

## **ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ НА ПОСІВАХ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ**

**ЗАЄЦЬ С.О.** – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник  
*orcid.org/0000-0001-7853-7922*

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України  
**ОНУФРАН Л.І.** – кандидат сільськогосподарських наук  
*orcid.org/0000-0001-6247-4920*

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України  
**ФУНДИРАТ К.С.** – кандидат сільськогосподарських наук  
*orcid.org/0000-0001-8343-2535*

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України  
**ЮЗЮК С.М.** – кандидат сільськогосподарських наук,  
*orcid.org/0000-0001-8761-642X*

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України  
**КИСІЛЬ Л.Б.** – доктор філософії  
*orcid.org/0000-0002-2341-3380*

Херсонський обласний центр з гідрометеорології

**Постановка проблеми.** Для отримання високої продуктивності будь-якої культури, зокрема ячменю озимого, важливою умовою є створення для рослин оптимального режиму живлення. В процесі всього періоду вегетації ячмінь озимий споживає багато макро- і мікроелементів. Нестача будь-якого елемента, а особливо азоту і фосфору, призводить до погіршення ростових процесів, недобору врожаю зерна та погіршення його якісних показників. Щоб цього уникнути, дуже важливо створити достатній для нормального функціонування рослин поживний режим ґрунту [1].

Для забезпечення рослин азотом, фосфором і калієм науковцями вже були визначені параметри низького, середнього та високого вмісту цих елементів живлення в ґрунті. Встановлено, що за вмісту в ґрунті нітратного азоту більше 40–50 мг, рухомого фосфору – 26–30 мг та обмінного калію – 200 мг на 1 кг ґрунту добрива можна не вносити – такої кількості елементів живлення достатньо для нормального функціонування рослин [2, 3].

Окрім того, зміни умов зовнішнього середовища викликає глобальними та регіональними змінами клімату, пропозиція виробництву високопродуктивних сортів, мають безпосередній вплив на аграрне виробництво та потребують коригування системи живлення рослин і уточнення термінів сівби [4].

Питання поживного режиму ґрунту на посівах ячменю озимого в умовах зрошення півдня України досліджувались і раніше [5, 6], але з використанням сучасних регуляторів росту недостатньо, що й спонукало нас до його вивчення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для реалізації потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур все більшого застосування набувають регулятори росту рослин, мікроелементи, амінокислоти тощо. Результати експериментальних досліджень багатьох науковців свідчать про їх високу ефективність [7–10].

Ряд цих препаратів позитивно впливають на ростові процеси, підвищують імунну систему та стійкість рослин

до стресових явищ і збільшують урожайність зернових культур на 10–20 % [11–13].

Під впливом окремих регуляторів росту в рослинах зернових культур зберігається сортова типовість і краще засвоюються елементи живлення, що позитивно впливає на процеси метаболізму та фотосинтезу [14, 15].

Враховуючи це ряд дослідників пропонують оптимізувати живлення рослин шляхом поєднання добрив з регуляторами росту рослин, що дає можливість зменшити дози внесення мінеральних добрив без зниження врожаю, а також дещо зменшити ризик забруднення агрохімікатами продукції та довкілля [16–19].

Поява нових багатофункціональних регуляторів росту рослин в складі яких є мікроелементи у хелатній формі та амінокислоти, що мають стимулюючу й антистресову дію, завдяки чому підвищується стійкість рослин проти несприятливих факторів довкілля, активується функціонування ґрунтової біоти і збільшується врожайності та покращується якість сільськогосподарської продукції. При вирощуванні ячменю озимого після сої раніше використання таких регуляторів росту рослин на зрошуваних землях не вивчалися, тому дослідження з цього питання є актуальними.

**Мета статті.** Визначити поживний режим ґрунту на посівах ячменю озимого в умовах зрошення Південного Степу України за різних строків сівби та обробки насіння багатофункціональними регуляторами росту рослин Гуміфілд Форте брікс, МІР і PROLIS.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводились на зрошуваних землях у 2016–2019 рр. за методикою польових і лабораторних досліджень Інституту зрошуваного землеробства (ІЗЗ) НААН. Повторність 3-разова. Варіанти розташовували методом рендомізації. Посівна площа ділянок складала 25,0 м<sup>2</sup>, облікових – 20,6 м<sup>2</sup>.

Ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньосуглинковий слабкосолонцюватий з вмістом гумусу – 2,3 %, щільністю – 1,37 г/см<sup>3</sup>, вологістю в'янення – 9,1 %,

найменшою вологоємністю – 20,3 %. У роки досліджень перед сівбою в орному шарі містилось: нітратів 7,9–24,2 мг,  $P_2O_5$  – 53,8–83,9,  $K_2O$  – 231–28 мг на 1 кг ґрунту. Тобто в ґрунті спостерігалася нестача азоту та високий вміст фосфору і калію. Тому під передпосівну культивування вносили лише аміачну селітру в дозі  $N_{45}$  та рано навесні у підживлення  $N_{45}$ . Насіння протруювали препаратом Іншур Перформ з розрахунку 0,5 л на 1 т зерна. Поливами вологість ґрунту на посівах підтримувалась на рівні 70 % НВ у шарі 0,50 м. Висівався сорт ячменю озимого Академічний, який занесений до державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2011 року. Попередником була соя зібрана на зерно.

За сівби ячменю озимого 1 і 20 жовтня та обробки насіння використовували регулятори росту рослин (PPP): Гуміфілд Форте брікс, МІР і PROLIS.

Гуміфілд Форте брікс містить 60 г/л екстракту морських водоростей та 135 г/л солей гумінових кислот, в т. ч. амінокислот – 20 г/л, калію ( $K_2O$ ) – 20 г/л і мікроелементів – 5 г/л. Доза його за обробки насіння 0,8 л/т.

МІР – багатоцільовий імунорегулятор росту створений на основі синтетичних сполук і має в собі широкий спектр мікроелементів у хелатній формі. Доза внесення при обробці насіння 6 г/т.

PROLIS – L- $\alpha$  пролін амінокислота. PROLIS призначений для біотичного та абіотичного зменшення стресу рослин. Доза внесення при обробці насіння 5 г/т.

Захист рослин від хвороб і шкідників проводився у фазу “виходу рослин у трубку” фунгіцидом Рекс Дуо (0,6 л/га) та “кокосіння” – баковою сумішшю фунгіциду Абакус (1,5 л/га) та інсектициду Фастак (0,12 л/га).

Збирання й облік врожаю здійснювали прямим комбайнуванням, використовуючи комбайн “Samro-130”. Дані врожаю зерна приводились до стандартної вологості та 100 % чистоти і піддавались математичній обробці з використанням Microsoft Office Excel 2010 програми Agrostat.

ґрунтові зразки в динаміці аналізували в лабораторії аналітичних досліджень ІЗЗ НААН. У зразках ґрунту визначали вміст нітратів (за Грандваль-Ляжем), рухомого фосфору (за Мачигінім), обмінного калію (на полум'яному фотометрі).

**Результати досліджень.** Наші дослідження на темно-каштановому ґрунті свідчать, що після збирання попередника (соя) вміст нітратів у шарі ґрунту 0,30 м становив у 2017 р. 15,1 мг, у 2018 і 2019 р. – 24,2 та 7,9 мг на 1 кг ґрунту, а враховуючи дані науковців [2, 3], такої кількості нітратів недостатньо для нормального росту і розвитку рослин (табл. 1).

Таблиця 1

**Вміст елементів живлення в 0,30 м шарі ґрунту після збирання попередника (соя), мг/кг**

| Вміст елементів живлення | Роки досліджень |         |         |
|--------------------------|-----------------|---------|---------|
|                          | 2017 р.         | 2018 р. | 2019 р. |
| $NO_3$                   | 15,1            | 24,2    | 7,9     |
| $P_2O_5$                 | 53,8            | 83,9    | 55,2    |
| $K_2O$                   | 281             | 245     | 231     |

Натомість, вміст фосфору був достатньо високим і складав відповідно 53,8 мг, 83,9 і 55,2 мг на 1 кг ґрунту, що й без внесення добрив достатньо для нормального функціонування рослин.

Також уміст калію був достатнім для нормального проходження ростових процесів у рослинах без додатково внесення та становив відповідно 281 мг, 245 і 231 мг на 1 кг ґрунту.

Обробка насіння ячменю озимого регуляторами росту рослин збільшувала вміст нітратного азоту в ґрунті та покращувала забезпечення ним рослин, порівняно з контрольним варіантом ( $N_{90}$ ). Так, у період весняного кушення рослин у шарі ґрунту 0,30 м на контрольному варіанті, де лише вносили  $N_{90}$  за сівби ячменю 1 і 20 жовтня нітратів містилося 35,9 і 47,8 мг/кг, тоді як на такому ж фоні, але з обробкою насіння PPP їх було більше – відповідно 36,0–40,3 та 59,6–63,6 мг/кг (табл. 2).

Слід відмітити, що за обробки насіння регуляторами росту рослин більша кількість нітратів була протягом всієї вегетації культури.

