

**КРИВДА Ю.І.** – директор,

**БУДЖЕРАК А.І.** – кандидат с.-г. наук, ст.н.с., провідний агрохімік

Черкаський обласний державний проектно-технологічний центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції “Облдержродючість”

# **РЕАКЦІЯ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО ТА СОНЯШНИКУ НА НОВІ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ БІОРАЦІОНАЛЬНІ ДОБРИВА**

*Установлено вищу ефективність від традиційних нових туків у формуванні врожаю та оплати одиниці їх поживних речовин приростом продукції. Завдяки застосуванню нових добрив є можливим позитивно вирішити екологічні та енергетичні проблеми.*

*Established more than traditional participation of the new fertilizers at forming of the yield and payment of the unit of their feeding substances by increment of possible positively to decide ecological and energetical problems.*

**Постановка проблеми. Аналіз останніх публікацій.** Виробництво конкурентоспроможної продукції можливе при досягненні врожаю буряків цукрових – 400 – 500, соняшнику – 20 – 25 ц/га [1]. Для виробництва цієї продукції необхідно запровадити регіональну екологічно збалансовану систему землеробства при раціональному витрачанні ресурсів і неухильному підвищенні окупності затраченої енергії [2]. Концентрація останньої на ріллі відбудеться в тому числі й за рахунок добрив. Як свідчать численні дослідження, завдяки локалізації добрив досягається зростання їх ефективності. Локалізація добрив обмежує об’єм ґрунту, з яким вони перемішуються, за рахунок чого рослини забезпечуються елементами живлення у доступних формах протягом вегетації, а завдяки доповненню солей гумінової кислоти зменшуються втрати азоту і пролонговується дія добрив [3, 4].

Окупність діючої речовини добрив при їх локальному внесенні зростає і для буряків цукрових і сягає 18 – 29, для соняшнику – 2,0 – 2,5 кг/кг д.р. на чорноземних ґрунтах [4, 5, 6]. Найефективніше дія добрив на культури проявляється при загортанні в шар ґрунту 10 – 18 см навесні під культивуацію за умов несталою зволоження.

Для більш стійкого функціонування агро-екосистем нами пропонується як один з екологічно стабілізуючих факторів – застосування екологічно чистих нових органо-мінеральних добрив під польові культури. Отже, квінтесенцією сучасної стратегії застосування добрив мають бути комплексні, високоефективні, екологічно безпечні добрива.

**Мета досліджень** – оцінити ефективність нових азотно-гумінових добрив при локальному внесенні під буряки цукрові та соняшник.

**Новизна.** За результатами експертно-патентних пошуків (США, Німеччина, Велика Британія, Канада та ін.) з ретроспективою 50 років аналогів нових азотно-гумінових комплексних добрив не виявлено. Розробка знаходиться у максимальному наближенні до еволюції концепції застосування туків, при одночасному вирішенні проблем екології та енергетики.

**Матеріали, умови та методики досліджень.** Нові азотно-гумінові добрива мають суттєві переваги над традиційними (сульфатом амонію – *Na*, азотно-кислим амонієм – *Naa* та ін.), вигідно відрізняються фізичними, хімічними та екологічними параметрами. Сферичні гранули (2 – 4 мм) нових туків міцні, витримують навантаження 1,2 – 1,3 кг на гранулу, не злежуються протягом 2 – 3 років, зберігають 100-

відсотковому сипучість; містять: азоту – 21, фосфору – 20, сірки – 23, кальцію – 8 та гумату амонію (Ga) – 0,3 – 0,7 % на одиницю сухої речовини. Гумат амонію нових добрив різняться від напівперепрілого гною за набором гумінових сполук, адже гумінові кислоти у них різної природи. У нових туках у 7 – 20 разів менше міститься важких металів, ніж у підстилковому гноєві великої рогатої худоби. Діапазон *pH* нових туків лужний – 7,2 – 7,8 одиниці. Собівартість отриманих нових добрив на 20 % менша за собівартість кристалічного сульфату амонію.

