

УДК 631.8:631.1 (477.2)

## ЗНАЧЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПИТАНИЯ В СТАБИЛЬНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЗОНЕ ЮГА УКРАИНЫ

Валентина ГАМАЮНОВА<sup>1</sup>, Антонина ПАНФИЛОВА<sup>1</sup>,  
Татьяна ГЛУШКО<sup>2</sup>, Ирина СМИРНОВА<sup>1</sup>, Анна КУВШИНОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Николаевский национальный аграрный университет, Украина  
<sup>2</sup>ГВУЗ «Херсонский государственный аграрный университет», Украина

**Abstract.** The article presents the results of studies on the optimization of winter and spring grain crops nutrition and its impact on grain yield. It was established that with improving nutrition conditions plant productivity significantly increases in comparison with the control one regardless of the weather conditions of the year of cultivation, the crop species and even its varietal characteristics. The authors substantiated the positive impact not only of the preceding crop and mineral fertilizers on the optimization of plant nutrition, but also the beneficial effect of the modern biological preparations and the growth-regulatory substances used both separately in the main phases of vegetation, and on the background of low (starting) doses of NPK. The data reveal the high efficiency of the application of estimated fertilizer doses on the planned crop productivity, taking into account the content of mobile nutrients in the soil of a particular field.

**Key words:** Grain crops; Winter crops; Spring crops; Fertilizers; Estimated dose; Biological preparations; Growth-regulatory substances; Yield.

**Реферат.** В статье приведены результаты исследований по оптимизации питания озимых и яровых зерновых культур и его влияния на урожайность зерна. Установлено, что с улучшением условий питания растений, их продуктивность в сравнении с контролем существенно возрастает независимо от погодных условий года возделывания, вида культуры и даже сортовых ее особенностей. Авторами обосновано положительное влияние на оптимизацию питания растений не только предшественника и минеральных удобрений, а и современных биопрепаратов и рострегулирующих веществ, применяемых как отдельно в основные фазы вегетации, так и по фону невысоких (стартовых) доз NPK. Установлена высокая эффективность применения расчетной дозы удобрений на запланированную продуктивность культуры с учетом содержания подвижных элементов питания в почве конкретного поля.

**Ключевые слова:** Зерновые культуры; Озимые культуры; Яровые культуры; Удобрения; Расчетная доза; Биопрепараты; Рострегулирующие вещества; Урожайность.

### ВВЕДЕНИЕ

В последние годы возделывание сельскохозяйственных культур и получение стабильной их продуктивности не всегда сопровождается соблюдением основных законов земледелия. Прежде всего, не выполняются в большинстве случаев два из них – законы чередования культур в севообороте и возврата питательных веществ. Это приводит к ухудшению основных показателей почв, в частности их обеднению на содержание гумуса, органического вещества, общих и подвижных элементов питания, увеличению засоренности полей и другим неблагоприятным последствиям (Добровольский, Г.В. 2001).

Ведь хорошо известно, что возделывание сельскохозяйственных культур в севообороте позволяет снизить затраты на их выращивание на 15 – 20% и больше за счет уменьшения сорняков, болезнетворных патогенов, биологического азота, накопленного бобовыми культурами, правильной разноглубинной обработки почвы и т.д. (Бойко, П.И., Коваленко, Н.П. 2016; Гриник, І. 2009). Кроме того при этом почва систематически пополняется оптимальным количеством органического вещества, сохраняя при этом практически положительный баланс гумуса (Балюк, С.А., Медведев, В.В. 2014). Продуктивность возделываемых культур к тому же зависит от предшественника, что опять же определяется наличием влаги и элементов питания в почве после предыдущей культуры (Єщенко, В.О. 2014; Гамаюнова, В.В., Литовченко, А.А., Музыка, Н.Н. 2016).

