

## АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ И ГИДРОТЕХНИКИ

Обзорная статья

УДК 635.25:631.8

### Применение удобрений при выращивании лука репчатого

Валерий Алексеевич Монастырский<sup>1</sup>, Владимир Игоревич Ольгаренко<sup>2</sup>,  
Евгений Алексеевич Меркулов<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,  
Российская Федерация

<sup>1</sup>valerijmonastyrskij@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0881-4282>

<sup>2</sup>olgarenko\_vi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9609-5571>

<sup>3</sup>zhenya.merkulov.53@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-9045-9541>

**Аннотация. Цель:** анализ влияния применения видов и доз удобрений на рост, развитие и урожайность лука репчатого при его возделывании в различных природно-климатических зонах Российской Федерации. **Обсуждение.** Рассмотрены вопросы влияния применения видов и доз удобрений на различных типах почв при выращивании лука репчатого. Проведен анализ схем внесения удобрений в разных соотношениях. Рассматривается важность выбора оптимальных схем внесения удобрений в зависимости от климатических условий и типа почвы, что может значительно улучшить показатели не только урожайности, но и качества продукции. При внесении минеральных удобрений прибавка урожая лука репчатого достигает от 22,5 до 30 % по сравнению с возделыванием без удобрений, а также позволяет повысить биохимические показатели луковиц до 30 %. Наибольший прирост урожайности лука репчатого достигается при применении органоминеральных удобрений, внесение которых приводит к росту урожайности культуры до 54,8 %. **Выводы.** В результате анализа опытов возделывания лука репчатого выявлено, что различные виды удобрений способствуют росту и развитию лука, увеличению его продуктивности, улучшению качества продукции и сохранению плодородия почвы. Для эффективного применения удобрений при выращивании лука репчатого в условиях Ростовской области требуется провести исследования по изучению применения минеральных и органических удобрений, необходимых микроэлементов, способов их внесения, а также доз с учетом выращивания лука на орошаемых землях.

**Ключевые слова:** лук репчатый, урожайность, доза удобрений, минеральные и органические удобрения

**Апробация результатов исследования:** основные положения статьи доложены на Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные научные исследования в области мелиорации и гидротехники» (г. Новочеркасск, 30 мая 2025 г.).

**Для цитирования:** Монастырский В. А., Ольгаренко В. И., Меркулов Е. А. Применение удобрений при выращивании лука репчатого // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 96, № 2. С. 186–207.

## CURRENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF LAND RECLAMATION AND HYDRAULIC ENGINEERING

Review article

### Fertilizer application during onion growing

**Valeriy A. Monastyrskiy<sup>1</sup>, Vladimir Ig. Olgarenko<sup>2</sup>, Evgeniy A. Merkulov<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

<sup>1</sup>valerijmonastyrskij@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0881-4282>

<sup>2</sup>olgarenko\_vi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9609-5571>

<sup>3</sup>zhenya.merkulov.53@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-9045-9541>

**Abstract. Purpose:** to analyze the effect of fertilizer types and doses application on onion growth, development and yield during their cultivation in various natural and climatic zones of the Russian Federation. **Discussion.** The effects of fertilizer types and doses application on various soil types during the cultivation of onions are considered. The analysis of fertilizer application schemes in different ratios is carried out. The importance of choosing optimal fertilizer application schemes depending on climatic conditions and soil type is considered, which can significantly improve not only the yield, but also the quality of the products. When applying mineral fertilizers, the onion yield increase reaches 22.5 to 30 % compared to cultivation without fertilizers, and also allows increasing the biochemical parameters of the bulbs by up to 30 %. The greatest increase in onion yield is achieved with organomineral fertilizer application, which leads to the crop yield increase up to 54.8 %. **Conclusions.** As a result of the analysis of experiments on growing onions, it was revealed that various types of fertilizers contribute to the growth and development of onions, increasing their productivity, improving the quality of products and maintaining soil fertility. For the effective application of fertilizers when growing onions under the conditions of Rostov region, it is necessary to conduct research on the application of mineral and organic fertilizers, essential microelements, methods of their application, as well as application rates taking into account the cultivation of onions on irrigated lands.

**Keywords:** onion, yield, fertilizer rate, mineral and organic fertilizers

**Evaluation of the research results:** the fundamental principles of the article were reported at the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists “Current Scientific Research in the Field of Land Reclamation and Hydraulic Engineering” (Novocherkassk, May 30, 2025).

**For citation:** Monastyrskiy V. A., Olgarenko V. Ig., Merkulov E. A. Fertilizer application during onion growing. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2025;96(2):186–207. (In Russ.).

**Введение.** Лук принадлежит к семейству луковых (Alliaceae) и обладает богатым химическим составом. Он содержит от 6 до 12 % сахаров, белков – до 3,0–4,5 %, а уровень жира составляет 0,4–0,5 %. В его составе присутствуют соли кальция, калия, фосфора и железа, а также такие элементы, как цинк, алюминий и медь [1]. Лук также является источником витаминов, включая витамины А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С и РР, причем особенно высокое содержание витамина С наблюдается в листьях (до 16–33 %) и в луковицах (от 2 до 10 %). Кроме того, репчатый лук содержит антибиотические вещества, известные как фитонциды, которые обладают бактерицидными, противогрибковыми и антигельминтными свойствами [2].