За технологією, розробленою академіком Я.М. Заграєм та доктором технічних наук Я.М. Корнієнком [11], технологічно можливо виготовити модифікації нових туків з різним композиційним складом, враховуючи дані моніторингу ґрунтів і біологічні вимоги культур. Різні модифікації нових азотно-гумінових добрив містять: 7,6 – 9,9 мг/кг марганцю, 1,1 – 1,6 мг/кг міді, кобальт, нікель, цинк та інші мікроелементи. Отже, об'єктами досліджень були нові азотно-гумінові добрива (*Na + Ga* 0,3 і 0,5 %, *Na + P<sub>даф</sub> + Ga* 0,3 і 0,5 %, *Na + P<sub>даф</sub> + Ga* 0,3 і 0,5 %, *Na + P<sub>даф</sub> + Ca + Ga* 0,3 %) і рослини буряків цукрових та соняшнику.

**Агрометеоумови.** Амплітуда коливань середніх значень різниці місячних температур (зими і літа) 20 – 25 °С вказує на помірну континентальність. Отже, клімат зони досліджень помірно-континентальний з нестійким зволоженням по роках і періодах вегетації культур. Коефіцієнт зволоження у період вегетації, за Селяниновим (ГТК), тут коливається від 0,95 до 1,2 од. Головним джерелом вологи у зоні досліджень є атмосферні опади, кількість яких сягає 480 – 750 мм. Річна сума (норми) опадів за 1945 – 2006 рр. складає 550 мм, за квітень – вересень – 339 мм. Середньорічна температура повітря складає +7,8 °С з коливаннями від +39 °С влітку до –29,4 °С взимку. Перехід температур у різні періоди року рівномірний без різких коливань.

**Ґрунт** – чорнозем реградований крупнопилувато-середньосуглинковий на карбонатному лесі. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту 3,15 – 3,30 %, *pH-KCl* 6,5–6,8 од., НГ – 0,87 – 1,31, сума поглинутих основ 19,8 – 21,8, ємність поглинання 21,2 – 22,7 мг-екв. на 100 г ґрунту. Забезпеченість ґрунту азотом низька, фосфором і калієм – середня.

Польові досліді виконані за схемами, поданими у таблицях 1, 2. Повторність варіантів – триразова. Загальна площа ділянки – 120 м<sup>2</sup> (21'5,7 м), облікової – 80 м<sup>2</sup> (17'4,7 м), а у виробничих умовах – 9 – 10 га. У дослідях вносили азоту 63 кг/га, фосфору 57 кг/га. Добрива вносили локально стрічкою на глибину 10 – 12 см під час першого міжрядного обробітку ґрунту в міжряддях – УСМК-5,4, обладнаного АТ

-2. Під основний обробіток після пшениці озимої (оранка на глибину 27 – 32 см) вносили 40 т/га гною з доповненням *N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>*. Облік урожаю – суцільний з усієї облікової ділянки – проводили для визначення результуючого наслідку дії добрив. Використовували дисперсійний [8] та інші [9, 10] відомі методи аналізу результатів досліджень.

**Результати досліджень та їх аналіз.** Результати досліджень підтверджують реальну можливість отримати в зоні Лісостепу України врожайність коренеплодів буряків цукрових 45,0 – 55,0 т/га, збір цукру 8,6 – 9,19 т/га (табл. 1); приріст урожайності коренеплодів при застосуванні азотно-гумінових добрив – 25,0 (вар. 3) – 65,8 % (вар. 7). Таким чином, локальне внесення основної дози у розрахунку 60 кг/га азоту і фосфору разом із кальцієм та гуматом амонію в одній гранулі забезпечує максимальні прирости врожаю цукрових буряків. Нові азотно-гумінові добрива забезпечили достовірний приріст урожаю коренеплодів (3,0 – 11,7 т/га) до варіанта 2 із внесенням чистого гранульованого сульфату амонію; одночасно на 0,16 – 0,43 т/га зростав збір цукру.

Окупність нових азотно-гумінових добрив урожаем коренеплодів сягала нормативних значень (18 – 20 кг на 1 кг д.р.) для зони Лісостепу України. Завдяки новим тукам окупність одиниці діючої речовини, відносно сульфату амонію, зросла на 8 – 9 кг коренеплодів.

