



## **Slovak international scientific journal**

№41, 2020

### **Slovak international scientific journal VOL.1**

The journal has a certificate of registration at the International Centre in Paris – ISSN 5782-5319.

The frequency of publication – 12 times per year.

Reception of articles in the journal – on the daily basis.

The output of journal is monthly scheduled.

Languages: all articles are published in the language of writing by the author.

The format of the journal is A4, coated paper, matte laminated cover.

Articles published in the journal have the status of international publication.

The Editorial Board of the journal:

Editor in chief – Boleslav Motko, Comenius University in Bratislava, Faculty of Management

The secretary of the journal – Milica Kovacova, The Pan-European University, Faculty of Informatics

- Lucia Janicka – Slovak University of Technology in Bratislava
- Stanislav Čerňák – The Plant Production Research Center Piešťany
- Miroslav Výtisk – Slovak University of Agriculture Nitra
- Dušan Igaz – Slovak University of Agriculture
- Terézia Mészárossová – Matej Bel University
- Peter Masaryk – University of Rzeszów
- Filip Kocisov – Institute of Political Science
- Andrej Bujalski – Technical University of Košice
- Jaroslav Kovac – University of SS. Cyril and Methodius in Trnava
- Paweł Miklo – Technical University Bratislava
- Jozef Molnár – The Slovak University of Technology in Bratislava
- Tomajko Milaslavski – Slovak University of Agriculture
- Natália Jurková – Univerzita Komenského v Bratislave
- Jan Adamczyk – Institute of state and law AS CR
- Boris Belier – Univerzita Komenského v Bratislave
- Stefan Fišan – Comenius University
- Terézia Majercakova – Central European University

1000 copies

Slovak international scientific journal

Partizanska, 1248/2

Bratislava, Slovakia 811 03

email: [info@sis-journal.com](mailto:info@sis-journal.com)

site: <http://sis-journal.com>

# CONTENT

## BOTANY

### *Okrushko S.*

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE GROWTH  
REGULATOR MARS EL ON THE FORMATION OF ROOT  
YIELD CARROTS ..... 3

### *Tomchuk V.*

TRENDS OF PLANT FERTILIZATION UNDER NEW  
PRODUCTION CONDITIONS ..... 7

## CHEMISTRY

### *Tirkasheva S., Ziyadullaev O., Buriyev F.*

VINYLATION OF 1-PHENYL-3-METHYLBUTYN-1-OL-3  
ACETYLENE ..... 18

### *Shumeiko A., Afonkin A.*

PRODUCTION OF SOME ELECTRONICALLY -  
SATURATED ARILS (HETARIL) OF OXYRANS IN  
INTERPHASIC AND HOMOGENEOUS CONDITIONS ... 25

## CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

### *Mustafina G., Krasnikova N.*

ANALYSIS OF RAW MATERIALS FOR HEAVY CONCRETE  
IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN..... 30

## ELECTRICAL ENGINEERING

### *Volyanskaya Ya., Volyanskiy S.*

TASKS OF CONTROL SYSTEM'S AUTOMATION FOR  
MULTI PURPOSE DUAL-DUTY VESSELS..... 33

## MATERIALS SCIENCE AND MECHANICS OF MACHINES

### *Pipchenko O.*

FEATURES OF SHIP HEADING MANEUVERING IN  
CLOSE QUARTERS SITUATION ..... 39

## MEASURING SYSTEMS

### *Viediernikov D.*

MODELS AND METHODS FOR SIGNAL PARAMETERS  
ESTIMATION IN EXCESS NON-GAUSSIAN CORRELATED  
NOISE ..... 47

грунтознавства. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Львів, 2016. С. 376-381.

5. Окрушко С.Є. Вплив стимуляторів росту на врожайність столових буряків та моркви. Вісник ХНАУ. Харків. 2016. № 2. С. 109–114.

6. Окрушко С.Є. Вплив стимуляторів росту на урожайність овочевих культур. Збірник наукових праць ВНАУ. 2017. № 5. С. 34–39.

7. Повх О. В. Формування показників біопродуктивності моркви столової під впливом органічного ферментованого добрива та мікробіологічного препарату. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2014. № 4. С. 111-114.

8. Романюк Н., Думанчук Н., Думанчук Я., Скворонська І., Закорчемна О., Терек О. Вплив регуляторів росту івіну та емістиму С на ріст та врожайність рослин моркви (*Daucus sativus*). Вісник

Львів. ун-ту. Серія біологічна. 2002. Вип. 31. С. 283-292.

9. Сидора В.В. Маркетингові аспекти формування та розвитку ринку овочевої продукції. Збірник тез міжнародної науково-практичної конференції: «Сучасний стан та перспективи розвитку овочівництва». 2017. С. 161-166.

10. Статистичний збірник «Рослинництво України». К., 2019. 220 с.

11. Ткачук О.О. Екологічна безпека та перспективи застосування регуляторів росту рослин. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2014. №3 (114). С. 41-44.

12. Ходаніцька О.О., Колісник О.М. Застосування стимуляторів розвитку в практиці рослинництва. Materiály XVI Mezinárodní vědecko - praktická konference «Moderní vymoženosti vědy». Praha. 2020. С. 45-49.

## ТЕНДЕНЦІЇ ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН ЗА НОВИХ ВИРОБНИЧИХ УМОВ

*Томчук В.В.*

*асистент кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
Вінницький національний аграрний університет*

## TRENDS OF PLANT FERTILIZATION UNDER NEW PRODUCTION CONDITIONS

*Tomchuk V.*

*Assistant of Professor  
of the Department of Agricultural Engineering and Technical Service  
Vinnitsia National Agrarian University,  
Ukraine*

### Анотація

У статті досліджено перевагу рідких мінеральних добрив перед твердими гранульованими в ситуації з недостатнім зволоженням ґрунту. Виявлено, що за відсутності вологи, гранули розчиняються не зразу і можуть пролежати в землі кілька місяців, рідкі ж добрива – навпаки швидко проникають в ґрунт і починають негайно засвоюватись рослинами. Обґрунтовано, що застосування рідких мінеральних добрив допомагає вирішувати проблему із забезпеченням рослин азотом. Проаналізовано різні способи внесення розчинів азотних добрив в ґрунт від безводного аміаку до фертигації і зазначено, що найбільш безпечним і раціональним способом є внесення азоту у вигляді КАС і рідких комплексних добрив. Розглянуто конструкції машин та інноваційні технології внесення рідких мінеральних добрив.

