON» від «РОПА-Україна» на агрофізичні й агрохімічні показники ґрунту під посівами в період вегетації пшениці озимої, формування біометричних показників і показників структури врожайності та продуктивності рослин агрофітоценозу.

Методи досліджень. Польові дослідження внесення КАС аплікатором «DRAGON» проводилися на полях господарства СТОВ «Плосківське», с. Плоске, Білоцерківського району Київської області на посівах озимої пшениці та супроводжувалися лабораторними аналізами і польовими спостереженнями. Статистична обробка даних обліку проводилася методом дисперсійного аналізу.

Схемою досліду передбачалося внесення рідких мінеральних добрив КАС аплікатором «DRAGON» на поверхню ґрунту (рослин) та в ґрунт за допомогою інжекторів. Досліди супроводжувалися спостереженнями, аналізами й обліками. Для визначення структури врожаю відбиралися пробні снопи. Висновки щодо ефективності застосування конкретного агротехнічного прийому базувалися на результатах порівняння показників значень оціночних критеріїв, одержаних в експерименті, зі значеннями контрольного варіанту.

Результати досліджень засвідчили, що внесення добрив впливає на забезпечення рослин доступними елементами живлення і є дієвим засобом підвищення продуктивності польових культур, у тому числі пшениці озимої.

За результатами аналізу проб ґрунту протягом усього періоду вегетації пшениці озимої вміст рухомих форм фосфору та калію у ґрунті був високим і дуже високим на всіх варіантах дослідів. Перед входом у зиму щільність складання залежно від варіанта дослідів та шару ґрунту становила від 0,94 до 1,30 г/см², на час відновлення вегетації щільність складання шару ґрунту 0-40 см знаходилась в межах 0,82-1,36 г/см³. Максимальною щільність складання – 1,36 г/см³ – була у варіанті підживлення ін'єкційним способом. Водночас її показники не виходили за межі оптимальних параметрів.

Різниця між кількістю рослин на одиниці площі до досягнення фази повної стиглості на варіантах із різними способами внесення КАС становила 9,5%: за ін'єкційного внесення добрив густота стояння рослин становила 4,949 млн. шт./га, за поверхневого – 5,420 млн. шт./га.

Біологічна врожайність зерна озимої пшениці на контрольному варіанті, де підживлення не застосовувалося, становила 75,7 ц/га. Підживлення посівів КАС сприяло приросту врожаю на 6,7-13,6 ц/га.

Висновки. Використання аплікатора «DRAGON-6000» виробництва ТОВ «Ропа Україна» при внесенні КАС сприяє утриманню продуктивної вологи, розуцільненню ґрунту, темпам накопичення надземної маси, озерненості колосків, формуванню кращих агрохімічних і біометричних показників ґрунту під посівами в період вегетації пшениці озимої, формуванню кращих біометричних показників і показників структури врожайності та продуктивності рослин агрофітоценозу.

Ключові слова: аплікатор, інжектор, добрива, спосіб внесення добрив, карбамідно-аміачна суміш, продуктивна волога, ущільнення ґрунту, біологічна врожайність, структура врожайності.

Вступ. У сучасному сільськогосподарському виробництві використовується багато ефективних засобів внесення добрив, що сприяють підвищенню врожайності пшениці, яка є однією з найважливіших зернових культур [Guarin et al., 2022]. Головними складовими, які впливають на підвищення врожайності, є своєчасне та правильне внесення основної дози добрив і підживлення рослин мінеральними добривами в процесі їхньої вегетації. [Barrow, 1985; Nikolajsen, 2020; Mazurenko et al., 2021; Дейкун та ін., 2023].

Зараз застосування новітніх видів добрив у сільському господарстві значно відрізняється від попередніх етапів, що сприяє оптимізації органічного та відновлюваного землеробства завдяки традиційним технологіям, технологіям no-till та точного землеробства. Однак варто розуміти, що жодна технологія не може забезпечити необхідного врожаю без використання сучасних засобів хімізації, які сприяють покращенню мінерального живлення рослин. Саме тому завдяки високому технічному оснащенню, яке забезпечує оптимізацію живлення рослин із їхнім захистом, можна досягти бажаного результату — високої врожайності. Однак пошук ефективних, екологічно прийнятних технологій, що гарантують стабільно високий урожай при зниженні собівартості та негативного впливу засобів інтенсифікації на довкілля, залишається актуальним [Chaika et al., 2021].

Нинішня ситуація на ринку добрив як ніколи потребує оптимізації системи живлення рослин, пошуку шляхів підвищення коефіцієнтів використання поживних речовин і ефективності виробництва [Lawrencia et al., 2021].

Перед аграріями постає завдання от-

римання максимальної економічної віддачі від кожної гривні, вкладеної в добрива, що можливо за рахунок впровадження нових форм добрив, способів їхнього внесення, оптимізації норм і схем застосування [Guo et al., 2020; Jena et al., 2020].

Зараз переважна більшість господарств України в своїх технологіях вирощування використовує сухі добрива, але при цьому зростає популярність застосування їхніх рідких форм.

Застосування сухих або рідких добрив — питання не стільки технологічного характеру, скільки ґрунтово-кліматичного. Несвоєчасні опади та їхня недостатня кількість на території України змушують адаптуватися до кліматичних змін, що стало передумовою для переходу до використання рідких добрив як для основного внесення, так і припосівного та як підживлення.

Відомо, що всі добрива здатні позитивно впливати не лише на розвиток рослин, але й підвищувати їхню стійкість до несприятливих умов, у тому числі до посухи і хвороб. Однак у зонах, де кількість опадів і запаси продуктивної вологи знаходиться в діапазоні до 500 мм/рік, сухі добрива не здатні розкрити свій потенціал, водночас рідкі мають суттєві переваги [Логинова, 2016].

Так, при порівнянні співвідношення між вмістом і вартістю діючої речовини сухих гранульованих і рідких азотних добрив вартість одиниці діючої речовини рідких добрив на 25-50% менше вартості сухих. Тому використовувати рідкі азотні добрива економічно вигідніше за гранульовані. Окрему групу рідких азотних добрив становить карбамідно-аміачна суміш (КАС), що останнім часом все більше використовується сільськогосподарськими

виробниками.