Пайова частка нових азотно-гумінових добрив у формуванні приросту врожаю порівняно із застосуванням під буряк цукровий сульфату амонію зростає на 6 – 26 %. Отже, для отримання додатково 0,16 – 0,43 т/га цукру необхідно локально вносити у підживлення буряків цукрових нові азотно-гумінові добрива. Підтвердженням такої пропозиції є наслідки випробувань нових туків у виробничих умовах, де вони забезпечили: 44,8 т/га коренеплодів із вмістом цукрів 18,4 % та збором цукру – 8,24 т/га; відповідно на контролі – 36,4, 17,8 і 6,48 т/га. Прирости достовірні (*NiP<sub>0,95</sub>* – 1,93 т/га і 0,41 %). При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності завдяки новим тукам сягав 5,9 одиниці. Отже, за рахунок нових туків створюється додаткова енергія, а висока врожайність (44,8 – 59,7 т/га) коренеплодів вказує на їх біораціональність.

На посівах соняшнику також встановлено достовірне зростання врожайності та збільшення вмісту жиру і білка у насінні під дією нових туків (табл. 2). Внесені локально у ранні фази розвитку рослин нові азотно-гумінові добрива сприяли збереженню густоти рослин соняшнику, збільшенню маси 1000 насінин тощо. Густота стояння рослин на удобрених новими туками ділянках зростала відносно контролю без добрив на 20 – 23 %, а маса 1000 насінин – більш ніж у 2

рази. Одночасно висота рослин гібриду Харківський 49 зростала до 117 – 122 см (на контролі – 110 см), на 1 – 2 шт. зростала кількість листків на одній рослині, до 27,3 см діаметр кошика (на контролі – 25,8 см), а також вихід насіння з одного кошика до 60 – 63 г (на контролі – 50 г). При цьому відбувалося зниження ураження стебел і кошика гнилями. Отже, застосування мінімальних доз азотно-гумінових добрив сприяло підвищенню врожайності насіння соняшнику на 40,8 – 69,2 % при високих показниках якості. Реакція рослин соняшнику на застосування очищеного гранульованого сульфату амонію була дещо нижчою. Пайова участь нових азотно-гумінових добрив у формуванні врожаю сягала 40 %.

У нових азотно-гумінових добривах наявні більш активні, ніж у чорноземних ґрунтах, функціональні карбоксильні групи, які хімічно більш зрілі та знаходяться на подальших стадіях гуміфікації з більш складною будовою [12]. Відмічені властивості та хімічні структури визначають активні позиції гуматів нових добрив у біосинтезі рослин, що й видно на прикладі наших досліджень. Окрім того, за даними, отриманими нами на спектрографі ІСЛ-28, гумат амонію містить більше 20 неорганічних елементів, які обумовлюють поліпшення живлення і фізіологічних процесів синтезу в рослинах біоактивних речовин. За дослідженнями вчених, гумінові кислоти є оксополікарбоновими кислотами. Тому можливі різні механізми їх впливу на ґрунт і рослини, у тому числі активна участь в окисно-відновних процесах клітин, особливо в генеративних органах рослин, або гормональна дія. Таким чином, нові азотно-гумінові добрива характеризуються як біологічно активні та біораціональні.

Показники енергетичної ефективності використання нових азотно-гумінових добрив,

залежно від культури і доповнень компонентів (фосфору, кальцію та солей гумінової кислоти), досить високі – 5,0 – 5,9 одиниці, що вказує на високу енерговіддачу від їх застосування. Отже, солі гумінової кислоти через ґрунт підвищують енергетичний потенціал і за рахунок нових азотно-гумінових добрив створюється додаткова біоенергія, а висока врожайність коренеплодів (45,0 – 59,7 т/га) та насіння гібриду соняшнику (3,46 – 3,79 ц/га) у реальних ґрунтово-кліматичних умовах вказує на їх біораціональність.

**Висновки.** Аналіз отриманих наукових даних дає змогу зробити висновок, що теорія застосування добрив потребує подальшого розвитку на базі нових пошуків та переусвідомлення усталених положень з метою розробки механізмів, які б забезпечували вирішення проблем екологічної стійкості агро-екосистем щодо здатності зберігати високу біопродуктивність за високої якості вирощеної продукції. Нові азотно-гумінові добрива підвищують продуктивність буряку цукрового до рівня 45,0 – 59,7 т/га (на контролі 36,0 т/га,  $HiP_{0,95}$  1,60 – 1,61 т/га), соняшнику до 3,51 – 3,81 т/га (на контролі 1,5 – 2,2 т/га,  $HiP_{0,95}$  0,11 – 0,20 т/га) при досить високих показниках якості коренеплодів – 16,3 – 16,8 % цукрів (на контролі – 14,5 %  $HiP_{0,95}$  = 0,2 – 0,3 %) та насіння соняшнику: вміст олії 46,8 – 51,2 %, білка 21,1 – 23,5 %, на контролі відповідно 44,3 і 20,2 %.