В связи с отклонением от соблюдения законов земледелия, а также изменением климатических условий в последние годы, урожайность сельскохозяйственных культур, как и их качество, остаются невысокими (Морозов, О.В., Безніцька, Н.В. и др. 2014). Среди основных факторов, определяющих получение стабильных уровней урожая в условиях южной Степи Украины, в первом

минимуме находится наличие продуктивной влаги, а второе место занимает обеспеченность растений элементами питания в доступной форме, что доподлинно подтверждено и нашими исследованиями. К тому же, наряду с оптимизацией питания сельскохозяйственные культуры используют воду значительно продуктивнее, а также повышают устойчивость к стрессовым условиям (Кочмарский, В. и др. 2011; Бузинный, М.В. 2014).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Опыты с сортами озимых пшеницы и ячменя, а так же ячменя ярового проводили в учебно-научно-практическом центре Николаевского НАУ, расположенного в зоне южной Степи Украины в течении 2011 – 2017 гг. Почва опытного участка - чернозем южный. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 3,10 – 3,22%. Обеспеченность подвижными формами азота и фосфора средняя, обменным калием – повышенная, рН нейтральная – 6,8 – 7,1%.

Агротехника выращивания исследуемых культур была общепринятой для зоны юга Украины, кроме факторов, взятых на изучение. Схемы опытов с озимыми и яровыми культурами приведены в соответствующих таблицах и рисунках. Повторность опытов четырехкратная, площадь делянок 60 – 100 м<sup>2</sup>, учетная – 30 – 50 м<sup>2</sup>.

Из минеральных удобрений были применены: азотное (аммиачная селитра, 34% N), фосфорное (гранулированный суперфосфат, 40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), комплексное (нитрофоску, NPK – по 16%), для качества зерна в фазу колошения N<sub>30</sub> (карбамид, 46% N). Расчетную дозу удобрений определяли по методике (Гамаюнова, В.В., Филиппев, И.Д. 1997).

Для проведения внекорневых подкормок в основные периоды вегетации растений использовали современные биопрепараты и рострегулирующие вещества, зарегистрированные для зоны исследований в рекомендованных концентрациях препаратов и рабочей жидкости.

Для зоны исследований характерны высокий температурный режим, недостаточное количество осадков и неравномерное их распределение в течение вегетационного периода растений и года.

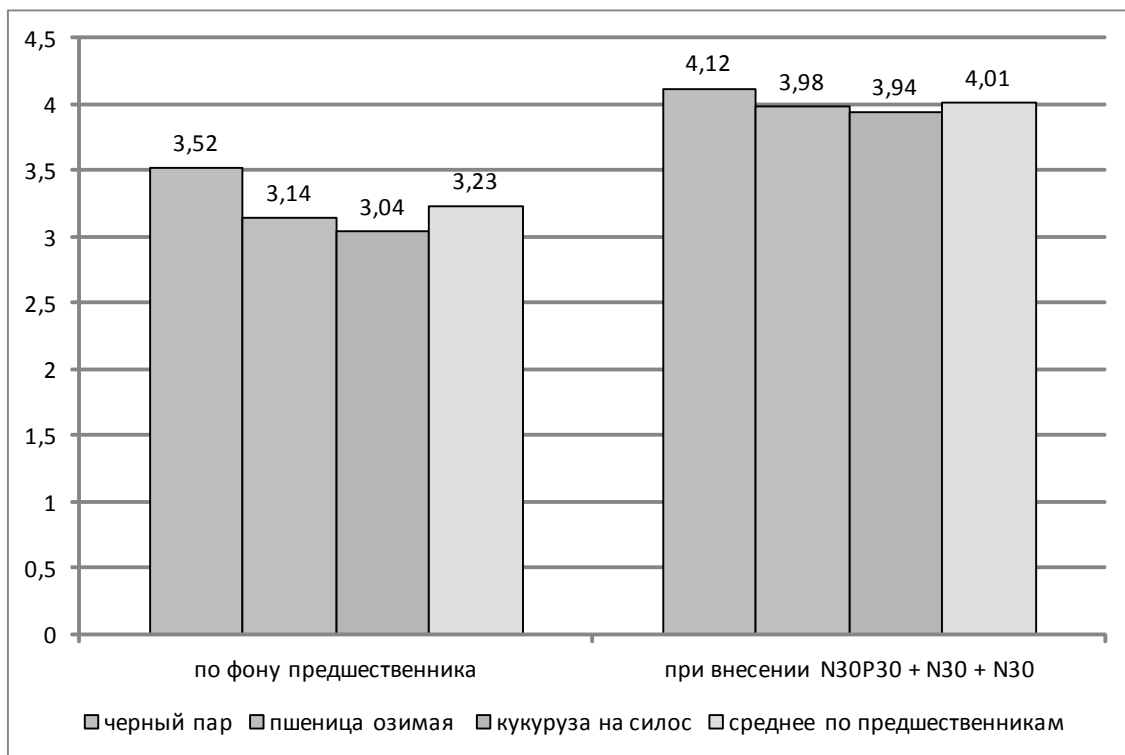
Закладку опытов, агротехнику их проведения, запланированные экспериментальные исследования, учет урожая изучаемых культур выполняли согласно ГОСТ, общепринятых методик и рекомендаций для зоны юга Украины.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Известно, что продуктивность сельскохозяйственных культур в значительной степени определяет предшественник. Зерновые озимые культуры, например, лучше размещать после пара и бобовых, тогда они формируют высокую урожайность и лучшее качество зерна (Гамаюнова, В.В., Коваленко, О.А., Хоненко, Л.Г. 2018).