### Abstract

The article examines the advantage of liquid mineral fertilizers over solid granular ones in the situation with insufficient soil moisture supply. It has been found that under the absence of moisture, the granules do not dissolve immediately and can lie in the ground for several months, while liquid fertilizers, on the contrary, quickly penetrate into the soil and begin to get absorbed by plants immediately. It is substantiated that the use of liquid mineral fertilizers helps to solve the problem of plant supply with nitrogen. Various methods of applying solutions of nitrogen fertilizers in the soil from anhydrous ammonia to fertigation are analyzed and it is noted that the safest and the most rational practice is to apply nitrogen in the form of carbide-ammonia mixture and liquid complex fertilizers. Machine constructions and innovative technologies of application of liquid mineral fertilizers are considered.

**Ключові слова:** тверді та рідкі мінеральні добрива, ефективність удобрення, способи внесення, засоби механізації, система SpikeWheel, фертигація.

**Keywords:** solid and liquid mineral fertilizers, fertilizer efficiency, methods of application, mechanization tools, SpikeWheel system, fertigation.

**Постановка проблеми.** Нині, виробництво та раціональне використання добрив є надзвичайно актуальним для агропромислового комплексу, а для науки – поштовхом для пошуку нових видів складних добрив, головним чином за дефіциту традицій-

них органічних добрив і подорожчання мінеральних, особливо це стосується азотних. В асортименті азотних добрив, що використовуються в усіх ґрунтовокліматичних зонах, переважають аміачна селітра, карбамід та їх суміш (КАС). Вони трансформуються в системі ґрунт-рослина і активно

включаються в загально біологічний кругообіг азоту, забезпечуючи потреби вегетуючих рослин в азоті. Але поряд з відомими перевагами, ці форми азотних добрив мають істотні недоліки – високу розчинність у воді, підвищене вимивання з орного шару нітратів, що призводить до забруднення поверхневих і підґрунтових вод, а аміак, що випаровується, пригнічує ріст рослин. Крім того, застосування високих доз добрив часто пов'язане з накопиченням у сільськогосподарській продукції, а також у ґрунті, значної кількості нітратного азоту, що призводить до зниження якості продукції.

Застосування добрив не тільки позитивно впливає на ріст і розвиток рослин, підвищує схожість та енергію проростання, а також стимулює коренеутворення, сприяє підвищенню врожайності культур та якості сільськогосподарської продукції.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Вплив добрив на ріст і розвиток рослин залежить від сорту та рівня живлення, повноцінний режим якого більше від інших факторів впливає на насінневі, продовольчі та якісні показники. Дослідженнями проведеними науковцями в різних ґрунтово-кліматичних умовах доведено, що добрива сприяючи підвищенню врожайності, одночасно можуть поліпшувати або погіршувати якість сільськогосподарської продукції. Це залежить від ряду факторів: дози, співвідношення, форми, строків та способів внесення добрив, погодних умов тощо.

Вітчизняні науковці вказують про перевагу рідких мінеральних добрив, зокрема КАС, за ефективністю над класичними гранульованими, твердими азотними добривами [1], зазначаючи при цьому про покращення забезпеченості рослин азотом від застосування КАС [2]. П.А. Горшков та Г.П. Жемела, які тривалий час вивчали ефективність застосування азотних добрив вказують на те, що рослини пшениці озимої поглинають 2/3 всієї кількості азоту у період від часу весняного відновлення вегетації до початку колосіння [3, 4]. Оскільки рідкі азотні добрива типу КАС містять одразу три форми азоту (нітратну, амонійну та амідну) виникає зацікавленість у внесенні його в різні технологічні етапи при вирощуванні культур і порівняно з іншими азотними добривами, як аміачна селітра та карбамід. Мікроелементи здатні підвищувати схожість та посилювати розвиток рослин. Однак багато аспектів цієї багатогранної проблеми залишаються невирішеними й потребують наукового обґрунтування.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є висвітлення результатів аналізу застосування рідких мінеральних добрив і засобів їх внесення в аграрних підприємствах.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Режим живлення рослин - дуже важливий аспект високого і якісного врожаю сільськогосподарських культур.

М.С. Чижова, А.І. Денисенко, В.Н. Рибіна В.Н. зазначають, що останнім часом збіднення ґрунтів пов'язано зі слабким ресурсним забезпеченням, коли органічних добрив вносять недостатньо через

практичну відсутність традиційного напівперепрілого гною. Не забезпечує поповнення ґрунту органікою і сучасний добір сільськогосподарських культур внаслідок порушення науково обґрунтованих сівозмін з включенням багаторічних бобових рослин. До того ж, відомо, що бобові культури здатні розсолювати ґрунт, структурувати його, розчиняти важко закріплені (фіксовані ґрунтом) сполуки фосфору [5].

Глобальний попит на добрива у світовій індустрії стрімко зростає з 50-х років ХХ сторіччя. Використання добрив між 1950 і 1988 рр. збільшилося з 14 млн до 144 млн т., за очікуваннями IFA у 2019/20 рр. Досягне 200 млн тонн.

За даними ФАО ООН, фактичний рівень застосування мінеральних добрив у країнах світу неоднаковий. Найвищим цей показник є у Нідерландах, де на 1 га вносять 258 кг, у Великобританії – 247 кг, Ізраїлі – 240 кг, Німеччині – 202 кг, Білорусі – 194 кг, Польщі – 176 кг, Франції – 169 кг, Чехії – 153 кг, США – 137 кг д. р. мінеральних добрив [6].

Добрий урожай сільськогосподарських культур вдається за сприятливого збігу в дії різних факторів. При тотожності окремих умов вирощування культур фахівці готові віддати 5% значущості на технологію обробітку ґрунту, 20% - на сорт і досконалий посів, далі йдуть погода, захист рослин, людський фактор, чверть важливості припадає на підживлення рослин.

Роль внесення мінерального живлення рослин в Україні нині набуває нового звучання. Якщо раніше у більшості господарств вважалось достатнім розсипати гранули по полю і приорати їх, а навесні внести в ґрунт селітру чи позакоренево карбамід, то сьогодні після значних кліматичних змін до підвищення температур, зменшення опадів до рівня цілорічної посухи, такий підхід не діє. Причина в тому, що добрива зростають в ціні і постійно впроваджуються нові пріоритети і результативніші технології. Щоб залишатись конкурентними, виробники мусять ретельно рахувати кошти, особливо за умов введення ринку землі.

Залежно від виду добрив, їх ефективність може бути набагато вищою відповідно до строків та технологій внесення. Якщо говорити про найбільш ефективні способи мінерального живлення рослин, то необхідно згадати про регулярне внесення органіки, яка останнім часом через відсутність тваринництва і відмову від посівів багаторічних бобових трав може надходити в ґрунт при правильному використанні соломи і пожнивних решток [7].

Наразі у застосуванні мінеральних добрив найбільш технологічно й економічно вигідними є їх рідкі форми, які забезпечують різке зменшення витрат порівняно з туками, повну механізацію навантажувально-розвантажувальних робіт, високу рівномірність розподілення в ґрунті, поліпшення санітарно-гігієнічних умов, зменшення витрат праці [8].