Завдяки внесенню 1 кг д.р. нових азотно-гумінових добрив формується 15 – 22 кг коренеплодів та 12 – 20 кг насіння соняшнику, що вказує на високу їх окупність.

Застосування азотно-гумінових добрив у ранні фази розвитку рослин забезпечує їх високу пайову участь у формуванні врожаю (40 – 60 %).

Використання результатів досліджень дозволить створити засади екологічно безпечного землеробства.

Таблиця 1

## Реакція буряків цукрових на нові азотно-гумінові добрива

| Варіанти дослідів                   | Маса, г           |                  |       | Врожайність<br>корене-плодів,<br>т/га | Приріст,<br>т/га | Уміст<br>цукрів, % | Збір<br>цукру, т/<br>га | Окупність 1 кг<br>добрив прирос-<br>том врожаю, кг<br>коренеплодів | Пу*, % |
|-------------------------------------|-------------------|------------------|-------|---------------------------------------|------------------|--------------------|-------------------------|--|--------|
|                                     | Однієї<br>рослини | Корене-<br>плоду | Гички |                                       |                  |                    |                         |  |        |
| Без добрив – контроль               | 615               | 370              | 245   | 36,0                                  | –                | 14,5               | 5,22                    | –  | –      |
| Na                                  | 705               | 425              | 280   | 42,0                                  | 6,0              | 13,6               | 5,71                    | 10   | 14     |
| Na+Ga 0,3 %                         | 794               | 590              | 204   | 45,0                                  | 9,0              | 16,3               | 7,34                    | 15   | 20     |
| Na+Ga 0,5 %                         | 885               | 609              | 276   | 46,7                                  | 10,7             | 16,5               | 7,71                    | 18   | 23     |
| Na+P <sub>ДлФ</sub> +Ga 0,3 %       | 896               | 697              | 199   | 55,0                                  | 19,0             | 16,9               | 9,30                    | 16   | 34     |
| Na+P <sub>ДлФ</sub> +Ga 0,5 %       | 900               | 744              | 156   | 57,7                                  | 21,9             | 16,8               | 9,69                    | 18   | 38     |
| Na+P <sub>ДлФ</sub> +Ca+Ga 0,3 %    | 995               | 790              | 205   | 59,7                                  | 23,7             | 16,8               | 10,0                    | 20   | 40     |
| <i>НіР</i> <sub>0,95</sub> (Т/га,%) |                   |                  |       | 0,16-0,18                             |                  | 0,2-0,3            |                         |  |        |

\* Пу – пайова участь добрив у формуванні врожаю коренеплодів, %

Вплив модифікацій нових азотно-гумінових добрив на врожайність та якість насіння сортів соняшнику\*