Постановка завдань. Адаптація новітньої техніки та технологій під різні виклики, пов'язані з ресурсозбереженням, змінами клімату та бойовими діями, є надзвичайно актуальним питанням. Зміна загальних кліматичних умов зумовила підвищення ризиків слабого забезпечення вологою в період вегетації культурних рослин, що зменшує ефективність гранульованих добрив. Окрім того, в умовах тотального подорожчання комплексних мінеральних добрив загострюється необхідність пошуку більш дешевих і надійних джерел мінеральних елементів для польових культур. Перспективним напрямком у цьому контексті є використання рідких мінеральних добрив, зокрема КАС — карбамідно-аміачних сумішей.

Нами проведено польові дослідження для перевірки ефективності застосування КАС, що передбачали його внесення на поверхню ґрунту (рослин) та ін'єкційно в ґрунт (за допомогою голчастих аплікаторів) порівняно з контрольною ділянкою без внесення добрив.

Завдання польових досліджень передбачали:

- визначення ефективності внесення рідкого добрива КАС аплікатором «DRAGON» на посівах озимої пшениці;
- дослідження процесів формування елементів продуктивності пшениці озимої за умови застосування рідких комплексних добрив, внесених різними способами аплікатором «DRAGON»;
- дослідження стану та процесів функціонування посівів пшениці озимої, показників агрофізичного й агрохімічного стану ґрунту, показників біологічної врожайності пшениці озимої та її структури за прикореневого ін'єкційного та листового суцільного способів підживлення

аплікатором «DRAGON».

Методи та матеріали. Дослідження ефективності внесення КАС аплікатором «DRAGON» проводилися на полях господарства СТОБ «Плосківське», с. Плоске Білоцерківського району Київської області на посівах озимої пшениці та супроводжувалися лабораторними аналізами і польовими спостереженнями. Статистичну обробку даних обліку проводили методом дисперсійного аналізу.

Схемою досліду, представленою на рисунку 1, передбачалося внесення рідких мінеральних добрив КАС аплікатором «DRAGON» на поверхню ґрунту (рослин) та в ґрунт за допомогою інжекторів.

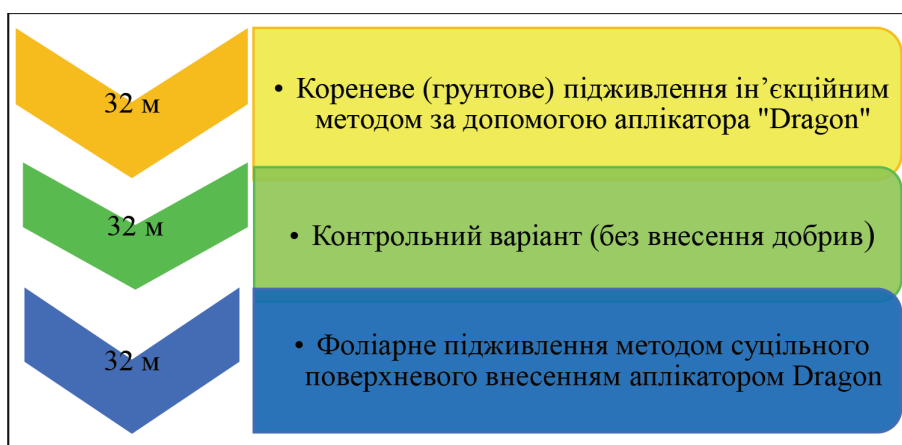


Рисунок 1 – Схема польового дослідження з визначення ефективності способів внесення КАС аплікатором «DRAGON»

Польові та лабораторні дослідження виконувалися згідно з вимогами методики дослідної справи, описаної Доспеховим Б. А. [Доспехов, 1985]; аналіз біометричних показників проведено за методикою Бочкарьової Л. П. [Грицаєнко та ін., 2003].

Досліди супроводжувалися спостереженнями, аналізами та обліками:

- щільність ґрунту — методом ріжучого кільця;
- вміст макроелементів у ґрунті — за загальноприйнятими стандартизованими методиками;
- густина стояння рослин — на початку вегетації культури та перед її збиранням шляхом суцільного підрахунку рослин на обліковій ділянці;
- облік величини та структури врожаю

— методом пробного снопа з подальшим суцільним поділянковим обмолотом;

— технологічна якість зерна — за такими показниками, як маса 1000 насінин і відношення маси соломи до маси зерна.

Висновки щодо ефективності застосування конкретного агротехнічного прийому базувалися на результатах порівняння показників значень оціночних критеріїв, одержаних в експерименті, зі значеннями контрольного варіанту.

Результати досліджень. «DRAGON» від ТОВ «РОПА-Україна» — аплікатор українського виробництва для внесення рідких добрив, який працює з міжряддями від 25 см до 70 см (рис. 2). Конструкційними особливостями є точковий принцип внесення, робоча глибина — 6–7 см, діаметр дисків — 530 мм, довжина голок-форсунок — 80 мм, кількість голок на диску — 12 шт., спосіб внесення рідких добрив — суцільний або міжрядний, принцип подачі рідини — під тиском [Шустік та ін., 2020].



Рисунок 2 – Аплікатор «DRAGON» (виробник – ТОВ «РОПА-Україна»)

Головним робочим органом аплікатора є дозуюче ін'єкційне колесо. При оберті голка у вертикальному положенні 90°, опущена вниз, проколює ґрунт і випускає добриво в прикореневу зону. Робочий орган дає змогу працювати в період вегетації рослини, оскільки немає різального диска, який може пошкодити кореневу систему рослини. Схема роботи ін'єкційного (інжекторного) колеса наведена на рисунку 3.