Інтерес до рідких форм добрив бере свій початок ще з античних часів, коли фермери Греції, Китаю та інших країн транспортували рідкі органічні

відходи на поля. Як уже зазначалося вище, комерційний інтерес до виробництва рідких добрив з'явився на початку ХХ ст., спочатку для внесення у гідропонію і фертигації, а вже с середини сторіччя – для прямого внесення в ґрунт. Проте, відставання у технологічних рішеннях для їх внесення обмежували використання [9].

Ще Ю. фон Лібіх, який розробив теорію мінерального живлення рослин наголошував, що відсутність чи нестача одного поживного елементу при наявності в ґрунті всіх інших робить його неефективним для належного росту і розвитку рослин. Ґрунт забезпечує високий рівень урожайності, якщо містить поживні елементи в потрібному вигляді та кількості.

Рідкі мінеральні добрива останнє десятиліття завдяки різним факторам і не в останню чергу через зміни клімату, що спричинили появу безплужного обробітку ґрунту, поступово повернулись на поля. І, якщо в старі часи вносили аміачну воду і безводний аміак восени під оранку, а влітку вносили аміачну воду і водорозчинні суміші під бур'яки та інші просапні, то нині рідкі добрива вносять і при підготовці ґрунту, і при посіві, і при догляді за культурами, і при внесенні засобів захисту, і при зрощенні.

Добрива поділяють на різні групи, беручи до уваги різні їх ознаки і властивості. За походженням бувають природні і штучні. За хімічним складом вони бувають органічні, мінеральні та бактеріальні. Мінеральні добрива за вмістом сполук поділяють на прості, комплексні і мікродобрива. За характером дії розрізняють добрива прямої та опосередкованої дії. За фізичним станом – рідкі та тверді. Тверді мінеральні добрива застосовують у вигляді гранул.

У сучасному сільському господарстві серед мінеральних добрив використовуються прості азотні, фосфорні і калійні добрива, а також комплексні та мікродобрива. Класично всю суму добрив, внесених під культуру за вегетацію поділяють на основне добриво, що вноситься з осені під основний обробіток і додаткове, що вноситься при посіві і догляді за культурою. При переході на пряму сівбу основне навантаження по внесенню добрив припадає на процес сівби. Завчасно закладають в ґрунт добрива довготривалої дії.

За умов дефіциту вологи увага виробників все більше зосереджується на рідких мінеральних добривах – РМД. Це пов'язано з тим, що їх виробництво обходиться дешевше і вони краще розподіляються при підґрунтового внесенні. РМД краще зберігаються, транспортуються, точно дозуються, підходять для замульчованих полів і для диференційованого адресного внесення при технологіях точного землеробства.

Крім, того, в рідких добривах менше токсичних для рослини речовин. Наприклад, при гранулюванні сечовини утворюється біурет, кількість якого визначається прямою залежністю від температури й часу нагрівання [10].

Вважаємо, що елементи живлення у таких добривах перебувають у максимально доступному

для кореневої системи рослин вигляді. Це стосується не лише усім відомих рідких видів азотних добрив і передусім широкого популярного КАС, але й РМД, до складу яких може входити оптимально підібрана лінійка макро- й елементів, починаючи з фосфору і калію та закінчуючи незамінними для багатьох культур бору, цинку, молібдену тощо.

КАС – це суміш водних розчинів аміачної селітри та карбаміду (у співвідношенні 35,4% карбаміду, 44,3% селітри, 19,4% води, 0,5% аміачної води). Густина рідкого добрива складає до 1,34 кг/м<sup>3</sup>. КАС відрізняється якісними і кількісними позитивними особливостями дії у порівнянні з іншими формами добрив. В КАС при взаємодії з мікроорганізмами амідна форма азоту переходить у доступну рослинам амонійну форму. В процесі нітрифікації, якщо температура ґрунту досить висока для мікробної активності, амонійна форма азоту переходить у нітратну. Таким чином, під час внесення КАС, який має різні форми азоту, ми одержуємо пролонгований ефект його засвоєння рослинами. Крім того, процеси взаємного перетворення азоту в ґрунті залежать від безлічі факторів (температури, вологості, аерованості, кислотності та ін.), тому наявність різних форм азоту в ґрунті може розглядатися ще і як «страхова функція».

Після внесення КАС у ґрунт ця форма акумулюється в орному шарі й стає доступною рослині протягом вегетації. Така система засвоєння азоту робить КАС добривом швидкої й тривалої дії. КАС має широкий спектр застосування: для прикореневого підживлення рослин, основного внесення під оранку й передпосівну культивуацію, для внесення на поверхню ґрунту до або після висіву. Для стандартного листового внесення КАС рекомендовано в малих дозах. Під час внесення досягається висока точність дозування й рівномірність розміщення на поверхні ґрунту. Використання КАС можна поєднувати з мікроелементами, пестицидами, регуляторами росту рослин, що мінімізує витрату на їхнє застосування [11].

КАС не забруднює навколишнє середовище, поліпшує споживання азоту під час посухи, експлуатаційні витрати на його внесення значно нижчі, ніж інших добрив. КАС не токсичний, не пожежо- і вибухонебезпечний, що особливо актуально для селітр. Внесення КАС проводять з найбільш точною нормою внесення. Собівартість азоту в КАС найбільш низька, оскільки втрати азоту при внесенні КАС не перевищують 10% від загального азоту, тоді як при внесенні гранульованих азотних добрив досягають 30-40%.

КАС застосовують серійні машини для підживлення рідкими добривами ПЖУ-2,5, ПЖУ-5, ПЖУ-9; обприскувачі ОП-2000-2-0 І; автомобільні напівпричепи ГКБ-9653, ГКБ-9677, ППЦУ-9370; тракторні заправники ОЗТП-9625 та ОЗТП-9654, а також переобладнані цистерни РЖ І-8 зі штангою АША-15, АРУП-8, РЖТ-4, ХТС-100,27 тощо [11].

Кращий час для позакореневого підживлення розчинами КАС - ранкові (якщо немає роси) та вечірні години. У прохолодну й похмуру погоду

працювати можна протягом дня. Не слід підживлювати рослини розчинами КАС, якщо температура вища за 20°C, низька відносна вологість повітря або день сонячний: можливі опіки листової поверхні рослин (найуразливіше молоде листя). В усі фази розвитку рослин розчини КАС (навіть у дозі 10 кг азоту/га) спричинюють незначні опіки рослин, але це не призводить до зниження врожаю [11].

Готовність РМД негайно вступити в дію забезпечує вимогу своєчасності живлення рослин відповідно до фаз розвитку, а відмінне дозування економить ресурси.

Всі складності в процесах внесення мінеральних добрив сконцентровані навколо внесення азоту. Азот швидко вивірюється або вимивається з ґрунту залежно від форми, в якій перебуває в ґрунті. Головними контролерами затримки і споживання азоту в ґрунті є волога, температура і швидкість наростання кореневої системи культури. Останній чинник спонукає до дроблення норми внесення азоту, застосування прикорневих технологій внесення і внесення по листу.