Общая площадь под посевами лука репчатого в мире в 2022 г. составила 5,96 млн га. Средняя урожайность лука в мире составляет 18,5 т/га. Среди стран мира лидерами по площадям посева лука репчатого в 2022 г. стали Индия (33 %), Китай (19 %) и Нигерия (10 %)<sup>1</sup>. Посевные площади репчатого лука в России в 2022 г. в хозяйствах всех категорий составили 51 тыс. га, что на 13,9 % (на 9,1 тыс. га) меньше показателей пятилетней давности (2018 г.). Посевные площади репчатого лука в хозяйствах населения находились на уровне 33,1 тыс. га. Регион с наибольшим количеством посевных площадей репчатого лука промышленного выращивания в 2022 г. – Волгоградская область. Размеры площадей в регионе составили 6,48 тыс. га (27,9 % от общей площади). На втором месте Астраханская область: в 2022 г. засеяно 4,01 тыс. га, что составило 17,3 % от общей по РФ площади. Далее идут Ставропольский край с показателем 2,37 тыс. га, что составляет 10,2 % от общей площади посева, Ростовская область с показателем 2,31 тыс. га и 9,9 % от общей площади посева и Саратовская область с показателем 1,83 тыс. га и 7,9 % от общей площади посева<sup>2</sup>.

Лимитирующим элементом питания, играющим ключевую роль в достижении высоких показателей урожайности, является азот [3]. Соединения азота, усваиваемые растениями лука, выступают в качестве основного строительного компонента клеток, так как они составляют 7 % общего сухого вещества. Тем не менее, определение точных норм и доз азота, необходимых для полноценного питания растений, представляет собой сложную задачу из-за того, что он присутствует в почве, воздухе и воде в различных формах [4].

---

<sup>1</sup>Сорта и гибриды лука репчатого селекции ФНЦО для товарного производства. [Электронный ресурс]. URL: <https://welikepotato.ru/wp-content/uploads/2024/03/krivenkov-l.v.pdf?ysclid=m1eouimnly866763369> (дата обращения: 13.04.2025).

<sup>2</sup>Лук репчатый: площади и сборы в России в 2001–2020 гг. [Электронный ресурс]. URL: <https://ab-centre.ru/news/luk-repchatyy-ploschadi-i-sbory-v-rossii-v-2001-2020-gg> (дата обращения: 15.04.2025).

Недостаток доступных фосфорных соединений представляет собой одну из наиболее серьезных проблем, с которыми сталкиваются агрономы при культивации лука репчатого. Нехватка фосфора оказывает негативное влияние на процессы, касающиеся формирования луковиц, развитие корневой системы растений, а также на рост надземной зеленой массы.

Калий играет не менее значимую роль в достижении высоких показателей урожайности лука репчатого, поскольку от его доступности непосредственно зависят такие важные характеристики, как засухоустойчивость и устойчивость растений к вредителям. Кроме того, уровень содержания сухих веществ и эфирных масел в луковице также определяется наличием достаточного количества калия [5].

Целью исследования являлся анализ влияния применения видов и доз удобрений на рост, развитие и урожайность лука репчатого при его возделывании в различных природно-климатических зонах Российской Федерации.

**Обсуждение.** В. О. Ким, Р. А. Каменев, В. В. Турчин, В. К. Каменева проводили исследования, посвященные определению сроков, способов внесения и доз минеральных удобрений, обеспечивающих максимальную биологическую, агрономическую и экономическую эффективность.

Полевые исследования в 2022–2023 гг. проводились на территории хозяйства «Светлогорское», расположенного в Аксайском районе Ростовской области, на типичных черноземных почвах. В качестве исследуемого материала использовался гибрид лука репчатого сорта Олимпос (средне-спелый тип), предоставленный компанией ООО «СДК-СИДС». Продуктивность лука репчатого при выращивании в условиях отсутствия минерального питания (контрольный вариант) в среднем за годы исследований составила 89,55 т/га (таблица 1).