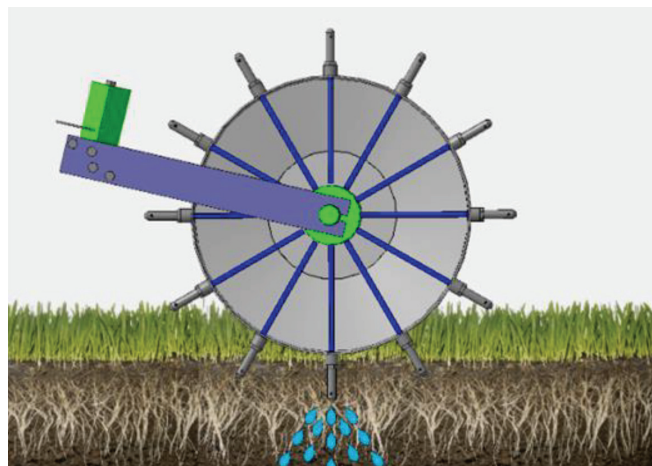


Рисунок 3 – Схема роботи ін'єкційного (інжекторного) колеса

Для одержання високого врожаю пшениці озимої важливо мати дружні й оптимальні за густотою сходи. Незважаючи на достатню кількість опадів у березні 2023 року, через низькі температури сповільнювалося утворення вторинної кореневої системи, тому рослини відновили вегетацію пізно. Установлено [Довгань, 2017], що час відновлення вегетації впливає на життєздатність, витривалість і продуктивність рослин пшениці озимої. У роки з пізньою весною за підвищених температури, вологості та різкого наростання тепла гальмується ріст рослин і спостерігається відмирання частини пагонів або навіть всієї рослини.

Внесення добрив впливає на забезпечення рослин доступними елементами живлення і є дієвим засобом підвищення продуктивності польових культур, у тому числі пшениці озимої.

Для нормального проходження фаз росту й розвитку рослинам необхідна достатня кількість фосфору. Фосфор необхідний рослині озимої пшениці на всіх фазах росту.

Рівень засвоєності фосфору з ґрунту восени був досить низьким у зв'язку з високим дефіцитом вологи (рис. 4). У 2022 р. терміни сівби озимої пшениці були дещо зміщені на пізні. Зниження температури повітря нижче +10°C також сприяло зниженню засвоєння фосфору кореневою системою пшениці. Увесь незасвоєний P_2O_5 зв'язується ґрунтовим поглинаючим комплексом.

Протягом усього періоду вегетації пшениці озимої вміст рухомого фосфору

в ґрунті був високим і дуже високим на всіх варіантах дослідів. На ділянках без підживлення КАС (контроль) вміст фосфору протягом вегетації був 21,4-25,3 мг/100 г ґрунту. Підживлення озимої пшениці сприяло збільшенню кількості рухомих форм фосфору, зокрема на початку вегетації рослин, на 26-27%. Динаміка вмісту рухомого фосфору в шарі ґрунту 0-10 см представлена на рисунку 4.

На рисунку 5 наведено динаміку вмісту рухомого калію.

Ґрунти, на яких розміщувалися дослідні посіви, за оптимального зволоження можуть забезпечувати рослини агрофітоценозу достатньою кількістю елементів живлення, зокрема калієм. Так, протягом усього періоду вегетації пшениці озимої вміст рухомих форм калію в ґрунті був дуже високим згідно з ДСТУ 4362:2004 «Якість ґрунту. Показники родючості ґрунту» – більше 18,0 мг на 100 г ґрунту.

Для отримання високих врожаїв сучасне сільське господарство значною мірою покладається на застосування азотних добрив. На дослідних ділянках вносилося рідке добриво КАС, яке містить амонійну, амідну й нітратну форми азоту, завдяки чому добриво діє пролонговано, а рослини протягом вегетації забезпечуються трьома формами азоту. Всі форми в добриві не інертні й не спричиняють втрат азоту, тому його можна вносити як поверхнево, так і безпосередньо в ґрунт. КАС – це добриво швидкої і тривалої дії.

За результатами аналізу проб ґрунту, вміст легкогідролізованого азоту у верхньому шарі ґрунту (0-10 см) був від дуже низького – 9,2-11,2 мг/100 г ґрунту у фазі повних сходів на всіх варіантах, до середнього – 16,7-17,8 мг/100 г ґрунту, у фазі колосін-

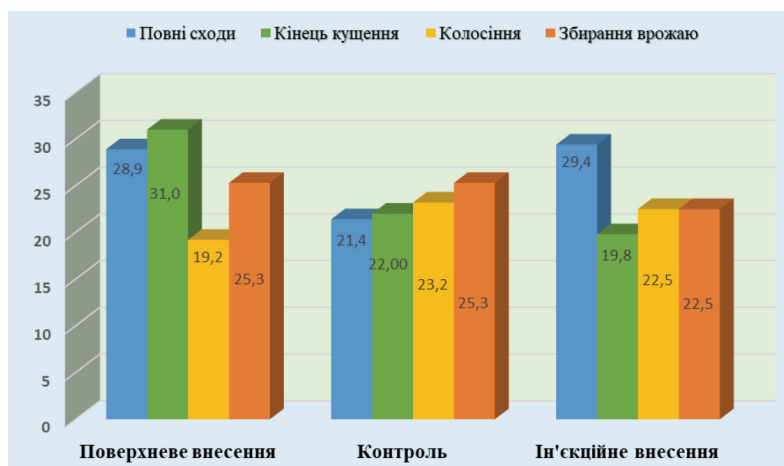


Рисунок 4 – Динаміка вмісту рухомого фосфору в шарі ґрунту 0-10 см під дослідними посівами протягом вегетації пшениці озимої, мг/100 г ґрунту

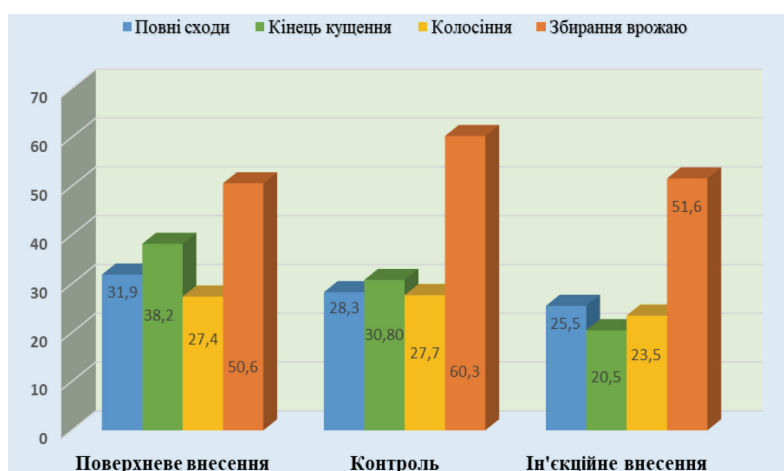


Рисунок 5 – Динаміка вмісту рухомого калію в шарі ґрунту 0-10 см під дослідними посівами протягом вегетації пшениці озимої, мг/100 г ґрунту