При цьому як за першого так і другого строків сівби у фазу весняного кушення більша кількість нітратів відповідно 40,3 і 63,6 мг/га була за обробки насіння препаратом PROLIS, що на 12,2 та 33,0 % перевищує контрольні варіанти.

У більшості випадків подальшого розвитку ячменю озимого за першого строку сівби вищий вміст нітратів у ґрунті забезпечували PPP Гуміфілд Форте брікс і PROLIS – 6,8–9,8 та 6,2–9,3 мг/кг, що на 1,0–1,8 та 0,9–1,0 мг/кг більше за варіант без них. А за другого строку сівби більший вміст вказаного елемента живлення був за використання препаратів Гуміфілд Форте брікс і МІР – 6,8–17,2 та 7,2–17,2 мг/кг, що перевищує контрольний варіант на 1,4–8,0 та 1,5–8,0 мг/кг.

Враховуючи, що фосфорні добрива не вносились то такої помітної різниці за обробки насіння PPP і без них за цим елементом живлення не спостерігалась. Так, у період весняного кушення рослин у шарі ґрунту 0,30 м на контрольних варіантах за сівби ячменю озимого 1 і 20 жовтня рухомого фосфору містилось 87,5 і 75,2 мг/кг, тоді як за обробки насіння PPP його було відповідно 86,1–87,5 та 73,9–77,4 мг/кг.

Ці дані свідчать про те, що обробка насіння регуляторами росту рослин Гуміфілд Форте брікс, МІР і PROLIS значно поліпшувало передусім азотне живлення рослин ячменю озимого.

Встановлено, що поживний режим ґрунту в різні фази розвитку рослин ячменю озимого не постійний, а суттєво змінюється упродовж вегетації. Особливо найбільш мінливим був азотний режим ґрунту. Максимальна кількість нітратного азоту і рухомого фосфору у 0,30 м шарі ґрунту була в період весняного кушення культури. Від весняного кушення до фази “молочної стиглості зерна”, внаслідок інтенсивного наростання вегетативної маси і споживання елементів живлення, вміст їх у ґрунті, як за першого, так і другого строків сівби, на всіх варіантах досліджу зменшувався. Так, у час весняного кушення рослин у шарі ґрунту 0,30 м за обробки насіння PPP та сівби ячменю озимого 1 і 20 жовтня нітратів містилося

Динаміка нітратного азоту та рухомого фосфору в шарі ґрунту 0,30 м залежно від строків сівби і регуляторів росту при вирощуванні ячменю озимого на зрошенні, мг/кг (середнє за 2017-2019 рр.)

| Строки сівби           | Регулятори росту                               | Фаза росту та розвитку рослин |             |           |                         |                       |
|------------------------|--|-------------------------------|-------------|-----------|-------------------------|-----------------------|
|                        |  | весняне куцання               | стеблунання | колосіння | молочна стиглість зерна | повна стиглість зерна |
| $\text{NO}_3$          |  |                               |             |           |                         |                       |
| 01.10                  | Контроль – $\text{N}_{90}$                     | 35,9                          | 8,1         | 5,2       | 5,1                     | 8,4                   |
|                        | $\text{N}_{90}$ + Гуміфілд Форте брікс насіння | 38,0                          | 9,8         | 7,0       | 6,8                     | 9,4                   |
|                        | $\text{N}_{90}$ + МИР насіння                  | 36,0                          | 9,7         | 6,3       | 5,7                     | 8,7                   |
|                        | $\text{N}_{90}$ + PROLIS насіння               | 40,3                          | 9,1         | 6,2       | 6,0                     | 9,3                   |
| 20.10                  | Контроль – $\text{N}_{90}$                     | 47,8                          | 8,3         | 4,7       | 4,5                     | 6,5                   |
|                        | $\text{N}_{90}$ + Гуміфілд Форте брікс насіння | 59,6                          | 17,2        | 9,2       | 6,8                     | 7,9                   |
|                        | $\text{N}_{90}$ + МИР насіння                  | 62,2                          | 17,2        | 9,2       | 7,2                     | 8,0                   |
|                        | $\text{N}_{90}$ + PROLIS насіння               | 63,6                          | 10,1        | 5,6       | 6,0                     | 7,1                   |
| $\text{P}_2\text{O}_5$ |  |                               |             |           |                         |                       |
| 01.10                  | Контроль – $\text{N}_{90}$                     | 87,5                          | 71,3        | 61,7      | 45,2                    | 60,9                  |
|                        | $\text{N}_{90}$ + Гуміфілд Форте брікс насіння | 86,5                          | 73,9        | 61,0      | 45,8                    | 58,9                  |
|                        | $\text{N}_{90}$ + МИР насіння                  | 87,5                          | 71,0        | 68,9      | 49,5                    | 60,8                  |
|                        | $\text{N}_{90}$ + PROLIS насіння               | 86,1                          | 73,8        | 65,3      | 50,9                    | 60,6                  |
| 20.10                  | Контроль – $\text{N}_{90}$                     | 75,2                          | 65,3        | 51,7      | 48,1                    | 60,6                  |
|                        | $\text{N}_{90}$ + Гуміфілд Форте брікс насіння | 77,4                          | 69,6        | 53,8      | 55,2                    | 60,5                  |
|                        | $\text{N}_{90}$ + МИР насіння                  | 75,3                          | 63,8        | 58,1      | 61,0                    | 59,8                  |
|                        | $\text{N}_{90}$ + PROLIS насіння               | 73,9                          | 68,0        | 58,1      | 52,4                    | 57,7                  |