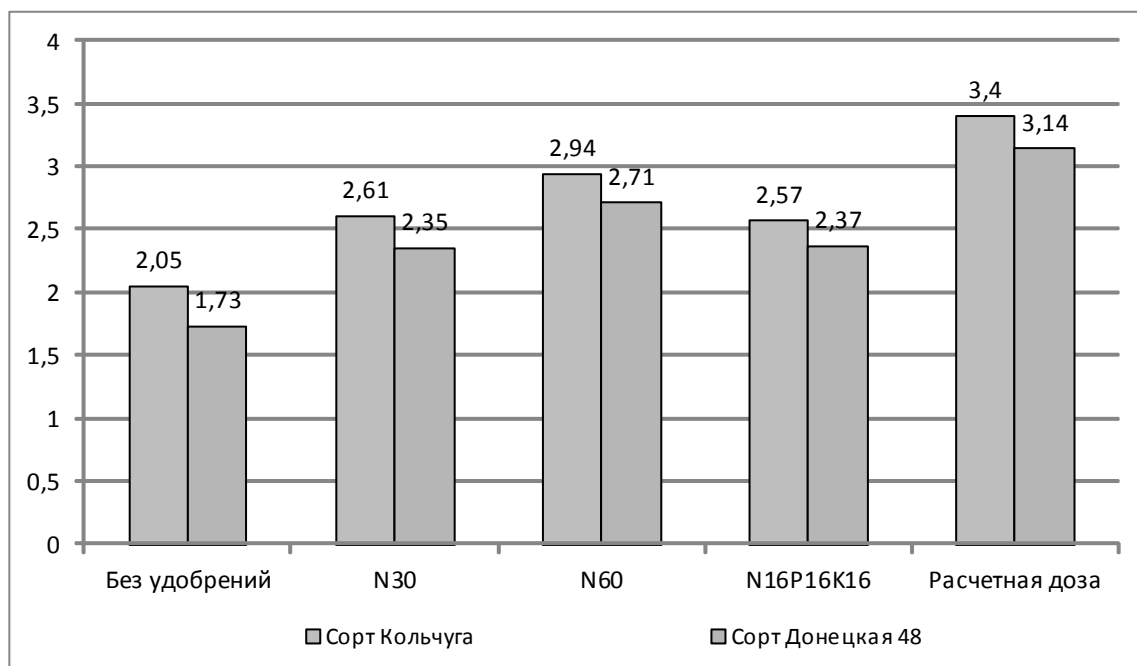
Благодаря нашим исследованиям с рядом сортов пшеницы озимой было установлено, что урожайность зерна зависит от многих факторов и прежде всего от погодно-климатических условий года вегетации, предшественника, фона питания, сортовых особенностей, срока сева, уборки и других составляющих элементов технологий возделывания. Наивысшую урожайность зерна по естественному фону предшественника обеспечивает размещение пшеницы озимой по пару. В среднем за четыре года исследований по этому предшественнику получено 3,52 т/га зерна, тогда как после кукурузы на силос сформировано 3,14 т/га, а стерневого предшественника 3,04 т/га или соответственно на 12,1 и 15,8% ниже, чем после пара (рис. 1).