**Таблица 1 – Урожайность лука репчатого**

В т/га

**Table 1 – Bulb onion yield**

In t/ha

| Вариант                                            | Урожайность, т/га |         |                   | Прибавка к контролю |      |
|----------------------------------------------------|-------------------|---------|-------------------|---------------------|------|
|                                                    | 2022 г.           | 2023 г. | Среднее за 2 года | т/га                | %    |
| Без удобрений (контроль)                           | 92,43             | 86,67   | 89,55             | –                   | –    |
| Внесение удобрений весной под культивацию          |                   |         |                   |                     |      |
| N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>    | 97,54             | 101,93  | 99,74             | 10,19               | 11,4 |
| N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>    | 97,22             | 104,62  | 100,92            | 11,37               | 12,7 |
| N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> | 100,54            | 108,45  | 104,50            | 14,95               | 16,7 |
| N <sub>160</sub> P <sub>160</sub> K <sub>160</sub> | 96,85             | 109,09  | 102,97            | 13,42               | 15,0 |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>200</sub> | 96,77             | 109,44  | 103,11            | 13,56               | 15,1 |
| N <sub>240</sub> P <sub>240</sub> K <sub>240</sub> | 94,81             | 109,09  | 101,95            | 12,40               | 13,8 |
| N <sub>280</sub> P <sub>280</sub> K <sub>280</sub> | 99,32             | 111,06  | 105,19            | 15,64               | 17,5 |
| N <sub>320</sub> P <sub>320</sub> K <sub>320</sub> | 92,23             | 108,91  | 100,57            | 11,02               | 12,3 |
| Внесение удобрений фертигацией                     |                   |         |                   |                     |      |
| N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>    | 94,70             | 97,41   | 96,06             | 6,51                | 7,3  |
| N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>    | 94,45             | 98,16   | 96,31             | 6,76                | 7,5  |
| N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> | 93,79             | 98,39   | 96,09             | 6,54                | 7,3  |
| N <sub>160</sub> P <sub>160</sub> K <sub>160</sub> | 96,41             | 99,47   | 97,94             | 8,39                | 9,4  |
| N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>200</sub> | 93,34             | 98,63   | 95,99             | 6,44                | 7,2  |
| N <sub>240</sub> P <sub>240</sub> K <sub>240</sub> | 93,03             | 99,88   | 96,46             | 6,91                | 7,7  |
| N <sub>280</sub> P <sub>280</sub> K <sub>280</sub> | 93,24             | 100,06  | 96,65             | 7,10                | 7,9  |
| N <sub>320</sub> P <sub>320</sub> K <sub>320</sub> | 93,92             | 104,44  | 99,18             | 9,63                | 10,8 |

Способ внесения доз минеральных удобрений определил величину урожайности лука репчатого.

При внесении под культивацию максимальный результат был получен при применении полной дозы удобрения N<sub>280</sub>P<sub>280</sub>K<sub>280</sub> – 105,19 т/га. Прирост урожайности по сравнению с контролем составил 15,64 т/га, или 17,5 % в относительном выражении [6]. При внесении доз минеральных удобрений с помощью фертигации в среднем за два года исследований наибольший результат достигнут при внесении N<sub>320</sub>P<sub>320</sub>K<sub>320</sub> – 99,18 т/га, что на 9,63 т/га, или на 10,8 %, выше контрольного показателя.

Внесение минеральных удобрений под весеннюю культивацию обеспечило получение наибольшей продуктивности лука репчатого – от 99,74

до 105,19 т/га в зависимости от дозы удобрений, что выше при сравнении с вариантами с фертигацией, на которых лука было получено от 96,06 до 99,18 т/га.

О. Ю. Лобанкова, К. Б. Исмаилов, М. В. Селиванова провели исследования на территории индивидуального предпринимателя, главы крестьянско-фермерского хозяйства Исмаилова С. Б. в Советском городском округе Ставропольского края в 2020 и 2021 гг. Объектом исследования являлись гибриды лука репчатого Дункан F<sub>1</sub> и Флагман F<sub>1</sub>. Каштановые почвы в исследуемом хозяйстве имеют низкое содержание гумуса: гумусовый горизонт – 27 см, обрабатываемый слой – 22 см. Опыты проводились в трехкратной повторности с систематическим размещением вариантов. Площадь каждой делянки – 0,2 га.

Схема опыта включала два варианта минерального питания: контроль – N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub> (основное внесение: N<sub>48</sub>P<sub>48</sub>K<sub>48</sub>, припосевное – N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub>); вариант N<sub>200</sub>P<sub>160</sub>K<sub>160</sub> (основное внесение: N<sub>48</sub>P<sub>48</sub>K<sub>48</sub>, припосевное – N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub>, подкормки в период вегетации – суммарно N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>).

Применение минеральных удобрений в течение вегетационного периода положительно сказалось на всех показателях структуры урожая по сравнению с контрольным вариантом, где применялись только основное и припосевное внесение удобрений. Увеличилась также масса луковиц. Наибольшая масса луковиц была зафиксирована у гибрида Флагман F<sub>1</sub> – 174 г в варианте с подкормками, что на 12 г больше, чем в контроле. У гибрида Дункан F<sub>1</sub> масса составила 154 г, что на 13 г выше контрольного значения. Прибавка в массе луковиц при внесении удобрений по схеме N<sub>200</sub>P<sub>160</sub>K<sub>160</sub> составила: для Дункан F<sub>1</sub> – 9,2 %, для Флагман F<sub>1</sub> – 7,4 %.

Примечательно, что небольшая часть урожая (1,5 %) гибрида Флагман-F<sub>1</sub> имела рекордную массу луковиц – от 180 до 210 г.

На вариантах с внесением подкормок урожайность репчатого лука увеличилась на 22,5–30,0 %. Минимальная прибавка составила 14 т/га у

гибрида Дункан F<sub>1</sub>, с урожайностью 62,1 т/га на контроле и 76,1 т/га при подкормках. Максимальная прибавка была зафиксирована у гибрида Флагман F<sub>1</sub> – 19 т/га.