36,0–40,3 і 59,6–63,6 мг/кг, а у фазу “молочної стиглості зерна” – 5,7–6,8 та 6,0–7,2 мг/кг ґрунту або на 82,1–85,1 і 88,4–90,5 % менше. За цей період на варіантах без використання PPP вміст нітратів у ґрунті знижувався з 35,9 і 47,8 до 5,1 і 4,5 мг/кг ґрунту або на 85,8 та 90,6 % і був самим низьким впродовж всієї вегетації, що негативно вплинуло на ростові процеси рослин. Це проявлялося у відставанні рослин у рості та формуванні меншої біомаси, ніж на ділянках з регуляторами росту.

Від “молочної” до фази “повної стиглості зерна” на варіантах без PPP і з ними режим живлення змінювався дещо по різному. На контрольних варіантах (без PPP) в цей період вміст нітратів у ґрунті за сівби 1 і 20 жовтня збільшувався відповідно на 64,7 і 44,4 %, що обумовлено зменшенням його споживання. Натомість, на ділянках з обробкою насіння регуляторами росту рослин їх вміст також продовжував збільшуватись до “повної стиглості зерна”, але на меншу відсоткову величину – 39,7–55,0 і 11,1–18,3 %. Це свідчить про інтенсивніше його споживання в цей період на варіантах з PPP, ніж без них і, особливо це чітко простежується за сівби ячменю озимого в пізніший строк сівби – 20 жовтня.

Слід відмітити, що вміст рухомого фосфору на всіх варіантах дослідження від весняного куцання до “молочної стиглості зерна” також знижувався, але на відміну від нітратів не так значно – на 35,9–48,3 % в варіантах без PPP та 19,0–40,9 % за їх застосування. Після “молочної” до “повної стиглості зерна” вміст рухомого фосфору підвищувався на 12,6–13,5 % у контрольних варіантах, а за використання регуляторів росту – на 11,0–12,9 %, що вказує на краще його споживання рос-

линами на ділянках з ними. Більш вираженим підвищення рухомого фосфору в цей період спостерігалось за сівби 1 жовтня – 11,9–13,5 % проти 11,0–12,6 % за сівби 20 жовтня.

У повну стиглість зерна вміст нітратів і фосфору на всіх варіантах досліду нижчий, ніж в період весняного куцання, що свідчить про їх використання рослинами до кінця вегетації. Але їх споживання на варіантах з PPP було більш інтенсивнішим, ніж без них.

На відміну від азоту і фосфору, вміст калію, якого з добривами не вносили, починаючи від весняного куцання до “молочної стиглості зерна”, не зменшувався, а в окремі періоди навіть збільшувався (табл. 3).

При цьому у фазу “повної стиглості зерна” вміст обмінного калію на всіх варіантах досліду був вищим – 307–345 мг/кг за сівби у перший строк та 295–376 мг/кг у другий, ніж на початку весняної вегетації – відповідно 260–292 і 270–292 мг/кг. Це можна пояснити інтенсивнішим його вивільненням з ґрунтових мінералів, ніж споживання рослинами.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Обробка насіння регуляторами росту рослин Гуміфілд Форте брікс, МИР і PROLIS значно поліпшувало передусім азотне живлення рослин ячменю озимого.