Данные рисунка иллюстрируют значительное преимущество оптимизации питания растений в существенном увеличении урожайности зерна пшеницы озимой. К тому же характерным проявлением этого приема являются большие приросты зерна, которые зависят от внесения минеральных удобрений по фону непаровых предшественников. Таким образом если в среднем за годы исследования по всем сортам и предшественникам урожайность зерна пшеницы озимой увеличилась на 24,1% от использования удобрений, то при размещении после пара этот показатель составил 17,0%, урожайность кукурузы на силос – 26,8%, а стерневого предшественника – 29,6%. То есть, чем меньше подвижных элементов питания содержится в почве под предшествующей культурой, тем выше будет обеспечен прирост урожайности после внесения по его фону минеральных удобрений.



**Рисунок 1.** Влияние предшественника и фона питания на урожайность пшеницы озимой (среднее за 4 года выращивания), т/га

В этой связи целесообразно корректировать дозу удобрений в зависимости от содержания подвижных NPK в почве и уровня запланированной урожайности культуры. Исследования в этом направлении мы провели с пшеницей озимой, где кроме наиболее часто применяемых в производстве и рекомендованных доз минеральных удобрений на изучение принята и расчетная их доза (рис. 2).



**Рисунок 2.** Урожайность сортов пшеницы озимой в зависимости от фона удобрений (среднее за 2011-2013 гг.), т/га

Установлено, что оба сорта пшеницы озимой – Кольчуга и Донецкая 48 формировали наиболее высокую продуктивность зерна по фону расчетной дозы удобрений. К тому же в этом варианте опыта в зерне содержалось максимальное количество клейковины, белка и условный сбор белка с единицы площади. Так, по сорту Кольчуга в среднем за три года исследований данные показатели соответственно составили: 31,5%; 12,0% и 0,408 т/га, а в не удобренном контроле 20,5%; 10,5% и 0,215 т/га. При возделывании пшеницы озимой сорта Донецкая 48 показатели составили: 30,9%; 11,8% 0,371 т/га и 20,1%; 10,1%; 0,175 т/га соответственно. Таким образом, полученные нами результаты исследований свидетельствуют о значительном влиянии фактора обеспеченности растений элементами питания, а также погодных условий вегетационного периода, сортовых особенностей и других агротехнологических приемов в формировании гарантированных уровней урожая и высоких показателей качества выращенной продукции, в том числе и зерна.

Роль оптимизации питания мы определяли при возделывании ячменя ярового и озимого. При этом изучали реакцию сортов этой культуры на элементы ресурсосберегающих подходов к их питательному режиму. Так, при возделывании трех сортов ячменя ярового перед севом вносили минеральное удобрение  $N_{30}P_{30}$ . При средней обеспеченности почвы подвижными элементами питания применение этой дозы удобрения в среднем по трем сортам за все годы исследований обеспечило прибавку урожайности зерна с 2,66 т/га в контроле до 3,06 т/га, т. е. 0,4 т/га или на 15,0% (табл. 1).

Проведение внекорневых подкормок в начале выхода растений в трубку биопрепаратами и рогостимулирующими веществами на этом фоне предпосевного удобрения способствовало дальнейшему увеличению урожайности. Максимальные уровни зерна сортов ячменя ярового обеспечили применение препарата Эскаорт-био, который позволил в среднем получить урожайность на уровне 3,41 т/га, что превысило контроль на 23,2%, а фон  $N_{30}P_{30}$  - на 11,4%. Положительное влияние этого биопрепарата наблюдали во все годы исследований при возделывании всех сортов. Однако следует отметить, что близкими уровни урожайности зерна ячменя ярового формировались в вариантах проведения подкормок препаратом Органик Д2 и совместного применения Мочевин К1 и Мочевин К2. Обработка посева растений этими препаратами по отдельности обеспечивала значительно меньшие приросты урожая.