Найбільшої відповідальності і дотримання регламенту вимагає внесення безводного аміаку. Це добриво містить 82,2% азоту і має дуже цінні супутні переваги перед твердими добривами тому, що має лужну реакцію і розкислює ґрунт, а також дезинфікує ґрунт вбиваючи гризунів, личинки шкідників і збудників хвороб.

Внесення безводного аміаку характеризується рівномірним розподіленням його в шарі ґрунту, а також більшою доступністю активної речовини рослини. Під впливом безводного аміаку в ґрунті зростає кількість рухливих форм фосфору, калію й мікроелементів, що поліпшує режим рослинного живлення.

Добриво під новий урожай вносять тоді, коли середньодобова температура не перевищує 10°C і процеси нітрифікації уповільнені. В разі внесення аміаку при температурі вище 16°C можливе інтенсивне утворення нітратів і вимивання їх опадами. При недостатній вологості аміак не зв'язується в ґрунті і випаровується.

Застосовують рідкий азот під усі культури і вносять восени по прокультивованій на глибину 18-20 см глибокій оранці.

Ми переконані, що крім перерахованих переваг існують суттєві недоліки застосування безводного аміаку. Оскільки безводний аміак – це газ, який зберігається у зрідженій формі під тиском, необхідне спеціальне обладнання для його застосування та спеціально навчений персонал, а також технологія не підходить для мінімальної і нульової технологій.

На всіх стадіях роботи добриво становить великий ризик для здоров'я людей, якщо не дотримуватися належних запобіжних заходів. Внесення безводного аміаку проводять спеціальним сертифікованим обладнанням спеціалізовані фірми. Логістика добрива складна, вимагає узгоджень із заводом-виробником і фірмою підрядником, а також наявність дозвільних документів від контролюючих органів.

Така технологія удобрення культур доступна великим господарствам тому, що перевага від внесення добрива настає від застосування на площі від однієї тисячі гектарів і більше. Сума виграшу становить 30-35% на одиницю внесеного азоту [12].

На другому місці за складністю організації знаходиться аміачна вода. Аміачна вода – високоефективне рідке мінеральне добриво для зернових, технічних та овочевих культур, картоплі, цукрових буряків, багаторічних трав тощо. За впливом на врожай аміачна вода не поступається твердим аміачно-нітратним добривам, а у посушливі роки навіть перевершує їх. Це розчин технічного аміаку у воді лужної реакції, в якому частка аміаку становить не менше 23-25%.

Аміачну воду при внесенні у ґрунт можна використовувати під всі сільськогосподарські культури при обов'язковому її закладанні на глибину 10-15 см, а на ґрунтах легкого механічного складу – на всю глибину орного шару. Аміачна вода сильно зв'язується ґрунтом і при внесенні восени не вимивається атмосферними опадами. Азот аміаку краще утримується ґрунтом, ніж амонійний азот твердих добрив.

Перед сівбою зернових та інших культур вузькорядної сівби вносити аміачну воду необхідно машинами з більш вузьким розміщенням сошників (20-25 см), при внесенні під польові культури просапного типу аміачну воду вносять до середини міжрядь або на відстані 15-20 см від рядків. Рекомендовані дози внесення під зернові – 40-60 кг/га, під технічні культури – 60-90 кг/га і під овочеві – 50-70 кг/га діючої речовини (азоту) на фоні фосфорно-калійних добрив та гною.

Завдяки миттєвому засвоєнню рослинами водорозчинного азоту аміачна вода є економічним та ефективним рідким добривом. Разом з цим аміачна вода сприяє знищенню шкідників.

Аміачна вода вважається високоефективним добривом, призначеним для багаторічних трав, овочевих та зернових культур, буряка та картоплі. NH<sub>4</sub>OH – це 25% розчин аміаку в воді. При цьому рідина має різкий запах нашатирного спирту та вміщує в собі 20,5% азоту.

Така жовтувата або безбарвна рідина використовуються для будь якого виду ґрунтів та багатьох типів рослин, але обов'язковою умовою вважається загортання її в землю на глибину близько 15 см. При цьому азот даного добрива краще утримується ґрунтом на відміну від амонійного азоту твердих речовин. Аміак, розведений в воді, часто використовують, обробляючи ґрунт під час передпосівної культивування та з метою підживлення просапних культур.

Вважаємо, що водний аміак дуже легко засвоюється сільськогосподарськими культурами, при цьому його просто вносити, що сприятиме відлякуванню шкідників. Однією з переваг використання такого добрива являється скорочення трудових витрат, оскільки всі процеси його транспортування, внесення та зберігання механізовано. Тим

більше речовина обійдеться дешевше, ніж інші такого призначення. При цьому вона невибухонебезпечна та негорюча.

Зберігати такий препарат варто в сталевих цистернах, герметично закритих. Важливо пам'ятати, що при роботі з аміачною рідиною потрібно дотримуватись всіх правил безпеки, оскільки токсини можуть пошкодити дихальні шляхи та слизову оболонку очей.

Добриво, завдяки лужній реакції азоту, зможе добре розкислювати ґрунти. А рідка форма дозволить рівномірно та ефективно вносити його на полях великої площини та на необхідну глибину. Також перевагами аміачної води можна назвати: низький тиск, необмежений термін зберігання, нездатність руйнувати чорний метал, схильність замерзання при температурі  $-56^{\circ}\text{C}$  тощо.

У СРСР у 80-х роках на поля вносили близько 40% азотних добрив у вигляді аміачної води. В США вносять до 50% азотних добрив у рідкому вигляді, в Україні лише близько 15% господарств застосовують аміачну воду [13].

Ця цифра зумовлена браком техніки та обладнання для зберігання, транспортування та внесення її у ґрунт. Використовувати аміачну воду в радіусі 20–30 км від постачальника доцільно за прямою схемою: постачальник – поле. Аміачну воду перевозять автомобільним або тракторним транспортом. Для зберігання аміачної води використовують сталеві цистерни, що герметично зачиняються. Допускається використання цистерн з-під дизельного палива. У поле аміачну воду найчастіше доставляють тракторними причіпними цистернами (8–10 м<sup>3</sup>), обладнаними для примусового заправлення культиваторів через герметичні легкознімні муфти. Задля зменшення просторів транспортних засобів рекомендується встановлювати польові ємності у 25–50 м<sup>3</sup> і проводити заправку культиваторів просто з ємностей.