Поживний режим ґрунту на посівах ячменю озимого суттєво змінюється впродовж вегетації. Максимальна кількість нітратів і рухомого фосфору на всіх варіантах досліджень спостерігається в період весняного куцання рослин культури. Від весняного куцання до кінця вегетації, вміст їх у ґрунті зменшується, що свідчить про їх

**Динаміка обмінного калію в шарі ґрунту 0,3 м залежно від строків сівби і регуляторів росту при вирощуванні ячменю озимого сорту Академічний в умовах зрошення, мг/кг (середнє за 2017-2019 рр.)**

| Строки сівби | Регулятори росту                               | Фаза росту та розвитку рослин |           |           |                         |                       |
|--------------|--|-------------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------------------|
|              |  | весняне кущення               | стеблуння | колосіння | молочна стиглість зерна | повна стиглість зерна |
| 01.10        | Контроль – N <sub>90</sub>                     | 292                           | 366       | 266       | 274                     | 345                   |
|              | N <sub>90</sub> + Гуміфілд Форте брікс насіння | 270                           | 330       | 252       | 302                     | 321                   |
|              | N <sub>90</sub> + МИР насіння                  | 267                           | 309       | 256       | 302                     | 307                   |
|              | N <sub>90</sub> + PROLIS насіння               | 260                           | 316       | 249       | 309                     | 316                   |
| 20.10        | Контроль – N <sub>90</sub>                     | 270                           | 380       | 228       | 256                     | 295                   |
|              | N <sub>90</sub> + Гуміфілд Форте брікс насіння | 288                           | 295       | 232       | 263                     | 376                   |
|              | N <sub>90</sub> + МИР насіння                  | 270                           | 351       | 228       | 288                     | 302                   |
|              | N <sub>90</sub> + PROLIS насіння               | 292                           | 344       | 228       | 285                     | 299                   |

використання рослинами майже до “повної стиглості зерна” і більш інтенсивнішим воно було на варіантах з регуляторами росту рослин та за сівби ячменю озимого в пізніший строк сівби – 20 жовтня.

Подальші дослідження також повинні враховувати регіональні зміни клімату та інші елементи системи живлення і новітні регулятори росту рослин.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

- Смирнов П.М., Муравин Э.А. Роль отдельных элементов в жизни растений, вынос питательных веществ с урожаем с.-х. культур. *Агроном*. 2008. № 4. С. 18–23.
- Лісовий М.В. Підвищення ефективності мінеральних добрив. К.: Урожай, 1991. 120 с.
- Філіп'єв І.Д., Гамаюнова В.В. Нове у застосуванні добрив на зрошуваних землях. *Зрошуване землеробство*. 1998. Вип. 41. С. 20–25.
- Вожегова Р.А. Напрями адаптації галузі рослинництва до регіональних змін клімату. Збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти», 10–12 квітня 2019 року. ДУ НМЦ «Агрооєвіта», Київ – Миколаїв – Херсон. 2019. С. 3–9.
- Бычко О.С. Интенсивная технология выращивания озимого ячменя. *Научно обоснованная система орошаемого земледелия*. Киев: Урожай. 1987. С. 103–105.
- Заєць С. О., Онуфран Л. І. Продуктивність сортів ячменю озимого на зрошуваних землях залежно від попередника та фону азотного живлення. *Зрошуване землеробство: Міжвід. темат. наук. зб.* 2016. Вип. 66. С. 31–34
- Анішин Л. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. *Пропозиція*. 2004. № 10. С. 48–50.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). URL: <http://www.fao.org/home/en>
- Попова Л. В. Вивчення впливу біологічного препарату поліміксобактерину на елементи продуктивності та урожайності озимої пшениці сорту Жайвір в умовах Овідіопольського району Одеської області. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2014. Вип. 71. С. 13–18.
- Nafziger, E.D., L.M. Wax, and C.M. Brown. (1986). Response of five winter wheat cultivars to growth regulators and increased nitrogen. *Crop Sci.* 26:767–770. doi:10.2135/cropsci1986.0011183X002600040029x
- Анішин Л. А., Пономаренко С. П., Грицаєнко З. М. Регулятори росту рослин. Рекомендації по застосуванню. Київ: ДП «Міжвідомчий науково-технічний центр «Агробіотех» НАН України і Міністерства освіти і науки України. 2011. 40 с.
- Калитка В.В., Ялоха Т.М. Урожайність ячменю озимого за дії різних попередників та регулятора росту АКМ. *Наук. вісн. НУБІП*. 2011. № 162. С. 89–93.
- Полянчиков С.П., Ковбель А.І. Амінокислоти у рослинництві. *Наук.-практ. зб. Посібник українського хлібороба*. 2016. т. 1. С. 16–17.
- Яворська В., Драгозов І., Мусіяка В. Регулятори росту зберігають сортову типовість сільськогосподарських культур. *Пропозиція*. 2004. № 8–9. С. 7.
- Eremenko O., Kalenska S., Pokoptseva L., Todorova L. (2019). The influence of AKM Growth Regulator on Photosynthetic Activity of Oilseed Flax Plants in the Conditions of Insufficient Humidification of the Southern Stepp of Ukraine / in *Modern Development Paths of agricultural production*. Editor V. Nadykto. 703–807. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5\\_78](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_78)
- Волкогон В.В. Стимулятори росту рослин як складові технологій раціонального використання мінеральних добрив. *Вісник Харк. держ. агр. ун.-ту*. 2004. № 4. С. 40–44.
- Касицкий Ю.И., Грицевич Ю.Г., Павлова М.Ю. Оптимизация минерального питания растений при использовании биостимуляторов. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 1999. Вип. № 3. С. 160–166.
- Пироговская Г.В. Использование биологически активных веществ и биопрепаратов в получении медленнодействующих удобрений и их эффективности. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 1999. Вип. № 3. С. 166–170.
- Гамаюнова В.В., Панфілова А.В., Бакланова Т.В. [та ін.]. Збільшення зерновиробництва в зоні Степу України за рахунок вирощування ячменю та оптимізації його живлення. *Наукові горизонти = Scientific Horizons*. Житомир. 2020. № 2 (87). С. 15–23.