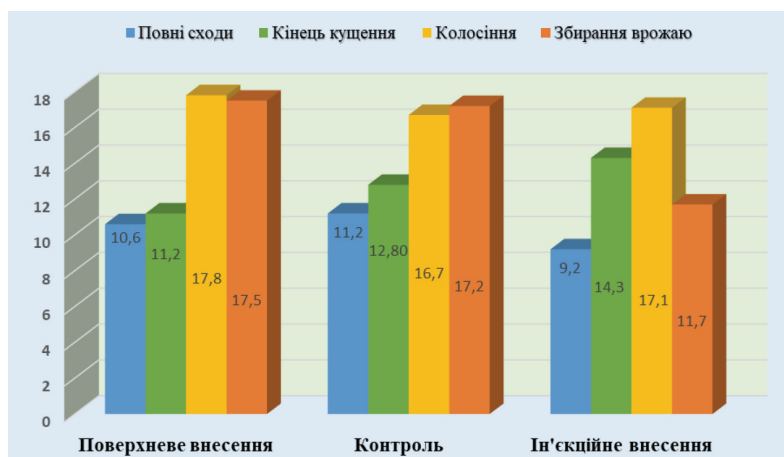


Рисунок 6 – Динаміка запасів легкогідролізованого азоту в шарі 0-10 см, мг/100 г ґрунту

ня. Динаміка запасів легкогідролізованого азоту в шарі 0-10 см, мг/100 г ґрунту представлено на рисунку 6.

Внесення КАС впливало на наявність в ґрунті легкогідролізованого азоту за варіантами дослідів в межах схеми наших досліджень. На кінець фази кушення максимальну кількість легкогідролізованого азоту в шарі ґрунту 0-10 см зафіксовано за використання поверхневого (фоліарного) підживлення. Протягом подальших періодів вегетації та до її завершення найбільша кількість легкогідролізованого азоту в ґрунті під посівами пшениці озимої була виявлена за використання підживлення ін'єкційним способом.

Відбір зразків ґрунту для визначення щільності складення орного шару в досліді проводився за настання основних фаз росту та розвитку рослин пшениці озимої. Отримані результати досліджень свідчать, що в посівах пшениці озимої перед входом у зиму щільність складання залежно від варіанта дослідів і шару ґрунту становила від 0,94 до 1,30 г/см² (за оптимальної для пшениці озимої 1,10-1,40 г/см³). На час відновлення вегетації щільність складення шару ґрунту 0-40 см була в межах 0,82-1,36 г/см³. Максимальною щільність складення — 1,36 г/см³ — була у варіанті підживлення ін'єкційним способом. Водночас її показники не виходили за межі оптимальних.

На рисунку 7 наведено динаміку щільності шару ґрунту 0-10 см під досліджуваними посівами пшениці озимої.

Застосування підживлень у межах схеми наших досліджень сприяло зростанню щільності шару ґрунту 0-10 см, порівняно з контролем.

У кінці фази кушення та в період повної стиглості за достатнього зволоження ґрунту застосування підживлення ін'єкційним способом спричиняло розуцільненню ґрунту порівняно з контролем та поверхневим (фоліарним) підживленням.

Величина накопичення вегетативної маси рослин пшениці озимої має важливе

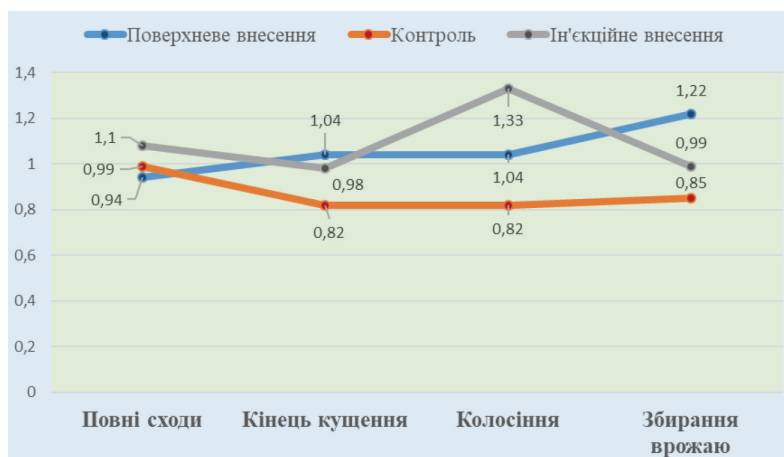


Рисунок 7 – Динаміка щільності шару ґрунту 0-10 см під досліджуваними посівами пшениці озимої

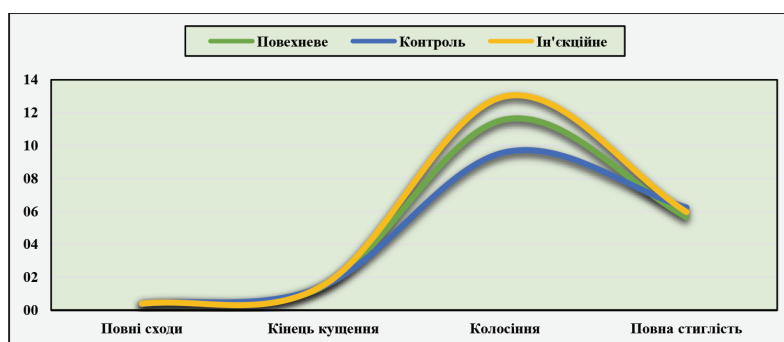


Рисунок 8 – Динаміка наростання вегетативної маси рослин, г

значення у формуванні її продуктивності, оскільки елементи живлення з листків і стебел у подальшому використовуються для формування врожаю зерна. На думку деяких учених, для формування високої продуктивності необхідно сформувати велику вегетативну масу. Результати інших досліджень свідчать, що велика вегетативна маса може негативно впливати на продуктивність пшениці озимої. Дослідження показали, що застосування КАС різними способами впливали на темпи росту та розвитку рослин пшениці озимої, а також на динаміку наростання вегетативної маси рослин досліджуваних фітоценозів, яка наведена на рисунку 8.

Структура врожайності посівів пшениці озимої в межах схеми дослідів визначалася за результатами розбору пробних снопів, відібраних перед суцільним обмолотом фітоценозу. Результати представлені в таблиці 1.