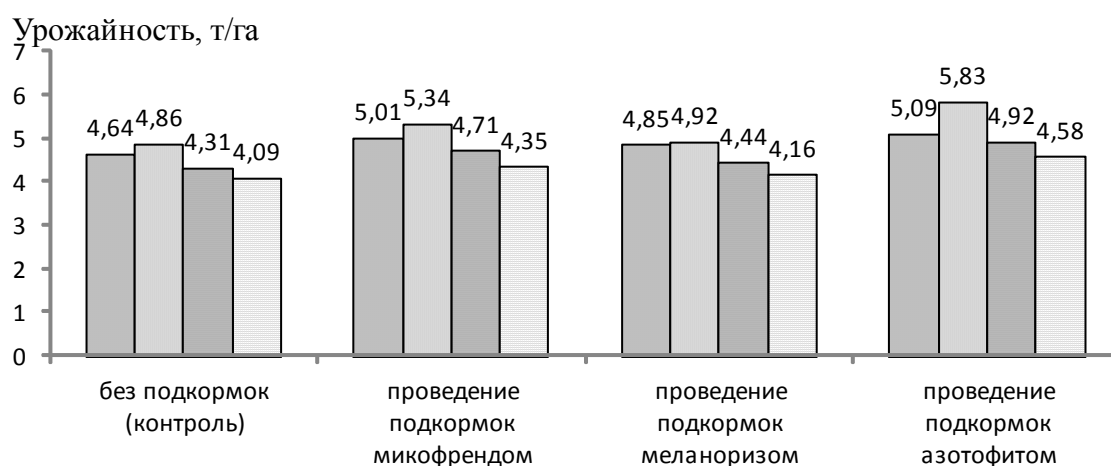
**Таблица 1.** Урожайность ячменя ярового в зависимости от особенностей сорта и оптимизации питания, т/га

| Сорт (фактор А)   | Вариант питания (фактор В)   | Годы исследований |      |      |      |      | Среднее за 2013-2017 гг. | Прибавка к контролю |      |
|-------------------|------------------------------|-------------------|------|------|------|------|--------------------------|---------------------|------|
|                   |                              | 2013              | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |                          | т/га                | %    |
| Адапт             | Контроль                     | 2,25              | 2,61 | 2,55 | 2,86 | 2,52 | 2,56                     | -                   | -    |
|                   | $N_{30}P_{30}$ (фон)         | 2,51              | 2,96 | 2,90 | 3,28 | 2,89 | 2,91                     | 0,35                | 13,7 |
|                   | Фон + Мочевин К1             | 2,69              | 3,10 | 3,08 | 3,46 | 2,93 | 3,05                     | 0,49                | 19,1 |
|                   | Фон + Мочевин К2             | 2,71              | 3,14 | 3,10 | 3,59 | 3,00 | 3,11                     | 0,55                | 21,5 |
|                   | Фон + Эскаорт-био            | 2,83              | 3,27 | 3,21 | 3,75 | 3,20 | 3,25                     | 0,69                | 27,0 |
|                   | Фон+ Мочевин К1 + Мочевин К2 | 2,74              | 3,21 | 3,14 | 3,65 | 3,12 | 3,17                     | 0,61                | 23,8 |
| Сталкер           | Контроль                     | 2,34              | 2,69 | 2,62 | 2,88 | 2,64 | 2,63                     | -                   | -    |
|                   | $N_{30}P_{30}$ (фон)         | 2,66              | 3,09 | 3,01 | 3,30 | 3,06 | 3,02                     | 0,39                | 14,8 |
|                   | Фон + Мочевин К1             | 2,79              | 3,20 | 3,18 | 3,65 | 3,15 | 3,19                     | 0,56                | 21,3 |
|                   | Фон + Мочевин К2             | 2,81              | 3,23 | 3,20 | 3,70 | 3,22 | 3,23                     | 0,60                | 22,8 |
|                   | Фон + Эскаорт-био            | 2,95              | 3,36 | 3,31 | 3,84 | 3,39 | 3,37                     | 0,74                | 28,1 |
|                   | Фон+ Мочевин К1 + Мочевин К2 | 2,86              | 3,29 | 3,26 | 3,76 | 3,30 | 3,29                     | 0,66                | 25,1 |
| Эней              | Контроль                     | 2,36              | 2,80 | 2,79 | 3,18 | 2,89 | 2,80                     | -                   | -    |
|                   | $N_{30}P_{30}$ (фон)         | 2,73              | 3,21 | 3,22 | 3,75 | 3,31 | 3,24                     | 0,44                | 15,7 |
|                   | Фон + Мочевин К1             | 2,94              | 3,40 | 3,29 | 3,94 | 3,34 | 3,38                     | 0,58                | 20,7 |
|                   | Фон + Мочевин К2             | 2,99              | 3,48 | 3,35 | 4,01 | 3,36 | 3,44                     | 0,64                | 22,9 |
|                   | Фон + Эскаорт-био            | 3,12              | 3,58 | 3,52 | 4,30 | 3,51 | 3,61                     | 0,81                | 28,9 |
|                   | Фон+ Мочевин К1 + Мочевин К2 | 3,06              | 3,51 | 3,42 | 4,22 | 3,41 | 3,52                     | 0,72                | 25,7 |
| НСР <sub>05</sub> | по фактору А                 | 0,08              | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,11 |                          |                     |      |
|                   | по фактору В                 | 0,11              | 0,13 | 0,14 | 0,10 | 0,13 |                          |                     |      |
|                   | по факторам АВ               | 0,13              | 0,15 | 0,16 | 0,12 | 0,16 |                          |                     |      |