Таким образом, применение повышенных норм минеральных удобрений при капельном орошении в засушливых условиях Ставропольского края позволило существенно повысить товарность и урожайность репчатого лука [7].

О. М. Касынкиной были проведены исследования по применению микробиологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» при возделывании лука репчатого сорта Бессоновский (местной селекции) на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве в Пензенской области.

В результате исследований было выявлено, что настоящие листья появились на 5 дней раньше в варианте с совместным применением микробиологических удобрений, чем в контроле. В варианте с обработкой семян «Азотовитом» эта фаза роста была надвое суток раньше, а применение «Фосфатовита» дало преимущество трое суток по сравнению с контролем [8].

А. П. Олейник были проведены научные исследования на тему «Эффективность применения минеральных удобрений в системе удобрения лука репчатого в условиях Аксайского района Ростовской области». Полевой опыт был заложен в 2022 г. на базе индивидуального предпринимателя, главы крестьянско-фермерского хозяйства Цветкова С. В., расположенного в Аксайском районе Ростовской области.

Опыт проводился с трехкратной повторностью. Площадь каждой делянки составляла 25 м<sup>2</sup>. Агротехнические мероприятия проводились согласно общепринятым рекомендациям для данной природно-климатической зоны. В ходе опыта использовались различные виды минеральных удобрений: азофоска (16-16-16), аммиачная селитра (с содержанием азота 34,4 %), сульфат калия (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, содержание K<sub>2</sub>O – 45 %), а также монокалий фосфат

( $K_2O$  – 34 %,  $P_2O_5$  – 52 %). Уборка урожая лука репчатого производилась с каждой делянки отдельно.

На контрольном варианте, где минеральные удобрения не применялись, урожайность лука составила 69,53 т/га. Наиболее значительное увеличение урожайности было достигнуто при внесении полного минерального удобрения весной, перед посевной культивацией. Применение удобрений в дозе  $N_{80}P_{80}K_{80}$  обеспечило прибавку урожая на 8,69 т/га, что составило 12,5 % по сравнению с контролем.

Дальнейшее повышение дозы предпосевных минеральных удобрений на 40 кг/га каждого элемента (до уровня  $N_{120}P_{120}K_{120}$ ) дало дополнительный прирост урожайности на 5,28 т/га, или на 5,3 %. Именно на этом варианте была зафиксирована максимальная урожайность в рамках всего опыта.

Однако увеличение дозировки удобрений до уровня  $N_{160}P_{160}K_{160}$  не способствовало дальнейшему росту урожайности. Более того, была отмечена тенденция к снижению урожайности по сравнению с вариантом  $N_{120}P_{120}K_{120}$ . Тем не менее, снижение урожайности оказалось статистически не значимым, так как оно не превышало величину НСР опыта [9].

А. Н. Князьков, С. М. Надежкин и А. Ф. Агафонов провели исследование на тему: «Влияние уровня минерального питания на семенную и овощную урожайность различных сортов лука репчатого». Опыты проводились на опытно-производственной базе ВНИИССОК с использованием сортов селекции ВНИИССОК: Золотничок, Мячковский и Черный принц. Агротехника соответствовала принятой в институте технологии возделывания лука.

Влияние минеральных удобрений на урожайность семян лука репчатого различных сортов представлено в таблице 2.

**Таблица 2 – Схема опыта по каждому сорту**

**Table 2 – Experimental scheme for each variety**

| Вариант                                                    | Золотничок                              |                                     | Мячковский                              |                                     | Черный принц                            |                                     |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
|                                                            | Количество соцветий, шт./м <sup>2</sup> | Урожайность семян, г/м <sup>2</sup> | Количество соцветий, шт./м <sup>2</sup> | Урожайность семян, г/м <sup>2</sup> | Количество соцветий, шт./м <sup>2</sup> | Урожайность семян, г/м <sup>2</sup> |
| 1) N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> – контроль | 41,7                                    | 70,2                                | 30,9                                    | 75,3                                | 27,0                                    | 38,2                                |
| 2) N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>         | 45,1                                    | 89,2                                | 47,2                                    | 97,6                                | 31,7                                    | 42,6                                |
| 3) N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>         | 44,9                                    | 87,7                                | 38,9                                    | 87,4                                | 36,0                                    | 50,1                                |
| 4) N <sub>90</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>         | 42,3                                    | 81,7                                | 34,9                                    | 83,2                                | 33,0                                    | 45,9                                |
| 5) N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>         | 42,9                                    | 81,8                                | 42,3                                    | 96,4                                | 39,0                                    | 59,1                                |
| 6) N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>         | 48,9                                    | 92,3                                | 39,2                                    | 93,0                                | 32,3                                    | 44,1                                |
| 7) N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>         | 44,6                                    | 87,6                                | 33,4                                    | 81,2                                | 37,0                                    | 53,0                                |
| 8) N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>         | 47,1                                    | 91,6                                | 38,6                                    | 74,2                                | 32,7                                    | 44,7                                |
| 9) N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>         | 46,0                                    | 90,4                                | 36,6                                    | 83,6                                | 31,3                                    | 48,1                                |
| 10) NPK на планируемый урожай 30 т/га                      | 44,3                                    | 87,6                                | 42,0                                    | 93,2                                | 33,3                                    | 45,6                                |

Разные уровни минерального питания по-разному повлияли на характеристики семенников лука репчатого сорта Золотничок. Наибольшее количество листьев и их удлинение отмечены при внесении максимальных доз фосфора и калия в сочетании со средней дозой азота – N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. Самая высокая величина растений зафиксирована при максимальных уровнях минерального удобрения. Существенным параметром стало и количество соцветий: в варианте N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> оно достигло максимального значения и составило 48,9 шт./м<sup>2</sup>.