Різниця між кількістю рослин на оди-

Таблиця 1 – Структура врожайності пшениці озимої залежно від способів внесення КАС

Показники структури врожайності пшениці озимої	Спосіб внесення КАС		
	поверхнєве внесення	ін'єкційне внесення	контроль (без внесення)
Густота стояння рослин, млн. шт./га	5,420	4,949	4,713
Продуктивна кущистість	1,40	1,80	2,00
Довжина колоса, см	7,76	7,42	7,51
Кількість колосків у колосі, штук	15,58	15,40	15,27
Озерненість колосків	2,37	2,46	2,46
Кількість зерен у колосі, штук	36,98	37,91	37,58
Маса зерна з колоса, г	1,65	1,70	1,63
Маса рослин, г	5,56	5,97	6,94
Маса 1000 насінин, г (розрахункова)	44,5	45,0	43,3

ниці площі, що досягли фази повної стиглості на варіантах із різними способами внесення КАС, становить 9,5%: за ін'єкційного внесення добрив густота стояння рослин становила 4,949 млн. шт./га, за поверхневого – 5,420 млн. шт./га.

Причина зрідження травостою за ін'єкційного внесення добрив – пошкодження рослин робочими органами агрегата в ході внесення добрив у ґрунт (рис. 9).

Існує пряма залежність урожайності пшениці озимої від кількості колосків у колосі, масою зерна з колоса, кількості зерен в колоску. Результати досліджень, наведені в таблиці 1, свідчать, що застосування підживлень впливала на продуктивну кущистість рослин, величину колоса та інші показники структури врожайності.

Ін'єкційне внесення добрив у межах схеми наших дослідів позитивно впливало на масу 1000 насінин і кількість зерна, що формувалося одним колосом, це показано на рисунку 10.

Застосування підживлення позитивно відображалось на кількості колосків у колосі рослин. При цьому слід зазначити, що колосків у колосі було більше за поверхневого



Рисунок 9 – Пошкодження рослин озимої пшениці робочим органом аплікатора «DRAGON» при виконанні технологічного процесу внесення добрив

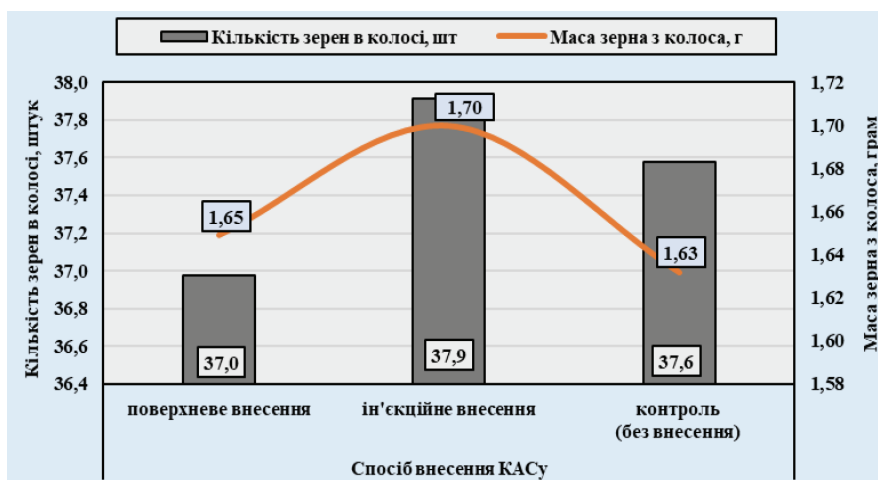


Рисунок 10 – Вплив способів внесення КАС на кількість і масу зерна з одного колоса

внесення КАС, однак різниця порівняно з іншими варіантами була доволі незначною (1-2%). У рослин дослідних посівів за ін'єкційного внесення КАС зростала озерненість колосків порівняно з варіантами, де добриво вносилося фоліарно, що дало змогу формувати найбільшу кількість зерен у колосі серед варіантів досліджень.

Проведені дослідження показали, що біологічна врожайність озимої пшениці залежить від системи удобрення. Залежність відображена на рисунку 11.

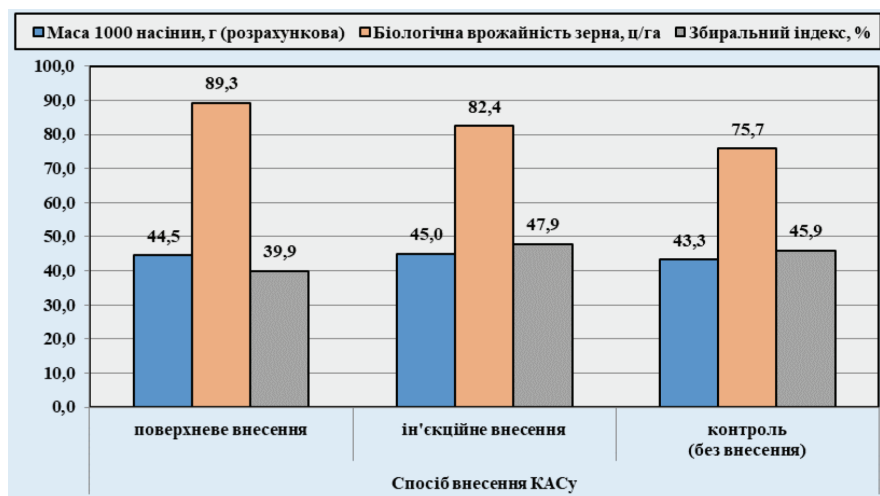


Рисунок 11 – Біологічна урожайність і збиральний індекс пшениці озимої залежно від способу внесення добрив

На контрольному варіанті, де підживлення не застосовувалося, біологічна врожайність зерна озимої пшениці становила 75,7 ц/га. Підживлення посівів КАС сприяло приросту врожаю на 6,7-13,6 ц/га. Щодо способу внесення КАС зазначимо таке: при поверхневому внесенні урожайність зерна була вищою порівняно з ін'єкційним внесенням, що пов'язано зі зрідженням травостою шляхом механічного втручання при підживленні за використання інжектора.