Нашими исследованиями установлено, что урожайность значительно зависела от погодных условий года возделывания культуры. Так, самый низкий уровень урожая зерна сформирован в 2013 году, а наиболее высокий – в благоприятном по увлажнению 2016 году. Соответственно в эти годы в среднем по всем вариантам опыта сорт Адапт обеспечил получение зерна на уровнях 2,55 и 3,47 т/га, сорт Сталкер – 2,76 – и 3,55 т/га, а Эней – 2,83 и 3,95 т/га. Средневзвешенная по вариантам урожайность зерна взятых на изучение сортов за все пять лет исследований составила соответственно: 3,04; 3,15 и 3,35 т/га. Это свидетельствует о том, что независимо от условий года наиболее высокую урожайность способен формировать сорт Эней, довольно близкие ее значения обеспечивал и сорт ячменя ярового Сталкер, а более низкую продуктивность – сорт Адапт. Эта закономерность в разрезе сортов ячменя ярового сохранялась во все годы исследований, что позволяет рекомендовать выращивание более адаптированных для условий южной Степи Украины сортов ячменя ярового Эней и Сталкер.

Практически такие же результаты мы получили при проведении исследований, осуществленных на протяжении 2016 – 2017 гг. с двумя сортами ячменя ярового Сталкер и Вакула, о которых мы уже сообщали. Их урожайность в среднем за годы возделывания сформировалась одинаковой – 2,78 и 2,77 т/га зерна без удобрений и 3,58 и 3,57 т/га соответственно по вариантам оптимизации питания. Этими исследованиями также установлена высокая эффективность применения Эсорт – био, Д2 и других рострегулирующих препаратов при возделывании ячменя ярового.

Разработка элементов ресурсосберегающего направления в оптимизации питания растений путем использования современных биопрепаратов мы проводили и с четырьмя сортами ячменя озимого. Его результаты представлены на рисунке 3, который позволяет выделить как более продуктивные сорта, так и лучшие препараты. Установлена наиболее высокая эффективность азотофита, затем микофренда и самая низкая – меланориза. Из четырех взятых на исследование сортов более высокой продуктивностью характеризуются Достойный и Валькирия, а наиболее низкой – сорт Яссон. Полученные результаты позволяют также сделать вывод о том, что ячмень озимый способен обеспечить получение более высокого уровня урожая зерна в сравнении с яровой формой этой культуры, что обусловлено его биологией, количеством атмосферных осадков и запасами почвенной влаги в начальный период вегетации.



**Рисунок 3.** Влияние внекорневых подкормок ячменя озимого на урожайность зерна в зависимости от сорта и рострегулирующего препарата, т/га

■ сорт Валькирия    □ сорт Достойный    ■ сорт Оскар    □ Сорт Яссон



## ВЫВОДЫ

Благодаря проведенным исследованиям с озимыми и яровыми зерновыми культурами было установлено, что они существенно повышают продуктивность под влиянием оптимизации питания.