Для внесення аміачної води використовують різні культиватори. За основного обробітку ґрунту (на глибину до 22 см) використовують навісний культиватор КУ-3А (агрегується з тракторами Т-

150К) та напівпричіпний культиватор КУ-6А (агрегується з тракторами 250–300 к.с.). Використання цих культиваторів дає змогу поєднати безполицевий обробіток ґрунту з внесенням добрив. Культиватори мають два ряди лап, диски та прикоткувальний коток. На культиваторах встановлено резервуари для аміачної води, мембранно-поршневий насос з приводом від коткувального котка та пульт управління, який дає змогу встановити потрібну норму внесення. Для кожної лапи культиватора передбачені відсікаючі пристрої, які захищають від довільного витікання аміачної води під час зупинок і розворотів агрегату. Заправка резервуарів відбувається через герметичні легкознімні муфти з кранами для виключення можливості витікання та випаровування аміаку [13].

За культивації (на глибину 10–15 см) використовують агрегати АША-2, АША-4, КПС-4 з обладнаннями для внесення аміачної води, КПС-8, а також КУ-3А, КУ-6А.

За міжрядної культивації (на глибину 10–15 см) використовують просапні культиватори КРН-5,6; УСМК-5,4 з підживлювачем ЭКО-600Л, який встановлено просто на культиватор. Із допомогою нескладного переобладнання підживлювач можна використовувати для стрічкового внесення пестицидів.

Під час роботи з аміачною водою слід дотримуватись правил техніки безпеки, оскільки пари аміаку викликають подразнення слизових оболонок очей і дихальних шляхів. Кожний, хто працює з аміачною водою, має добре знати її основні ознаки, вимоги техніки безпеки та суворо дотримуватись правил зберігання, транспортування та внесення в ґрунт.

Найбільш технологічним, практичним і безпечним у застосуванні серед рідких добрив є КАСи. Ці добрива найчастіше використовують протягом весняно-літнього періоду для дробного внесення азоту та різних бакових сумішей при посіві і догляді за культурами. Розпочинає роботи опрыскувач «ROSA» на підживленні озимих рис. 1 [14].



Рис. 1. Обприскувач «ROSA»

Джерело: сформовано за [14]

Наднизький тиск на ґрунт (до 0,01МПа) дозволяє використовувати ці агрегати на слабонесучих перезволожених ґрунтах і на полях зі сходами культурних рослин у фазі куцїння без утворення технологічної колїї.

Перевагами над іншими самохідними або причіпними обприскувачами та розкидачами є те, що агрокомплекс «ROSA» здатен розпочати роботи по внесенню добрив та ЗЗР на три-чотири тижні раніше, незважаючи на погодні умови, вологу та опади. Свочасне підживлення є головним у забезпеченні високого та якісного врожаю.

Універсальність агрокомплексу «ROSA», здатність змінювати робочі модулі та чотири типи колїс дозволяє використовувати їх впродовж всього року, починаючи з першого раннього головного підживлення, друге та третє підживлення, після чого або одночасно завдяки зміні колїс забезпечує внесення ґрунтових, страхових та інших ЗЗР. Осінні роботи по внесенню рідких або твердих добрив та ЗЗР також забезпечить агрокомплекс «ROSA».

У залежності від рельєфу місцевості виробники пропонують своїм клієнтам обприскувачі шириною захвату 20 метрів або 24 метри.

Агрокомплекс «ROSA» відрізняє висока продуктивність – система паралельного водіння, система контролю внесення, робочі швидкості підтверджені реальними польовими випробуваннями в діапазоні від 15 до 50 км/год., тобто в 2-3 рази вище за агрегати на базі колїсних тракторів, витрати палива до 0,2л/га. [14].

Новим інноваційним рішенням на ринку внесення рідких препаратів стала американська інжектора система SpikeWheel, для введення рідких добрив та ґрунтових інсектицидів.

Незалежно від виробника, принцип роботи усіх інжекторних машин подібний. Зазвичай це колеса, що виготовлені з алюмінію та нержавіючої сталі. Кожне колесо має 12 шпич з твердого сплаву. Саме через шпичі рідке добриво закладається в ґрунт на глибину 6 см. Шпичі працюють за принципом шприцу: тиск в 1,5-8 бар вичавлює в ґрунт добрива, які надалі діють на культуру через коріння під час всього вегетаційного періоду. Тиск на один ін'єкційний шип складає 45 кг на 1 см<sup>2</sup> - це дозволяє вносити добрива навіть на поля під no-till та strip-till. Простіше кажучи, велика кількість пожнивних решток не впливає на заглиблення машини в ґрунт (рис. 2).





Рис. 2. Секція американської інжекторної системи SpikeWheel

Джерело: сформовано за [15]

Інноваційну систему SpikeWheel характеризує виконання за один прохід підживлення рідкими добривами та розпушування ґрунту за принципом ротаційної борони. Крім того, цей вид внесення добрив забезпечує добрий розвиток кореневої системи та ідеально пасує під мульчування та пряму сівбу, оскільки рідкі добрива діють у кореневій зоні та не втрачаються через стикання або випаровування. Також ефект ротаційної борони справляє позитивний вплив, надто це помітно на глинистих ґрунтах. За рахунок того, що добрива не застосовують поверхнево, зростання бур'янів також знижується.

Застосування КАС при посіві технічних культур дає змогу отримувати дружні сходи, сприяє формуванню розвиненої кореневої системи і в підсумку позитивно впливає на збільшення врожайності. Результати особливо яскраво проявляються на просяних культурах, насамперед на кукурудзі.

Застосування КАС практикується при листовому підживленні, однак внесення його у ґрунт одночасно з посівом також дає гарний ефект. Експерименти, проведені в різних наукових сільгоспуставах довели, що припосівне добриво, внесенне на старті росту культури для задоволення потреби рослин в елементах живлення в період від проростання до появи повних сходів допомагає сформувати розвинену кореневу систему в більш стислий термін і сприяє розвитку в молодих рослин стійкості до посухи, шкідників, хвороб, бур'янів.

При адресному внесенні припосівного добрива зростає ефективність його використання. Особливо це стосується фосфатів. Значного поширення адресне внесення набуло у тих виробників, які застосовують ресурсозберігаючі технології посіву No-till і Mini-till.

Загалом при роботі за такими технологіями перед аграріями постає проблема внесення добрив як

таких: якщо ґрунт не підготовлений механічно, то як вносити добрива? Єдиним варіантом є внесення їх відразу ж під час сівби.

Найбільш важливими елементами для припосівного внесення агрономи називають фосфор і азот. У початковий період росту – перших двох тижнів після проростання насіння – у рослин спостерігається підвищена потреба у фосфорі, оскільки він бере участь у процесах синтезу й гідролізу вуглеводів, а фосфорна кислота – в синтезі амінокислот у рослинах. Фосфор в РКД присутній у вигляді орто- і поліфосфатів у повністю засвоюваній формі.