З метою оцінки технології внесення добрив нами визначено збиральний індекс озимої пшениці на дослідних ділянках – відношення маси зерна з рослини до загальної маси рослини. Його найменше значення на варіанті з поверхневим внесенням КАС – 39,9. При підживленні посіву ін'єкційним методом цей показник зростав до 47,9, тобто в 1,2 рази. Та-

ким чином, за використання ін'єкційного способу внесення добрива використовувалися ефективніше, оскільки зростала частка зерна в загальній фітомасі агрофітоценозу.

Обговорення. Важливе значення для агропромислового комплексу України має виробництво та науково обґрунтоване використання мінеральних добрив, які забезпечують приріст урожайності сільськогосподарських культур у середньому на 25-30% та поліпшують біохімічні показники

якості вирощеної продукції. При цьому, за даними багатьох досліджень, використання рідких азотних добрив порівняно з твердими є, як мінімум, однако-вим для живлення рослин, а найчастіше навіть кращи-ми, враховуючи їхню більш доступну рідку форму, тому використовувати рідкі азотні добрива економічно вигідніше. [Крамарьов та ін., 2020].

Однак є повідомлення і про суперечливі результати порівняння внесення рідких і твердих форм азотних добрив при вирощуванні пшениці [Walsh, Christiaens, 2016]. Багато досліджень підтверджують відсутність відмінностей в ефективності між рідкими та твердими добривами, а в деяких зазначено, що значні втрати аміаку відбуваються з рідких азотних добрив, що фактично зменшує вміст азоту в ґрунті [Silva, 2016].

Одним із видів рідких добрив з пролонгованою дією живлення на рослини є карбамідно-аміачна суміш (КАС) – сукупність розчинів аміачної селітри та карбаміду із місткістю до 28-32% азоту. Це, добриво не містить вільного аміаку, має певні технологічні переваги перед іншими рідкими і твердими азотними добривами та є чудовою системою для локального введення та позакореневого підживлення рослин. Окрім того, агробіологічні переваги КАС перед іншими азотними добрива-

ми обумовлені наявністю в їхньому складі всіх трьох форм азоту: амідної (NH_2^-), амонійної (NH_4^+) і нітратної (NO_3^-), тому КАС вважається максимально ефективним азотним добривом. [Крамарьов та ін., 2021].

Досліджено і такі методи внесення КАС, як поверхневе (позакореневе) і внутрішньогрунтове. При внутрішньогрунтовому внесенні добриво подається безпосередньо до кореневої системи, що сприяє швидкому засвоєнню поживних речовин рослинами.

Зацікавленість аграріїв у КАС підтверджується результатами наукових досліджень щодо впливу прикореневого підживлення пшениці озимої та ріпака розчинами КАС у різних дозах на підвищення врожайності [Ваймар, 2019].

Останнім часом значна увага виробників-аграріїв приділяється інжекторному внесенню в ґрунт рідких добрив, в якому робочий орган — інжекторне колесо [Шустік та ін., 2020]. Технологія внесення карбамідно-аміачних сумішей (КАС) порівняно з внесенням інших твердих і рідких азотних добрив, набуває все більшого поширення. Саме порівнянню інжекторного (грунтового) та поверхневого внесення КАС і присвячені наші дослідження.

Для внесення рідких мінеральних добрив як на поверхню ґрунту, так і прикоренево необхідно мати якісну сучасну техніку. Щоб отримати високий економічний ефект від використання рідких добрив, їх потрібно вносити не тільки своєчасно, але й якісно.

Висновки. Застосування карбамід-аміачних сумішей (КАС) набуває значного поширення завдяки високій ефективності. Дослідивши різні способи внесення КАС — прикореневий ін'єкційний (аплікатором «DRAGON») та листовий суцільний, — нами встановлено таке:

1. Ін'єкційне (грунтове) внесення добрив на посівах пшениці озимої сприяло збільшенню в ґрунті кількості рухомих форм фосфору, особливо на початку вегетації рослин. У період весняного від-

новлення вегетації на кінець фази кушення максимальну кількість легкогідролізованого азоту в шарі ґрунту 0-10 см нами зафіксовано за використання поверхневого (фоліарного) підживлення, а протягом подальшої вегетації до її завершення — ін'єкційним (грунтовым) способом.

2. Застосування підживлень також сприяло зростанню щільності шару ґрунту 0-10 см порівняно з контролем. У кінці фази кушення та в період повної стиглості за достатнього зволоження ґрунту застосування підживлення ін'єкційним (грунтовым) способом спричиняло розуцільнення ґрунту порівняно з контролем і поверхневим (фоліарним) підживленням.

3. Підживлення озимої пшениці рідким добривом КАС сприяло збільшенню висоти рослин пшениці озимої у всіх фазах вегетації. За поверхневого внесення різниця порівняно з контрольним варіантом у різні фази була 2,1-7,8%, за ін'єкційного підживлення рослини озимої пшениці — вищою на 2,9-3,4% порівняно з контролем.

4. Нами зафіксовано відмінності за варіантами досліджень у темпах накопичення надземної маси пшениці озимої. Порівняно з контрольним варіантом, за поверхневого внесення КАС у фазі колосіння кількість зеленої маси була більшою на 21%, а при ін'єкційному — на 35%.

5. Застосування підживлення КАС сприяє збереженню рослин у посівах: кількість рослин на варіантах із застосуванням підживлення була на 5-15% більшою порівняно з контролем. Найбільшою густина стояння рослин у посівах на період повної стиглості була за використання поверхневого внесення КАС. Також це позитивно відображалось на кількості колосків у колосі рослин. При цьому колосків у колосі було більше за поверхневого внесення КАС. У рослин дослідних посівів за ін'єкційного внесення КАС зростала озерненість колосків порівняно з варіантами, де добриво вносилося фоліарно, що дало змогу формувати найбільшу серед варіантів досліджень кількість зерен у колосі. Ін'єкційне внесення добрив у

межах схеми наших дослідів позитивно впливало на масу 1000 насінин і кількість зерна, що формувалося одним колосом.

6. Біологічна врожайність зерна озимої пшениці становила 75,7 ц/га на контрольному варіанті, де підживлення не застосовувалося. Підживлення посівів КАС сприяло приросту врожаю на 6,7-13,6 ц/га. Щодо способу внесення КАС зазначимо, що при поверхневому внесенні урожайність зерна була вищою порівняно з ін'єкційним внесенням, що пов'язано зі зрідженням травостою шляхом механічного втручання робочих органів за використання інжектора при підживленні.