Роль удобрений усиливается при их внесении на полях, имеющих более низкую обеспеченность подвижными элементами питания. Для учета этого, как установлено нашими исследованиями, целесообразно применять расчетные дозы минеральных удобрений на запланированный уровень урожайности. Оптимизация фона питания способствует существенному увеличению урожайности и улучшению качества зерна.

В связи с обеднением почв на элементы питания, дороговизной минеральных удобрений и практическим отсутствием применения органических, оптимизировать питание растений следует путем использования по фону невысоких (стартовых) доз минеральных удобрений современных биопрепаратов и рострегулирующих веществ в основные периоды вегетации возделываемой культуры. При этом также следует подбирать и выращивать наиболее адаптированные и пластичные для зоны сорта и гибриды сельскохозяйственных растений. Такие подходы позволяют получать стабильную продуктивность зерновых культур независимо от погодных условий, которые складываются в регионе, к тому же при относительно невысоких затратах.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БАЛЮК, С.А., МЕДВЕДСВ, В.В. (2014). Підсумки діяльності Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків у 2010-2014 рр. і актуальні завдання на перспективу. У: Міжвідомчий тематичний науковий збірник: Агрохімія і ґрунтознавство. Спеціальний випуск до IX з'їзду Українського товариства ґрунтознавців та агрохіміків «Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України». Кн. I, Пленарні доповіді. с. 3–17.
2. БОЙКО, П.І., КОВАЛЕНКО, Н.П. (2016). Навіщо потрібні сівозмінні. У: Аграрний тиждень, № 7, с. 50–53.
3. БУЗИННИЙ, М. В. (2014). Реакція генотипів озимої пшениці м'якої на стресові умови вегетації при підживленні рослин у різні фази розвитку. У: Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». Вип. 3 (27). с. 192–196.
4. ГАМАЮНОВА, В.В., ФИЛИПЬЕВ, И.Д. (1997). Определение доз удобрений под сельскохозяйственные культуры в условиях орошения. У: Вісник аграрної науки, № 5, с. 15-19.
5. ГАМАЮНОВА, В.В., ЛИТОВЧЕНКО, А.А., МУЗЫКА, Н.Н. (2016). Продуктивность озимых зерновых культур под влиянием технологии их возделывания в условиях южной Степи Украины. У: Вестник Прикаспия, №3(14), с. 13-17.
6. ГАМАЮНОВА, В.В., КОВАЛЕНКО, О.А., ХОНЕНКО, Л.Г. (2018). Сучасні підходи до ведення землеробської галузі на засадах біологізації та ресурсозбереження. В: Колективна монографія «Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій. За редакцією П.В. Писаренка, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб. Полтава: ПДАА. с. 232-241.
7. ГРИНИК, І. (2009). Родючість ґрунту і ефективність використання ріллі в сівозмінах Полісся залежно від способів застосування соломи на добриво. У: Вісник аграрної науки, № 1, с. 16–20.
8. ДОБРОВОЛЬСКИЙ, Г. В. (2001). Сохранение почв и их плодородия – важнейшая экологическая проблема XXI века. У: Почвы и их плодородие на рубеже столетий: Материалы II съезда Болорусского общества почвоведов. Книга 1. «Теоретические и прикладные проблемы почвоведения». Минск. с. 74–75.
9. ЄЩЕНКО, В.О. (2014). Місце науково обґрунтованих сівозмін у сучасному землеробстві. У: Вісник Уманського національного університету садівництва, №2, с. 3-6.
10. КОЧМАРСКИЙ, В., СОЛЕНАЯ, В., ХОМЕНКО, В. (2011). Яровая пшеница: адаптивность к стрессам. У: Зерно, № 12, с. 14–17.
11. МОРОЗОВ, О. В., БЕЗНІЦЬКА, Н.В., НЕСТЕРЕНКО, В.П., ПІЧУРА, В.І. (2014). Формування урожайності озимої пшениці залежно від кліматичних змін (на прикладі Херсонської області). У: Таврійський науковий вісник, Вип. 88, с. 146–152.

Data prezentării articolului: 29.08.2018

Data acceptării articolului: 12.10.2018