## REFERENCES:

- Smirnov P.M, Muravin E.A. (2008). Rol' ot del'nykh elementov v zhizni rasteniy, vynos pitatel'nykh veshchestv s urozhayem s.-kh. kul'tur. [The role of individual elements in plant life, the removal of nutrients with the crop of agricultural crops. cultures]. *Agronom.* 4. 18–23. [in Ukrainian].
- Lisovyy M.V. (1991). Pidvyshchennya efektyvnosti mineral'nykh dobryv. [Improving the efficiency of mineral fertilizers]. K.: Urozhay, 120. [in Ukrainian].
- Filip'yev I.D., Hamayunova V.V. (1998). Nove u zastosuванні dobryv na zroshuvanykh zemlyakh. [New in the application of fertilizers on irrigated lands]. *Zroshuvane zemlerobstvo.* 41. 20–25. [in Ukrainian].
- Vozhehova P.A. (2019). Napryamy adaptatsiyi haluzi roslynnystva do rehional'nykh zmin klimatu. [Directions of adaptation of the crop industry to regional climate change]. *Zbirnyk tez II Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Klimatychni zminy ta sil'ske hospodarstvo. Vyklyky dlya ahromoyi nauky ta osvity», 10–12 kvitnya 2019 roku. DU NMTS «Ahrooevita», Kyiv – Mykolaiv –Kherson.* 3–9. [in Ukrainian].
- Bychko O.S. (1987). Intensivnaya tekhnologiya vyrashchivaniya ozimogo yachmenya. [Intensive technology for growing winter barley]. *Nauchno obosnovannaya sistema oroshayemogo zemledeliya.* Kyiv: Urozhay. 103–105. [in Ukrainian].
- Zayets' S. O., Onufran L. I. (2016). Produktivnist' sortiv yachmenyu ozymoho na zroshuvanykh zemlyakh zalezho vid poperednyka ta fonu azotnoho zhyvlennya. [Productivity of winter barley varieties on irrigated lands depending on the predecessor and the background of nitrogen nutrition]. *Zroshuvane zemlerobstvo: Mizhvid. temat. nauk. zb.* 66. 31–34. [in Ukrainian].
- Anishyn L. (2004). Vitshychnyani biolohichno aktyvni preparaty prosyat'sya na polya Ukrayiny. [Domestic biologically active drugs are requested in the fields of Ukraine]. *Propozytsiya.* 10. 48–50. [in Ukrainian].
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). URL: <http://www.fao.org/home/en>
- Popova L. V. (2014). Vyvchennya vplyvu biolohichnoho preparatu polimiksobakterynu na elementy produktyvnosti ta urozhaynist' ozymoyi pshenytsi sortu Zhayvir v umovakh Ovidiopol's'koho rayonu Odes'koyi oblasti. [Study of the influence of the biological preparation of polymyxobacterin on the elements of productivity and yield of winter wheat variety Zhayvir in the Ovidiopol district of Odessa region]. *Ahrarnyy visnyk Prychornomor'ya.* 71. 13–18. [in Ukrainian].
- Nafziger, E.D., L.M. Wax, and C.M. Brown. (1986). Response of five winter wheat cultivars to growth regulators and increased nitrogen. *Crop Sci.* 26:767–770. doi:10.2135/cropsci1986.0011183X002600040029x