| Варіанти дослідів                   | Урожайність насіння, т/га |                               | Міститься на абс. суху речовину, % |                      |                      |                      | Маса 1000 насінин, г | Пу, %           | Окупність 1 кг добрив/кг насіння |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------|----------------------------------|
|                                     | На варіанті               | Приріст                       | Жиру                               | Білка                | Лузги                |                      |                      |                 |                                  |
| 1. Без добрив – контроль            | $\frac{1,52}{2,24}$       | –<br>–                        | $\frac{44,3}{46,0}$                | $\frac{23,3}{20,2}$  | $\frac{15,8}{19,3}$  | $\frac{48,6}{53,1}$  | –                    |                 |                                  |
| 2. Na                               | $\frac{1,90}{3,33}$       | $\frac{0,38}{1,09}$           | $\frac{44,2}{51,9}$                | $\frac{23,3}{19,6}$  | $\frac{16,0}{14,4}$  | $\frac{51,1}{53,7}$  | $\frac{20}{33}$      | $\frac{6}{18}$  |                                  |
| 3. Na+Ga 0,3 %                      | $\frac{2,15}{3,46}$       | $\frac{0,62}{1,22}$           | $\frac{46,3}{52,4}$                | $\frac{22,1}{21,1}$  | $\frac{20,3}{10,8}$  | $\frac{77,9}{53,9}$  | $\frac{29}{35}$      | $\frac{10}{20}$ |                                  |
| 4. Na+Ga 0,5 %                      | $\frac{2,18}{3,54}$       | $\frac{0,66}{1,30}$           | –<br>$\frac{52,8}{}$               | –<br>$\frac{21,8}{}$ | –<br>$\frac{9,0}{}$  | –<br>$\frac{54,0}{}$ | $\frac{30}{60}$      | $\frac{11}{22}$ |                                  |
| 5. Na+P <sub>диф</sub> +Ga 0,3 %    | $\frac{2,73}{3,64}$       | $\frac{1,21}{1,40}$           | –<br>$\frac{53,0}{}$               | –<br>$\frac{22,0}{}$ | –<br>$\frac{12,8}{}$ | –<br>$\frac{53,9}{}$ | $\frac{44}{38}$      | $\frac{10}{12}$ |                                  |
| 6. Na+P <sub>диф</sub> +Ga 0,5 %    | $\frac{2,93}{3,67}$       | $\frac{1,41}{1,43}$           | $\frac{44,9}{54,0}$                | $\frac{23,5}{22,2}$  | $\frac{17,7}{10,2}$  | $\frac{93,9}{54,2}$  | $\frac{48}{39}$      | $\frac{12}{12}$ |                                  |
| 7. Na+P <sub>диф</sub> +Ca+Ga 0,3 % | $\frac{2,94}{3,79}$       | $\frac{1,42}{1,55}$           | $\frac{51,8}{54,2}$                | $\frac{23,1}{22,8}$  | $\frac{13,9}{11,2}$  | $\frac{100,1}{55,4}$ | $\frac{48}{41}$      | $\frac{12}{13}$ |                                  |
| NiP <sub>0,95</sub> , т/га          |                           | $\frac{0,12}{0,19-0,20}$      |                                    |                      |                      |                      |                      |                 |                                  |
| Точність дослідів, %                |                           | $\frac{0,18-0,92}{2,03-2,23}$ |                                    |                      |                      |                      |                      |                 |                                  |

\* У чисельнику – ВНІМК 8883, у знаменнику – Харківський 49

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / Редкол.: М.В. Зубець та ін. – К.: Логос, 2004. – 776 с.
2. Научно обоснованная система земледелия в Черкасской области / В.К. Бедринец и др. – Черкасы: Облполиграфиздат, 1988. – 172 с.
3. Буджерак А.І., Кривда Ю.І. Реакція рослин буряків цукрових на нетрадиційні добрива // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Спецвипуск 4 (37). – Миколаїв, 2006. – Т. I. – С. 18-22.
4. Буджерак А.І. Окупність туків за умов недостатнього зволоження // Наукові основи землеробства в умовах недостатнього зволоження. – К.: Аграрна наука, 2001. – С. 288-291.
5. Корнієнко Я.М., Заграй Я.М., Буджерак А.І. Засади техногенної безпеки в агропромисловому виробництві // Наукові вісті: Науково-технічний журнал національного технічного університету України. – 2001. – № 3 (17). – С. 129-136.
6. Буджерак А.І. Регуляція комплексу показників урожаю при застосуванні нових гумінових добрив // Агрохімія і ґрунтознавство. – Спецвипуск. Ґрунти – екологія – продовольство. – Ч. IV. – Харків, 1998. – С. 107-113.
7. Буджерак А.І. Свекла отзывчива на удобрения // Сельский журнал. – 1998, № 2. – С. 7.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1965. – 434 с.
9. Костыльников И.Г., Рябов Ю.В., Драчев Б.В. Энергетическая эффективность производства и применения удобрений // Химия в сельском хозяйстве. – 1985. – № 1. – С. 42-45.
10. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив. – К.: ЗАТ “Нічлава”, 2002. – 341 с.
11. Патент України № 4465 МКІС 05G 1/00 – Спосіб виготовлення гранульованих органо-мінеральних добрив. Опубл. 17.12.97. Бюл. № 6-1.