7. Найменше значення збирального індексу пшениці озимої — відношення маси зерна з рослини до загальної маси рослини — на дослідних ділянках нами встановлено на варіанті з поверхневим внесенням КАС — 39,9. При підживленні посіву ін'єкційним методом цей показник зростав до 47,9, тобто в 1,2 рази. Отже, за ін'єкційного способу внесення добрива використовувалися ефективніше, оскільки зростала частка зерна в загальній фітомасі.

Перелік літератури

- Ваймар, Ш. (2019). Внесення добрив під зернові та ріпак. *Агроном*, №3, 26-28. URL: <https://www.agronom.com.ua/vnesennya-dobriv-pd-zernov-ta-rpak/>
- Грицаєнко, З. М., Грицаєнко, А. О., & Карпенко, В. П. (2003). *Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів*. Київ: Нічлава. 464 с.
- Дейкун, В. Жук, Д. Мачок Ю. (2022). Огляд способів внесення та ефективності застосування мінеральних добрив. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Вип. 52. Кропивницький: ЦНТУ. С. 41-47. <http://zbirobniksgm.kntu.kr.ua/archive/52.html>.
- Доспехов, Б. А. (1985). *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. Изд. 5-е. М.: Агропромиздат, 352 с.
- Крамарьов, С. М., Бандура, Л. П. Хорошун, К. О. Крамарьов, О. С. Пісоцький, С. С. (2021). Порівняльна оцінка розчинів КАС та інших азотних добрив. *Агроном*. №2(27). с.24-30.
- Крамарьов, С. М., Крамарьов, О. С., Демиденко, В. Г., Хорошун, К. О., Пісоцький, С. С., Бондарь, В. Ю., Рубан, С. М., Цуркан, К. П. (2020). *Економічна ефективність використання карбамід-аміачних сумішей(КАС) в сучасних системах удобрення сільськогосподарських культур*. Монографія. Дніпро: Нова ідеологія, 195 с.
- Логинова І. Жидкие комплексные удобрения (2016). *Агроном*. URL: <https://www.agronom.com.ua/zhydkye-kompleksnye-udobreniya/>
- Шустік, Л., Нілова, Н., Степченко, С., Сидоренко, С., & Клочай, О. (2020). Дослідження ефективності застосування аплікатора DRAGON 6000 для внесення рідких добрив КАС у ресурсощадних технологіях. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*, 27 (41), 268-279.
- Barrow, N. J. (1985). Comparing the effectiveness of fertilizers. *Fertilizer Research*, 8, 85-90.
- Chaika, T., Korotkova, I., Barabolia, O., Shokalo, N., Chetveryk, O., Bilenko, O., & Krykunova, V. (2021). Technological peculiarities of the mustang and Triticum dicoccum (Schrack) Schuebl wheat cultivation according to organic farming standards. *International Journal of Botany Studies*, 6 (6), 205-210.
- Guarin, J. R., Martre, P., Ewert, F. et al. (2022). Evidence for increasing global wheat yield potential. *Environmental Research Letters*, 17 (12), 124045. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aca77c>
- Guo, Y., Zhang, M., Liu, Z., Zhao, C., Lu, H., Zheng, L., & Li, Y. C. (2020). Applying and optimizing water-soluble, slow-release nitrogen fertilizers for water-saving agriculture. *ACS omega*, 5(20), 11342-11351.
- Jena, J., Palai, J. B., & Maitra, S. (2020). Modern concepts of Fertilizer Application. *Advanced Agriculture*, 388-403. DOI: 10.30954/NDP-advagr.2020.20

Lawrencia, D., Wong, S. K., Low, D. Y. S., Goh, B. H., Goh, J. K., Ruktanonchai, U. R., ... & Tang, S. Y. (2021). Controlled release fertilizers: A review on coating materials and mechanism of release. *Plants*, 10(2), 238.

Mazurenko, B., Kalenska, S., Honchar, I., & Hrygirevskiy, M. Y. (2021). Formation of productive elements in winter wheat by seed dressing application with slow-release complex fertilizers. *Plant & Soil Science*, 12(4). DOI: 10.31548/agr2021.04.007

Nikolajsen, M. T., Pacholski, A. S., & Sommer, S. G. (2020). Urea ammonium nitrate solution treated with inhibitor technology: effects on ammonia emission reduction, wheat yield, and inorganic N in soil. *Agronomy*, 10(2), 161.

Silva, G. (2016). All Fertilizers are not Created Equal. Michigan State University Extension. https://www.canr.msu.edu/news/all_fertilizers_are_not_created_equal

Walsh, O. S., & Christiaens, R. J. (2016). Relative efficacy of liquid nitrogen fertilizers in dryland spring wheat. *International Journal of Agronomy*. Volume 2016. Article ID 6850672. <https://doi.org/10.1155/2016/6850672>

References

Barrow, N. J. (1985). Comparing the effectiveness of fertilizers. *Fertilizer Research*, 8, 85-90.

Chaika, T., Korotkova, I., Barabolia, O., Shokalo, N., Chetveryk, O., Bilenko, O., & Krykunova, V. (2021). Technological peculiarities of the Mustang and Triticum dicoccum (Schränk) Schuebl wheat cultivation according to organic farming standards. *International Journal of Botany Studies*, 6 (6), 205 - 210.

Deikun, V., Zhuk, D., Machok, Yu. (2022). Review ways of input and efficiency application of mineral fertilizers. Design, production, and operation of agricultural machines. Issue 52. Kropyvnytskyi: Central Technical University. P. 41-47. <http://zbiirniksgm.kntu.kr.ua/archive/52.html>

Dospekhov, B. (1985). Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research results). Ed. 5th M.: Agropromizdat, 352 p.

Guarin, J.R., Martre, P., Ewert, F. et al. (2022). Evidence for increasing global wheat yield potential. *Environmental Research Letters*, 17 (12), 124045. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aca77c>

Guo, Y., Zhang, M., Liu, Z., Zhao, C., Lu, H., Zheng, L., & Li, Y. C. (2020). Applying and optimizing water-soluble, slow-release nitrogen fertilizers for water-saving agriculture. *ACS omega*, 5(20), 11342-11351.