Зрозуміло, що ґрунт має містити необхідний для закладення основ урожаю запас доступних рослинам поживних речовин. Накопичення їх у ґрунті до посіву за рахунок мобілізації природних запасів у деяких регіонах ускладнене через брак вологи в літньо-осінні місяці. Особливо низькими запасами рухливих форм елементів живлення характеризуються поля, на яких вирощувалися культури з пізнім збиранням. Саме тому в таких зонах ефективно працює припосівне рідке добриво [10].

Представники господарств це також почали розуміти. І особливо ця тема актуальна в регіонах із дефіцитом вологи й невисокими врожайми.

Там, де ґрунт має бути закритий мульчею, при внесенні добрив поверхнево азот насамперед буде засвоюватися мікроорганізмами для розкладання рослинних залишків, що містяться у верхньому шарі.

З кожним роком зростають продажі машин, доукомплектованих системою для рідкого внесення добрив. Також спостерігається підвищення попиту на сівалки із внесенням рідких добрив. Багато аграріїв уже хочуть мати в базовій комплектації сівалки опцію внесення рідких добрив.

У регіонах із достатнім зволоженням мінеральні добрива, навіть внесені при посіві у вигляді

гранул, досить швидко отримують бажану вологу і, розчинившись, надійдуть до коріння. А в посушливих регіонах сівба ярих культур відбувається, як правило, в умовах значного дефіциту вологи, і внесення гранульоване добриво може зв'язувати значну кількість дорогоцінної рідини, додатково посилюючи її нестачу. Це найчастіше може бути причиною затримки появи сходів. У разі ж застосування рідких добрив цей негативний ефект мінімізується.

Якщо у сприятливих регіонах кліматичні умови (вологість і тривалі плюсові температури) дають змогу отримувати високі врожаї практично завжди, то в умовах дефіциту вологи у ґрунті агрономи борються за навіть незначне збільшення врожайності. Таким чином, застосування рідких добрив одночасно з посівом наочно продемонструвало ефективність у зонах із недостатнім зволоженням ґрунтів. Там же воно набуло й найбільшого поширення.

У світовій практиці активно використовують внесення рідких добрив одночасно з посівом у таких країнах, як Австралія (з огляду на серйозний обмежуючий чинник: низьку вологість ґрунту), Канада й США. Не дивно, що ці країни першими стали розробляти й використовувати спеціальні пристосування для внесення таких добрив.

Сучасні технічні засоби дають можливість обладнати будь-яку сівалку для одночасного з посівом внесення РМД. Головне визначитися з двома речами: де встановити бак для рідини і як організувати власне спосіб внесення. Спосіб внесення може бути два – разом з висівом насіння і в міжрядді.

При внесенні азотних добрив, наприклад, КАС як припосівного, існує велика ймовірність опіку насіння, особливо при високих дозах підживлення. Отже, сівалка повинна мати можливість вносити КАС окремо від насінневого ложа. Однак, при внесенні всієї норми добрив при посіві варто пам'ятати про велику ймовірність зниження польової схожості. Особливо при високих дозах, які будуть необхідними в міру збільшення врожайності. Вважається, що доза внесення припосівного добрива не повинна перевищувати 20 кг/га д.в. кожного елемента живлення. Це пов'язано з тим, що при прямому контакті без прошарку ґрунту добрив із насінням висока концентрація розчину солей може негативно позначитися на схожості насіння.

Конструктивно це не становить особливості складності. Може застосовуватися система різних коліс, які заробляють насіння усталих із зміщенням від рядка, тощо. Тобто фактично можна поставити просто бічний відвід у міжряддя. Наприклад, вносити в міжряддя рідкі добрива можуть просапні сівалки Great Plains YP3025A.

Фосфор і калій із місця внесення переміщуються дуже слабо, в той час як коренева система рослин з верхнього шару ґрунту, що швидко пересихає, розвивається вглиб у пошуках вологи. Тому при внесенні рідких добрив краще закладати їх нижче від насінневого ложа. Наприклад, так працюють всі зернові сівалки компанії Bourgault, обладнані системою MRB та моделі YP825A і

YP1625AHL від Great Plains, які можуть закладати КАС на глибину 3–10 см збоку від рядка. Попри всі переваги, припосівне внесення рідких добрив поки ще дуже мало поширене як у Європі, так і в Україні. В основному це поки що одиничні замовлення, але тенденція до їх збільшення вже прослідковується.

Насамперед це пов'язано з незручністю зберігання та логістики. Якщо сухі гранульовані добрива просто відвантажують мішками й без проблем зберігають на звичайному складі, то здійснити доставку рідини і зберігати її в готовому вигляді набагато складніше: необхідні спеціальні резервуари, у тому числі й для транспортування РКД до сівалок. Крім того, виникає проблема зберігання при мінусових температурах. Тому бажано, щоб виробництво таких добрив було розташоване поблизу місця внесення.

Можна, звісно, й самостійно готувати суміші на місці, закупаючи сировину в сухому вигляді (наприклад, порошкоподібний сульфат амонію). Переваги очевидні: менше клопотів із доставкою та зберіганням порошку, при цьому діюча речовина відчутно дешевша.

Крім того, можна експериментувати зі складниками добрива. Деякі аграрії навіть підмішують у розчини суху форму калію й отримують азотно-фосфорно-калійне добриво. Однак цей шлях потребує точних знань пропорції виготовлення суміші (вони часто бувають рухливими), встановлення розчинового вузла, помпи й іншого обладнання для приготування рідкого добрива.

З готовим розчином працювати простіше, але для цього потрібне створення певної інфраструктури, тоді інтерес до рідких добрив зростає. Цей шлях розвитку перевезення рідких добрив може бути здійснено за аналогією з доставкою ПММ: бензовози (у цьому випадку розвізники рідких добрив) наповнюють великі сховища (танки) готовою сумішшю, а потім цистерни розвозять її в невеликих обсягах до місця застосування (на поля господарства) або, що більше практично, в невеликі накопичувальні сховища біля полів.

Просапні сівалки, як правило, конструктивно мають більше можливостей для встановлення бункера на сівалку (широкі дишли). В той час як при використанні зернових емність із рідкими добривами найчастіше чіпляють як окрему одиницю. І далі від цих цистерн організовується система доставки добрив – широкі шланги, які йдуть або до сошників насіння (тобто внесення відбувається разом із насінням у борозну), або на окремі сошники для добрив, що дає змогу здійснювати адресне внесення. Наприклад, у сівалках John Deere серії DB внесення рідких добрив (у заводській версії) передбачено тільки через сошник для насіння, а машини сімнадцятої серії надають можливість вносити їх через окремі сошники [10].