Растения лука репчатого сорта Мячковский достигли максимальной высоты (72 см) при внесении минимальных доз минеральных удобрений, тогда как на контроле высота составила 56,3 см. Также в варианте N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> было зафиксировано наибольшее количество соцветий на 1 м<sup>2</sup> – 47,2 шт., тогда как в контрольном варианте этот показатель составлял 30,9 шт./м<sup>2</sup>.

Растения лука репчатого сорта Черный принц достигли максимального числа листьев (26 шт.) при внесении N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, длина листьев – 35,2 см,

высота растений – 76 см, а наибольшее количество соцветий на 1 м<sup>2</sup> – при дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

Средняя урожайность семян по трем сортам достигала наибольших значений при применении дозы N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> и составила 79,1 г/м<sup>2</sup>. В этом же варианте наблюдалось наибольшее количество соцветий – 41,4 шт./м<sup>2</sup>.

Анализируя реакцию сорта Золотничок на различные уровни минерального питания, установлено, что наивысшая урожайность товарного лука (16,0 т/га) получена при минимальной дозе удобрений. Внесение удобрений под сорт Мячковский также привело к увеличению урожайности лука-репки. Величина прибавки зависит от типа и сочетания применяемых удобрений. Так, при контроле урожайность составила 10,4 т/га, а при внесении дозы N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> она достигла 14,4 т/га, что на 42,3 % выше по сравнению с контролем.

У сорта Черный принц товарная урожайность в контрольном варианте составила всего 3,8 т/га. Максимальная урожайность (7,4 т/га) была достигнута при внесении удобрений в дозе N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, а также при использовании уровня минерального питания, рассчитанного на урожайность 30 т/га.

У семенников сорта Золотничок наибольшее количество соцветий формировалось при дозе N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> (48,9 шт./м<sup>2</sup>), у сорта Мячковский – при N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> (47,2 шт./м<sup>2</sup>), у сорта Черный принц – при N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (39 шт./м<sup>2</sup>). Максимальная урожайность семян у сорта Золотничок была зафиксирована при внесении N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, у сорта Мячковский – при N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, у сорта Черный принц – при N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> [10].

М. И. Черкашина, Р. Р. Алимгафаров, И. Ю. Кузнецов, А. Г. Черкашина и О. В. Валиуллина провели исследование, направленное на изучение влияния минерального питания на рост и развитие лука репчатого. Исследования проводились на опытных полях кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии Башкирского государственного аграрного университета в 2020–2022 гг. Целью работы было выявление наиболее эф-

эффективного минерального удобрения среди трех выбранных: «Карбомид (мочевина) Фертика Классик», «Гуми-оми Лук, чеснок» и «Азофоска» и их влияние на рост и развитие лука репчатого сортов Стригуновский (местной селекции), Иглинский-2 и Ред Барон.

По результатам исследования авторы пришли к выводу, что минеральное удобрение «Гуми-оми Лук, чеснок» оказалось наиболее эффективным в условиях Республики Башкортостан. При его применении рост зелени составил 30 см, а вес репки – 45,5 г. По количеству и качеству репки это удобрение показало лучшие результаты по сравнению с другими [11].

В период с 2020 по 2022 г. И. В. Сатункин, С. С. Кузьменко и С. Н. Дерябин проводили полевые исследования на базе ССПК «Союз» Дзержинского района города Оренбурга. Объектом изучения стали гибриды репчатого лука: Спирит F<sub>1</sub>-st, Дормо F<sub>1</sub>, Венто F<sub>1</sub> и Бирди F<sub>1</sub>. Целью опытов было определение эффективности различных схем минерального питания.

Варианты удобрений в опытах: контрольный (фон) – внесение удобрений в дозе N<sub>35</sub>P<sub>35</sub>K<sub>35</sub> (под предпосевную обработку почвы – N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>, норма 233 кг/га). Фертигация – фон + три стадии азотных подкормок (аммиачная селитра, 300 кг/га): первая: N<sub>20</sub> – в фазе 2–3-х настоящих листьев; вторая: N<sub>25</sub> – через 12–15 дней; третья: N<sub>33</sub> – в фазе формирования луковицы.

Комплексное питание – вариант 2 + внекорневые подкормки баковыми смесями, включающие препараты «Фитоспорин-М», «Бионекс Кеми NPK+Mg», «Биополимик» и «Биолипостим», применяемые по фазам развития растений (всего четыре обработки).