- Anishyn L. A., Ponomarenko S. P., Hrytsayenko Z. M. (2011). Rehulyatory rostu roslyn. Rekomendatsiyi po zastosuванні. [Plant growth regulators. Recommendations for use.] Kyiv: DP «Mizhvidomchyuy nauko-tekhnichnyy tsentr «Ahrobiotekh» NAN Ukrayiny i Ministerstva osvity i nauky Ukrayiny. 40. [in Ukrainian].
- Kalytka V.V., Yalokha T.M. (2011). Urozhaynist' yachmenyu ozymoho za diyi riznykh poperednykiv ta rehulyatora rostu AKM. [Yields of winter barley under the action of various precursors and growth regulator AKM]. *Nauk. visn. NUBIP.* 162. 89–93. [in Ukrainian].
- Polyanchykov S.P., Kovbel' A.I. (2016). Aminokysloty u roslynnystvi. [Amino acids in crop production]. *Nauk.-prakt. zb. Posibnyk ukrayins'koho khliboroba.* 1. 16–17. [in Ukrainian].
- Yavors'ka V., Drahovoz I., Musiyaka V. (2004). Rehulyatory rostu zberihayut' sortovu typovist' sil's'kohospodars'kykh kul'tur. [Growth regulators preserve the varietal typicality of agricultural crops]. *Propozytsiya.* 8–9. 7. [in Ukrainian].
- Eremenko O., Kalenska S., Pokoptseva L., Todorova L. (2019). The influence of AKM Growth Regulator on Photosynthetic Activity of Oilseed Flax Plants in the Conditions of Insufficient Humidification of the Southern Stepp of Ukraine / in *Modern Development Paths of agricultural production.* Editor V. Nadykto. 703–807. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5\\_78](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_78)
- Volkohon V.V. (2004). Stymulyatory rostu roslyn yak skladovi tekhnolohiy ratsional'noho vykorystannya mineral'nykh dobryv. [Stimulators of plant growth as components of technologies of rational use of mineral fertilizers]. *Visnyk Khark. derzh. ahr. un.-tu.* 4. 40–44. [in Ukrainian].
- Kasytskyy YU.Y., Hrytsevych YU.H., Pavlova M.YU. (1999). Optymyzatsyya myneral'noho pytannya rastenyy pry yspol'zovanny byostymulyatorov. [Optimization of mineral nutrition of plants when using biostimulants]. *Ahrarnyy visnyk Prychornomor'ya.* Odesa. 3. 160–166. [in Ukrainian].
- Pirogovskaya G.V. (1999). Ispol'zovaniye biologicheskii aktivnykh veshchestv i biopreparatov v poluchenii medlennodeystvuyushchikh udobreniy i ikh effektivnost'. [The use of biologically active substances and biological products in the production of slow-acting fertilizers and their effectiveness]. *Agrarnyy visnyk Prychornomor'ya.* Odesa. 3. 166–170. [in Ukrainian].
- Hamayunova V.V., Panfilova A.V., Baklanova T.V. [ta in.]. (2020). Zbil'shennya zernovyrobnyctva v zoni Stepu Ukrayiny za rakhunok vyroshchuvannya yachmenyu ta optymizatsiyi yoho zhyvlennya. [Increasing grain production in the steppe zone of Ukraine due to barley cultivation and optimization of its nutrition]. *Naukovi horyzonty = Scientific Horizons.* Zhytomyr. 2 (87). 15–23. [in Ukrainian].