Hrytsaenko, Z., Hrytsaenko, A., & Karpenko, V. (2003). Methods biological and agrochemical research plants and soils. Kyiv: Nichlava. 464 p.

Jena, J., Palai, J.B., & Maitra, S. (2020). Modern concepts of Fertilizer Application. *Advanced Agriculture*, 388-403. DOI: 10.30954/NDP-advagr.2020.20

Kramarev, S., Bandura, L., Khoroshun, K., Kramarev, O., Pisotskyi, S. (2021). Comparative rating KAS solutions and others nitrogen fertilizers. *Agronomist*. #2(27). pp. 24-30.

Kramarev, S., Kramarev, O., Demydenko, V., Khoroshun, K., Pisotskyi, S., Bondar, V., Ruban, S., Tsurkan, K. (2020). Economical efficiency of using urea-ammonia mixtures (CAS) in modern systems fertilizing agricultural crops. Monograph. Dnipro: New ideology, 195 p.

Lawrence, D., Wong, S. K., Low, D. Y. S., Goh, B. H., Goh, J. K., Ruktanonchai, U. R., ... & Tang, S. Y. (2021). Controlled release fertilizers: A review on coating materials and mechanism of release. *Plants*, 10 (2), 238.

Loginova, I. (2016). Liquid complex fertilizers. *Agronomist*. URL: <https://www.agronom.com.ua/zhydkye-kompleksnye-udobrennya/>

Mazurenko, B., Kalenska, S., Honchar, I., & Hrygirevskiy, M. Y. (2021). Formation of productive elements in winter wheat by seed dressing application with slow-release complex fertilizers. *Plant & Soil Science*, 12 (4). DOI: 10.31548/agr2021.04.007

Nikolajsen, M. T., Pacholski, A. S., & Sommer, S. G. (2020). Urea ammonium nitrate solution treated with inhibitor technology: effects on ammonia emission reduction,

wheat yield, and inorganic N in soil. *Agronomy*, 10 (2), 161.

Shustik, L., Nilova, N., Stepchenko, S., Sydorenko, C., & Klochay, O. (2020). Research efficiency application DRAGON 6000 applicator for applying liquid KAS fertilizers in resource-saving technologies. Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture of Ukraine, (27 (41)), 268-279.

Silva, G. (2016). All Fertilizers are not

Created Equal. Michigan State University Extension. https://www.canr.msu.edu/news/all_fertilizers_are_not_created_equal

Walsh, OS, & Christiaens, RJ (2016). Relative efficacy of liquid nitrogen fertilizers in dryland spring wheat. *International Journal of Agronomy*. Volume 2016. Article ID 6850672. <https://doi.org/10.1155/2016/6850672>

Weimar, Sh. (2019). Application of fertilizers for cereals and rape. *Agronomist*, No. 3, 26-28. URL: <https://www.agronom.com.ua/vnesennya-dobriv-pd-zernov-ta-rpak/>

UDC 631.333

STUDY OF THE EFFICIENCY OF UREA-AMMONIA MIXTURE APPLICATION WITH «DRAGON» APPLICATOR IN GROWING WINTER WHEAT

Novokhatskyi M., Ph.D. in Agr. Sc.

e-mail: novokhatskyi@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>

Shustik L., Ph. D in Tech. Sc.

e-mail: shustik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3718-3667>

Sydorenko S.,

e-mail: silviya20@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5046-117X>

Stepchenko S.,

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

Klochay O.,

<https://orcid.org/0000-0001-8735-2209>

Len O.,

<https://orcid.org/0000-0003-0454-119X>

L. Pogorilyy UkrNDIPVT

Summary

The purpose of this research is determination of the effect of various methods of application of KAS by the DRAGON applicator from "ROPA-Ukraine" on the agrophysical and agrochemical parameters of the soil under crops during the growing season of winter wheat, the formation of biometric indicators and indicators of the yield structure and productivity of agrophytocenosis plants.

Materials and Methods. Field studies on the application of KAS by the DRAGON applicator were conducted in the fields of the «Ploskivske» STOV farm, village Ploske, Bilotserkiv district, Kyiv region, on winter wheat crops and were accompanied by laboratory analyses and field observations. Statistical processing of accounting data was carried out by the method of variance analysis.

The scheme of the experiment provided for the introduction of liquid KAS mineral fertilizers with the DRAGON applicator on the surface of the soil (plants) and into the soil with the help of injectors. Observations analyses and accounts accompanied experiments. To determine the structure of the crop, sample sheaves were selected. Conclusions regarding the effectiveness of applying a specific

agrotechnical method were based on the results of comparing the values of the evaluation criteria obtained in the experiment with the values of the control variant.

Results showed that application of fertilizers affects the supply of plants with available nutrients and is an effective means of increasing the productivity of field crops, including winter wheat.

According to the results of the analysis of soil samples throughout the growing season of winter wheat, the content of mobile forms of phosphorus and potassium in the soil was high and very high in all variants of the experiment. Before the onset of winter, the compaction density, depending on the variant of the experiments and the soil layer, was from 0.94 to 1.30 g/cm². At the time of vegetation recovery, the density of the 0-40 cm soil layer was within 0.82-1.36 g/cm³. The maximum compaction density – 1.36 g/cm³ – was in the version of feeding by injection. At the same time, its indicators did not go beyond the optimal parameters.

The difference between the number of plants per unit area, before reaching the phase of full ripeness on variants with different methods of KAS, was 9.5%: with injection application of fertilizers, the density of standing plants was 4.949 million pcs./ha, for surface – 5.420 million units/ha.

The biological yield of winter wheat grain on the control option, where fertilization was not applied, was 75.7 c/ha. Fertilization of KAS crops contributed to an increase in yield by 6.7-13.6 t/ha.

Conclusions. The use of the DRAGON - 6000 applicator manufactured by ROPA Ukraine LLC when applying KAS contributes to the retention of productive moisture, loosening of the soil, the rate of accumulation of above-ground mass, graininess of ears, the formation of better agrochemical and biometric indicators of the soil under crops during the growing season of winter wheat, the formation of better biometric indicators and indicators of the yield structure and productivity of agrophytocenosis plants.

Keywords: Applicator, injector, fertilizers, fertilizer application method, urea-ammonia mixture, productive moisture, soil compaction, biological yield, yield structure.