ССПК «Союз» – одно из ведущих овощеводческих хозяйств Оренбургской области, стабильно демонстрирующее высокую рентабельность производства репчатого лука. Агротехника выращивания была типичной для хозяйства.

Результаты исследований. На контрольном варианте (N<sub>35</sub>P<sub>35</sub>K<sub>35</sub>) у гибрида Спирит F<sub>1</sub> за 20 дней наблюдалось увеличение: числа листьев с 5,7 до 8,9; длины листьев – с 37,7 до 52,1 см; диаметра листа – с 7,6 до 10,5 мм.

У других гибридов показатели были ниже: Бирди F<sub>1</sub>: 5,4 – 7,8 листьев; 34,4 – 46,8 см; 6,8 – 9,2 мм; Дормо F<sub>1</sub>: 5,3 – 8,1 листьев; 35,6 – 49,7 см; 7,1 – 9,7 мм; Венто F<sub>1</sub>: 5,5 – 8,3 листьев; 36,8 – 51,2 см; 7,4 – 9,9 мм.

На варианте с азотными подкормками (фертигация): Спирит F<sub>1</sub>: +3,5 листа; +13,2 см; +3,4 мм; Дормо F<sub>1</sub>: +3,1 листа; +15,9 см; +3,4 мм; Венто-F<sub>1</sub>: +3,3 листа; +15,3 см; +3,3 мм; Бирди F<sub>1</sub>: +2,8 листа; +14,1 см; +3,1 мм.

При дополнении схемы внекорневыми подкормками (вариант 3): Спирит F<sub>1</sub>: +3,6 листа; +17,7 см; +3,7 мм; Дормо F<sub>1</sub>: +3,3 листа; +16,4 см; +3,6 мм; Венто F<sub>1</sub>: +3,4 листа; +16,5 см; +3,4 мм; Бирди F<sub>1</sub>: +3,0 листа; +14,7 см; +3,5 мм.

Перед уборкой, в период с 27 по 31 июля, наиболее развитая листовая масса отмечалась у гибрида Спирит F<sub>1</sub> в третьем варианте: длина листьев – 58 см, диаметр – 12 мм, число листьев – 10. Это превышало контроль на 6 см и демонстрировало высокую эффективность внекорневых подкормок. Результаты эксперимента показали, что все исследуемые гибриды репчатого лука положительно реагируют на применение минеральных удобрений. Наилучший эффект достигается при сочетании основного внесения удобрений и фертигации с внекорневыми подкормками, что способствует значительному улучшению показателей роста, развития и товарности продукции [12].

В. И. Мухортов, В. А. Федорова, А. А. Дроник в 2013–2014 гг. проводили исследования на опытном поле орошаемого участка Прикаспийского НИИ земледелия, посвященные изучению влияния минеральных удобрений на семенную продуктивность репчатого лука сорта Халцедон.

Опыт заложен в трехкратной повторности по следующей схеме: 1-й вариант – без удобрений (контроль); 2-й вариант – N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> (основное внесение под культивацию); 3-й вариант – N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> + две подкормки N<sub>30</sub> с поливной водой; 4-й вариант – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + две подкормки N<sub>30</sub> с поливной водой.

В результате проведенных исследований было установлено, что применение минеральных удобрений при орошении позволяет получать

стабильный урожай семян лука. Наибольшая урожайность в 2013 г. была получена при основном внесении под культивацию  $N_{40}P_{40}K_{40}$  и составила 5,78 ц/га, а в 2014 г. на 4 варианте – 6,76 ц/га [13].

А. А. Коломиец, И. Ю. Васючков, О. Н. Успенская, В. А. Борисов провели исследования с целью изучения действия различных видов органических удобрений и определения оптимального минерального питания лука репчатого за счет подкормок по периодам роста и развития с использованием методов почвенной и растительной диагностики. Исследования проводились в 2020–2021 гг. на опытном поле и в лаборатории отдела земледелия и агрохимии ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО. Объектом исследований являлся сорт лука репчатого Форвард. Почва опытного участка относится к типу аллювиальных луговых насыщенных почв. В качестве органических удобрений использовались биокомпосты КРС (торф низинный, коровий навоз, опилки и другие органические добавки), конский навоз (торф низинный, отобранный опилки, солома и другие органические добавки) и помет куриный (торф, куриный навоз, опилки, солома и другие органические добавки).

По биохимическим показателям луковиц выделился вариант с применением биокомпоста на основе КРС, у которого содержание сухого вещества находилось на уровне 10,2 %, суммы сахаров – 7,10 % и витамина С – 5,0 мг %. Обработка растений лука репчатого препаратом «Арголан» способствовала не только получению большого урожая, но и накоплению высокого количества сухого вещества (10,3 %), а также минимального количества нитратов (8 мг/кг). Худшие биохимические показатели луковиц были отмечены при применении подкормки по анализу листа: сухое вещество – 9,9 %, сумма сахаров – 6,02 % и витамина С – 3,4 мг %. Содержание нитратов в луковицах на всех вариантах опыта находилось ниже ПДК (80 мг/кг). Применение минерального удобрения в форме рекомендованной дозы способствовало наибольшему накоплению нитратов – 25 мг/кг.