**Заєць С.О., Онуфран Л.І., Фундират К.С., Юзюк С.М., Кисіль Л.Б. Поживний режим ґрунту на посівах ячменю озимого за різних строків сівби та регуляторів росту рослин в умовах зрошення**

**Метою роботи** є визначення поживного режиму ґрунту на посівах ячменю озимого в умовах зрошення Південного Степу України за різних строків сівби та обробки насіння багатофункціональними регуляторами росту рослин Гуміфілд Форте брікс, МИР і PROLIS. **Методи.** Дослідження проводились на зрошуваних землях в 2016–2019 рр. за методикою польових і лабораторних досліджень Інституту зрошуваного землеробства (ІЗЗ) НААН. У зразках ґрунту визначали вміст нітратів (за Грандваль-Ляжем), рухомого фосфору (за Мачигінім), обмінного калію (на полум'яному фотометрі). За сівби ячменю озимого 1 і 20 жовтня та обробки насіння використовували регулятори росту рослин (PPP): Гуміфілд Форте брікс (0,8 л/т), МИР (6 г/т) і PROLIS (5 г/т). Поливами вологість ґрунту на посівах підтримувалась на рівні 70% НВ у шарі 0.50 м.

**Результати досліджень.** Встановлено, що обробка насіння ячменю озимого регуляторами росту рослин за сівби після попередника соя в 0,30 м шарі ґрунту на темно-каштанових ґрунтах збільшувала вміст нітратного азоту в ґрунті та покращувала забезпечення ним рослин, порівняно з контрольним варіантом ( $N_{90}$ ). У період весняного кушення рослин у шарі ґрунту 0,30 м у варіантах без PPP за сівби ячменю 1 і 20 жовтня нітратів містилося 35,9 і 47,8 мг/кг, тоді як за обробки насіння ними їх було більше – відповідно 36,0–40,3 та 59,6–63,6 мг/кг. У більшості випадків упродовж періоду “стеблуння – повна стиглість зерна” за першого строку сівби вищий вміст нітратів у ґрунті забезпечували PPP Гуміфілд Форте брікс і PROLIS – 6,8–9,8 та 6,2–9,3 мг/кг, що на 1,0–1,8 та 0,9–1,0 мг/кг більше за варіант без них. Водночас як за другого строку сівби – Гуміфілд Форте брікс і МІР – 6,8–17,2 та 7,2–17,2 мг/кг, що перевищує контрольний варіант на 1,4–8,0 та 1,5–8,0 мг/кг. Враховуючи, що фосфорні і калійні добрива не вносились, то такої помітної різниці за обробки насіння PPP і без них за цими елементами живлення не спостерігалась. **Висновки.** Обробка насіння регуляторами росту рослин Гуміфілд Форте брікс, МІР і PROLIS значно поліпшувало передусім азотне живлення рослин ячменю озимого. Максимальна кількість нітратів і рухомого фосфору спостерігається в період весняного кушення рослин культури. Від весняного кушення до кінця вегетації, вміст їх у ґрунті зменшується, що свідчить про їх використання рослинами майже до “повної стиглості зерна” і більш інтенсивнішим воно було на варіантах з регуляторами росту рослин та за сівби ячменю озимого в пізній строк сівби – 20 жовтня.

**Ключові слова:** азот, фосфор, калій, зрошення, ячмінь, строки сівби, регулятори

**Zaiets S.O., Onufran L.I., Fundirat K.S., Yuzyuk S.M., Kisil L.B. Nutrient regime of soil on winter barley crops at different sowing dates and plant growth regulators under irrigation conditions**

**Purpose.** The aim of the work is to determine the nutrient regime of soil on winter barley crops under irrigation of the Southern Steppe of Ukraine at different times of sowing and seed treatment with multifunctional plant growth regulators Humifield Forte Brix, MIR and PROLIS. **Methods.** The research was conducted on

irrigated lands in 2016–2019 according to the methods of field and laboratory research of the Institute of Irrigated Agriculture (IIA) NAAS. Soil samples were used to determine the content of nitrates (according to Grandval-Liege), mobile phosphorus (according to Machigin), and exchangeable potassium (on a flaming photometer). The predecessor was soybeans harvested for grain. Plant growth regulators (PGR) were used for sowing winter barley on October 1 and 20 and seed treatment: Humifield Forte Brix (0.8 l/t), MIR (6 g/t) and PROLIS (5 g/t). Irrigation maintained the soil moisture at the level of 70 % HB in the layer of 0.50 m. **Research results.** It was found that treatment of winter barley seeds with plant growth regulators for sowing after soybean predecessor in 0.30 m layer of soil on dark chestnut soils increased the content of nitrate nitrogen in the soil and improved plant supply compared to the control variant ( $N_{90}$ ). During the spring tillering of plants in the soil layer of 0.30 m in variants without PPP for sowing barley on October 1 and 20 nitrates contained 35.9 and 47.8 mg/kg, while for seed treatment they were more – respectively 36.0–40.3 and 59.6–63.6 mg/kg. In most cases, during the period of “stalking – full grain ripeness” during the first sowing period, the highest content of nitrates in the soil was provided by PPP Humifield Forte Brix and PROLIS – 6.8–9.8 and 6.2–9.3 mg/kg, which is 1.0–1.8 and 0.9–1.0 mg/kg more than without them. At the same time as for the second sowing period – Humifield Forte Brix and MIR – 6.8–17.2 and 7.2–17.2 mg/kg, which exceeds the control variant by 1.4–8.0 and 1.5–8.0 mg/kg. Given that phosphorus and potassium fertilizers were not applied, such a significant difference in the treatment of PPP seeds and without them for these nutrients was not observed. **Conclusions.** Seed treatment with plant growth regulators Humifield Forte Brix, MIR and PROLIS significantly improved, above all, nitrogen nutrition of winter barley plants. The maximum amount of nitrates and mobile phosphorus is observed during the spring tillering of crops. From spring tillering to the end of the growing season, their content in the soil decreases, which indicates their use by plants almost to “full grain ripeness” and it was more intense in options with plant growth regulators and for sowing winter barley at a later date – October 20.

**Key words:** nitrogen, phosphorus, potassium, irrigation, barley, sowing dates, regulators