Найпоширенішим методом внесення рідких добрив у ґрунт є сошнікова система (за допомогою ножа або диска). Вона ефективно себе зарекомендувала на різних культурах, надто на просапних – кукурудза, соняшник і цукрові буряки. Для вне-

сення аміачної води та КАС використовуються причіпні аплікатори: з можливістю регулювання відстані між сошниками від 25 до 100 см; різної ширини захвату від 6,3 до 27,4 м; об'ємом бака з робочою рідиною від 1987 до 11735 л; приведенням у дію насосами (з механічним чи з гідравлічним приводом) для внесення робочої рідини у полі, а також регулюванням та контролем норм внесення (механічне регулювання аплікатора чи за допомогою комп'ютера); із системою внесення робочої рідини в ґрунт чи форсункою у борозну від диску.

Для прикладу розглянемо будову аплікатора ПЖУ 3000-6. Він складається із профільної рами

прямокутної форми, до якої прикріплений бак на 3000 л та 13 дисків сошникового типу для внесення робочої рідини (рис. 3). Подача робочої рідини здійснюється за допомогою мембрано-поршневого насоса продуктивністю 145 л/хв. під час робочого тиску 4-6 ат. Глибина внесення робочої рідини в ґрунт становить близько 200 мм за діаметра дисків у 530 мм. Ширина захвату аплікатора сягає 6 м. Площа обробітку ґрунту – від 4,2 до 8,4 га/год. Діапазон швидкості при внесенні робочої рідини – від 7 до 14 км/год. Для роботи аплікатора використовується трактор від 90 к.с. Гарантійний термін на агрегат становить 1 рік (рис. 3).



Рис. 3. Аплікатор ПЖУ 3000-6

Джерело: сформовано за [16]

Для внесення РМД прикоренево або по листю підходить будь-який обприскувач дообладнаний для корозійної стійкості деталей і особливо розпилювачів.

При внесенні КАС 15-40% їх залишається на листках, а 30-80% від цієї кількості вже протягом 48 годин засвоюється рослинами. Ступінь (відсоток) і швидкість засвоєння елементів живлення з добрив через листову поверхню значно вище, чим при засвоєнні з добрив, внесених у ґрунт. Для цього найкраще підходять розчини карбаміду й КАС, розведені водою. Амідна форма азоту швидко проникає через листову поверхню. Листкове живлення доцільно поєднувати із внесенням мікроелементів і пестицидів. Асортимент водорозчинних мікродобрив і пестицидів досить високий і агроном самостійно визначає, яка діюча речовина найбільш необхідна рослині в цей час [17].

КАС можна використовувати в такі строки й способи: 1) восени – під основний обробіток ґрунту; 2) навесні – під передпосівний обробіток; 3) для кореневого й некореневого живлення. Досвід використання розчинів КАС показав їх високу ефективність при основному внесенні і позакореновому підживленні сільськогосподарських культур. Норми й дози внесення КАС залежать від виду культури, строку й способу внесення, попередника культури, яку підживлюють, та інших факторів, що

враховують під час розробки системи живлення рослин. Ніяких спеціальних обмежень не існує.

Відразу після заливних дощів, сильної роси застосовувати КАС у суміші не рекомендується, тому що опади роблять структуру верхньої пластинки листя більш проникною (відповідно більш чутливою), тому обприскування посівів має проводитися після висихання листя рослин.

При внесенні ґрунтових гербіцидів у суміші з азотними добривами (КАСом, селітрою, сульфатом амонію) азот діє як «провокатор». Він стимулює дружне проростання насіння бур'янів. Наприклад, насіння лободи (*Chenopodium album*), яке швидко «прокидається» у присутності нітратів. Проростання бур'янів у шарі ґрунту зі «свіжим» гербіцидним екраном збільшує ефективність ґрунтового гербіциду.

Такий «тандем» підвищує ефективність внесення добрив. Загиблі бур'яни не споживають азоту. Як повторював старий пірат зі специфічним життєвим досвідом – «мертві не кусаються». Тому культурні рослини отримують тимчасову монополію на споживання азоту. При сприятливих погодних умовах вони користуються цим привілеєм дуже ефективно.

Ще одна істотна перевага рідких азотних добрив (деяких видів) – можливість проведення позакорневих підживлень. Такий спосіб доставки азот-



ного живлення рослинам під час їх активного зростання перевищує за ефективністю прикореневе підживлення. Наприклад, при внесенні однакової кількості карбаміду у водному розчині по листу та у гранулах на поверхню ґрунту, рослини отримують азоту в 3-4 рази більше саме при позакореновому підживленні. Але рідкі азотні добрива мають

деякі «проблемні» властивості. Таким чином, важливою перевагою КАСу є його висока технологічність.

Плями на листі та «підгорілі» кінчики листків – найбільш поширені симптоми «передозування» азоту при проведенні позакоренового підживлення (рис. 4).



Рис. 4. Позакореневе підживлення кукурудзи

Джерело: сформовано за [18]

У той же час це свідчить про деякі недоліки використання КАСів: 1) ризик опіків рослин і пов'язаний з цим постійний контроль норми внесення, норм розведення, враховуючі особливості культур, погодних умов; 2) необхідність особливих умов транспортування, зберігання та спеціальної техніки для внесення. Однак, зазначені недоліки досить легко усунути.

Застосування краплинного зрошення є не лише вимогою часу, а й відкриває нові можливості для аграріїв. Так, фертигація, як більш ефективний спосіб краплинного зрошення, дає змогу варіювати дози та співвідношення елементів живлення у різні фази росту та розвитку рослин, забезпечує постійне постачання поживних речовин у низьких дозах, які коренева система здатна поглинути майже повністю. Фертигація або внесення добрив з поливною водою має ряд переваг, а саме: елементи живлення та вода подаються близько до кореневої зони, що забезпечує кращу адсорбцію їх культурами; врожайність культур може підвищуватись на 25–50% завдяки збалансованій подачі елементів живлення та ефективному водопостачанню; ефективність використання добрив за умов фертигації становить 80-90%, що забезпечує економію як мінімум 25% елементів живлення, що втрачаються при інших способах внесення; поряд із економією добрив і водних ресурсів знижуються також затрати часу, робочої сили та енергії для виробництва однакової кількості продукції порівняно із традиційним способом внесення добрив; зниження забур'яненості й відповідно менші затрати на гербіциди; однорідний розподіл поживних речовин; застосування удобрення в будь-яку погоду, сезон року та час.

Крім того, ефективне внесення добрив запобігає надмірному надходженню нітратів і фосфатів із

добрив до об'єктів навколишнього середовища, що є, без сумніву, екологічною вигодою [19].

Зберігання готових рідких добрив теж створює певні складнощі: матеріал тари має бути стійким до корозії, а металеві резервуари із протикорозійною обробкою коштують досить дорого. При цьому вони займають багато місця.

Ю. Гринько та Д. Харитонова наголошують, що сьогодні на ринку з'явилася гарна альтернатива таким громіздким і дорогим спорудам – надувні пластикові ємності (зовні вони схожі на великі грілки). Їхні основні переваги для зберігання КАС та інших рідких добрив – це відсутність корозії, мала вага, швидкий монтаж, висока мобільність та невеликі габарити в зібраному вигляді. Діапазон робочих температур таких «грілок» становить від –60 до +85°C при строку використання не менше ніж 10 років.