В результате исследования было выявлено, что применение биокомпостов на основе конского навоза и куриного помета способствовало получению высокой прибавки – 18 и 20 % соответственно. Наименьший эффект был отмечен при применении рекомендованной дозы  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 52,8 т/га, что составило лишь 7 % прибавки к контролю [14].

На полях Марокко Y. Elouattasi и другие исследователи проводили опытные работы относительно повышения урожайности лука с помощью агроэкологических методов. Два эксперимента были проведены на платформе AGREE (AGREE – Агроэкология и окружающая среда) сельскохозяйственной школы Мекнес, Марокко в течение двух последовательных вегетационных сезонов (2020–2021 и 2021–2022 гг.). Согласно классификации Кёппена-Гейгера, в регионе Мекнес преобладает теплый умеренный средиземноморский климат. Среднегодовое количество осадков в этом регионе составляет 511 мм, а минимальная и максимальная температуры – 4,2 и 34,2 °C соответственно.

В результате данного исследования органическое удобрение показало результаты, схожие с минеральным удобрением, однако минеральные удобрения значительно повлияли на диаметр стебля и количество листьев на растении [15].

M. Maisura, M. Nurdin, M. Muslina провели исследования на тему: «Влияние навоза и удобрений NPK на рост и производство лука репчатого». Материалами, использованными в этом исследовании, были луковицы сорта Bima Brebes, навоз, удобрения NPK Mutiara (соотношение 16:16:16) и фунгицид Sagri-Bat. В ходе исследований был проведен двухфакторный опыт с четырехкратной повторностью. Навоз с тремя различными дозами:  $P_1 = 15$  т/га,  $P_2 = 20$  т/га,  $P_3 = 25$  т/га. Удобрение NPK с тремя различными дозами:  $N_1 = 150$  кг/га,  $N_2 = 200$  кг/га,  $N_3 = 250$  кг/га.

В результате исследований был сделан вывод, что внесение навоза 15 т/га и NPK-удобрений 150 кг/га улучшило сырую массу, сухую массу и урожайность луковиц лука [16].

N. Tekeste, N. Dechassa, K. Woldetsadik, L. Dessalegne, A. Takele в своей статье представили результаты исследования, проведенного с целью изучения реакции лука на различные дозы минеральных удобрений в регионе Центральной Рифтовой долины в Эфиопии.

Эксперимент проводился в Центре сельскохозяйственных исследований Мелкасса в течение сезона 2011 и 2012 гг. с использованием орошения. Почвы исследуемого участка в основном представляют собой супесчаный суглинок. Обработки включали пять норм внесения азота (0; 34,5; 69; 103,5 и 138 кг/га) и четыре нормы внесения фосфора (0, 46, 92 и 138 кг/га). Мочевина (46 % N) и тройной суперфосфат (46 %  $P_2O_5$ ) использовались в качестве источника азота и фосфора соответственно. Мочевина вносилась двумя порциями: одна половина при посадке, а оставшаяся – в качестве подкормки через 45 дней после пересадки. Полная доза фосфора вносилась во время посадки. Для исследования использовался сорт лука под названием Bombay Red, который является наиболее широко выращиваемым в регионе.

Результаты проведенного исследования показали, что лук положительно реагирует на внесение азотных и фосфорных удобрений. Применение азота в дозе 103,5 кг/га (N) и фосфора в дозе 138 кг/га ( $P_2O_5$ ) способствовало увеличению как общего, так и товарного урожая луковиц. Результаты исследования свидетельствуют о том, что наилучшие биологические показатели урожайности лука были достигнуты при внесении азота в дозе 103,5 кг/га и фосфора в дозе 92 кг/га [17].

В 2019–2021 гг. И. В. Грехова, Н. В. Литвиненко и В. Ю. Грехова проводили исследования в ГАУ Северного Зауралья (Тюменская область) с целью изучения влияния органоминеральных удобрений на урожайность луковых культур. Были испытаны три типа удобрений под общим названием Агрохимикат «Тюменский».

Торф подвергался щелочной обработке для извлечения гуминовых веществ. Оставшийся осадок использовался в чистом виде (марка А).

При подкислении экстракта отделялись фульвокислоты, из которых изготавливалось удобрение со слабокислой реакцией для корневых и внекорневых подкормок (марка Б). После центрифугирования гуминовых кислот производился препарат марки В, отличающийся составом катионов и высокой эффективностью, применяемый для предпосевной и вегетационной подкормки.

Установлено, что марку А целесообразно вносить в почву без добавок. Наилучшие результаты на репчатом луке показали корневая подкормка марки А – 2 л/м<sup>2</sup> и предпосадочная обработка севка маркой В – 2 мл/л. Также марку А в дозе 5 л/м<sup>2</sup> можно использовать для осенней обработки почвы. Агрохимический анализ показал улучшение кислотности, рост содержания органики и поглощенных оснований [18].

Е. С. Мещерякова и А. А. Самарцева провели научные исследования на тему «Влияние органоминеральных удобрений на урожайность лука в центральной зоне Курганской области». Основная задача работы – определение влияния корневых подкормок на урожайность культуры. Экспериментальные работы проводились на овощном сортоиспытательном участке в городе Кургане.