Такі м'які резервуари можна експлуатувати практично скрізь. Слід мінімально розчистити для них місце (нівелюються нерівності), покласти невелику підстилку з соломи й усе – ємність готова до застосування. Ємності до 200–300 л одноразового зберігання після використання можна просто здути й прибрати на зберігання в господарські приміщення. Більше того, для встановлення таких надувних танків не потрібна ліцензія, на відміну від стаціонарних металевих ємностей.

Такі «грілки» вже пропонують багато виробників, у тому числі українських, і з їх появою відкриваються гарні перспективи для розвитку інфраструктури, а відтак і поширення застосування рідких добрив. Тим більше якщо взяти до уваги, що внесення синтезованого азоту точно, під сівбу, а не суцільним способом, удвічі економішше [10].

На думку деяких експертів ринку, невелика популярність рідких добрив обумовлена ще й тим, що вони досить недавно з'явилися на ринку і просто не встигли набути поширення й розкрити всі свої переваги.

Що ж до обладнання, то майбутнє рідких добрив (як, власне, і всього сільського господарства) – за автоматизованим і диференційованим внесенням. Уже зараз управління внесенням КАС та інших рідких добрив можна здійснювати з монітора, контролюючи норму внесення.

**Висновки.** Таким чином, раціональне використання добрив є надзвичайно актуальним для агропромислового комплексу. Спостерігається тенденція зростання популярності всього спектру рідких мінеральних добрив, особливо азотних. Використовуючи азотні добрива слід враховувати забезпеченість ґрунтів доступними формами нітрогену, потреби рослин у ньому для отримання відповідного рівня врожайності, а також відношення рослин до різних форм азотних добрив. Оскільки азотні добрива легкорозчинні й легко вимиваються із ґрунту, їх переважно вносять перед сівбою та використовують для підживлення рослин.

Новим інноваційним рішенням на ринку внесення рідких препаратів стала американська інжектора система SpikeWheel, для введення рідких добрив та ґрунтових інсектицидів.

Після внесення КАС у ґрунт ця форма акумулюється в орному шарі й стає доступною рослині протягом вегетації. Така система засвоєння азоту робить КАС добривом швидкої й тривалої дії. КАС має широкий спектр застосування: для прикореневого підживлення рослин, основного внесення під оранку й передпосівну культивування, для внесення на поверхню ґрунту до або після висіву, що підкреслює його високу технологічність.

Процес комплексного регулювання водного і поживного режимів ґрунту за допомогою фертигації, крім високої ефективності використання мінеральних добрив і поливної води, дозволяє підвищити культуру поливного землеробства на більш високий економічно доцільний рівень за рахунок значного скорочення (до 2 разів) витрат праці, матеріальних засобів і енергії на виробництво.

Фертигація виключає застосування спеціальних розкидачів добрив, зменшує вимоги до умов і термінів зберігання, розміру гранул, фізико-хімічних властивостей туків, збільшує можливості транспортування добрив без тари і застосування їх рідких форм, скорочує втрати поживних речовин на вилуговування, не підвищує концентрацію ґрунтового розчину, задовольняє рослини кукурудзи елементами живлення тоді, коли вони особливо відчувають їх дефіцит.

#### Список літератури

1. Дудкина Е. Карбамидно-аммиачная смесь (КАС). Агроном. 2013. № 1. С. 20–22.
2. Пасічник Н.А., Марчук І.У. Застосування КАС для підживлення пшениці озимої на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті. Вісник ХНАУ: Сер. Агрохімія. 2013. № 1. С. 140–143.

3. Горшков П. А., Макаренко В.М. Влияние систематического применения удобрений в севообороте на формирование урожая озимой пшеницы и его качество. Агрохимия. 2010. № 6. С. 41–50.

4. Жемела Г.П., Мусатов М.Г. Агрохімічні основи підвищення якості зерна: навч. посібник. Київ: Урожай, 2009. 160 с.

5. Чижова М.С., Денисенко А.І., Рыбина В.Н. Продуктивность короткоротационного севооборота при применении минеральных удобрений в условиях Луганской области. Таврійський науковий вісник. 2004. Випуск 31. С. 99-106.

6. Прохорчук І. Інноваційні технології застосування добрив: досвід США. URL: <https://www.growhow.in.ua/innovatsijni-tehnologiyi-vykorystannya-dobryv-dosvid-ssha/>

7. Томчук В.В. Управління поживними рещтками і мульчею. The scientific heritage. 2020. № 46. VOL.2. С. 35-45.

8. Васильченко В. Тверді та рідкі мінеральні добрива: переваги за рідкими. Агроном. 2011. № 4. С. 150-153.

9. Логінова І. Рідкі фосфорні добрива: знайти відмінності. URL: <http://in-furrow.in.ua/all/ridki-fosforni-dobryva-znajty-vidminnosti/>

10. Гринько Ю., Харитоновна Д. Внесення рідких добрив із посівом. Агроном. 2019. № 1. С. 24-28.

11. Масляний О. Усі тонкощі КАС. URL: <https://propozitsiya.com/ua/usi-tonkoshchi-pro-kas>.

12. Охота Н. Безводний аміак – максимум переваг. Агроексперт. 2-19. № 1(126). С. 36-39.

13. Сірий В. Особливості використання аміачної води. URL: <https://propozitsiya.com/ua/osoblivosti-vikoristannya-amiachnoyi-vodi>.

14. Янчук А.А. Комплекс «РОСА-05» выполняет химобработку в любое время года. URL: <https://www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php?ID=1935%20https://www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php?ID=1935>.

15. Шевченко К. Школа агрономів: ін'єкція для ґрунту, або як ще внести рідкі добрива. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/skola-agronomiv-inekcia-dla-gruntu-abo-ak-se-vnesti-ridki-dobryva>.

16. Демко О., Павленко М. Аплікатори для внесення аміачної води та КАС. Прогресивний підхід у ніпрямі підживлення рослин. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/11341-aplikatory-dlia-vnesennia-amiachnoi>

17. Система застосування добрив та агрохімікатів в інтенсивних технологіях. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ros/ wp-content/uploads/sites/20/pr.4.systema-zastosuvannja-dobryv-ta-ahrohimiaktiv-v-intensyvnyh-tehnolohijah.pdf>.

18. Гончаров О. Азотні добрива: «рідкі» замість «сухих»? URL: <https://www.agroone.info/publication/azotni-dobryva-ridki-zamist-suhih/>

19. Білева Н. Фертигація – інноваційний підхід до удобрення культур. URL: <https://www.agronom.com.ua/fertygatsiya-innovatsijnyj-pidhid-do-udobrennya-kultur/>