Объектами исследований стали два сорта лука: Стригуновский (местной селекции) и гибрид Рино, обладающий высоким потенциалом урожайности. В качестве удобрений для подкормок использовались «Агрикола», «Гуми» и «Гуми-оми». Удобрения вносились после посева с целью стимуляции интенсивного роста растений в наиболее активный вегетационный период.

Опыты были заложены на выщелоченном черноземе с низким содержанием гумуса, средней мощности и суглинистого механического состава. Повторность опыта составляла четыре раза, площадь каждого повторения – 14 м<sup>2</sup>. Размещение вариантов проводилось методом случайной рандомизации.

Результаты опыта показали, что не все виды органических и минеральных удобрений оказали положительное воздействие на показатели урожайности в рамках 64 вариантов. По результатам анализа данных, наилучшие результаты по урожайности и увеличению средней массы луковиц продемонстрировали «Агрикола» и «Гуми-оми». Наибольший прирост урожайности был зафиксирован при использовании «Гуми-оми»: для сорта Стригуновский прибавка составила 66,6 ц/га, а для сорта Рино – 82,9 ц/га. Применение «Гуми» не дало положительного эффекта в сравнении с контрольным вариантом [19].

### **Выводы**

1 В результате анализа исследований по возделыванию лука репчатого выявлено, что различные виды и дозы удобрений способствуют росту и развитию лука, увеличению его продуктивности, улучшению качества продукции и сохранению плодородия почвы.

2 При внесении доз минеральных удобрений прибавка урожая лука репчатого достигает 22,5–30 % по сравнению с возделыванием без удобрений, а также позволяет повысить биохимические показатели луковиц до 30 %.

3 Наибольший прирост урожайности лука репчатого достигается при применении органоминеральных удобрений, внесение которых приводит к росту урожайности культуры до 54,8 %.

4 Для эффективного применения удобрений при выращивании лука репчатого в условиях Ростовской области требуется провести исследования по изучению системы применения органоминерального удобрения при различных способах орошения.

### **Список источников**

1. Дубин Р. И. Продуктивность гибридов лука, районированных на территории Астраханской области // Нива Поволжья. 2023. № 3(67). Порядковый номер 1010. DOI: 10.36461/NP.2023.67.3.011. EDN: JBTMOR.

2. Влияние минеральных удобрений на рост и развитие лука репчатого в Республике Башкортостан / М. И. Черкашина, Р. Р. Алимгафаров [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. 2023. № 1(17). С. 89–92. EDN: UBHHGJ.

3. Седых Т. В. Влияние сортовых особенностей на урожайность лука репчатого // Аграрная наука на современном этапе: сб. науч. тр., посвящ. 45-летию Акад. и 60-летию Тюм. обл. Тюмень: Восход, 2004. С. 213–215.

4. Солдатенко А. В., Борисов В. А. Экологическое овощеводство: монография. М.: Федер. науч. центр овощеводства, 2022. 504 с. ISBN: 978-5-901695-88-3. EDN: HBRGMW.

5. Минеральные удобрения для лука репчатого: обзор / О. Н. Успенская, А. Ю. Федосов, А. М. Меньших, И. Ю. Васючков // Овощи России. 2023. № 6. С. 52–60. DOI: 10.18619/2072-9146-2023-6-52-60. EDN: AXXREB.

6. Оптимизация минерального питания лука репчатого при выращивании на черноземе обыкновенном в условиях Ростовской области / В. О. Ким, Р. А. Каменев, В. В. Турчин, В. К. Каменева // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2023. № 3(49). С. 35–40. EDN: UGSHXL.

7. Лобанкова О. Ю., Исмаилов К. Б., Селиванова М. В. Влияние минеральной подкормки на продуктивность лука репчатого в условиях орошения в засушливой зоне // Вестник АПК Ставрополя. 2021. № 4(44). С. 32–36. DOI: 10.31279/2222-9345-2021-10-43-32-36. EDN: ZWLQXJ.

8. Касынкина О. М. Эффективность микробиологических удобрений на луке репчатом в Среднем Поволжье // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Кург. обл., с. Лесниково, Кетовский район, Курганская обл., 19 марта 2018 г. / под общ. ред. С. Ф. Сухановой. Лесниково: Курганская ГСА им. Т. С. Мальцева, 2018. С. 175–177. EDN: XNEKGT.

9. Олейник А. П. Эффективность применения минеральных удобрений в системе удобрения лука репчатого в условиях Аксайского района Ростовской области // Развитие аграрной науки и практики: состояние, проблемы, перспективы: материалы Всерос. науч.-практ. конф., п. Персиановский, 26 мая 2023 г. Персиановский: Донской ГАУ, 2023. С. 121–126. EDN: EHAVBS.

10. Князьков А. Н., Надежкин С. М., Агафонов А. Ф. Влияние уровня минерального питания на семенную и овощную урожайность различных сортов лука репчатого // Селекция и семеноводство овощных культур. 2011. № 44. С. 86–90. EDN: UKELTP.

11. Химический состав и урожайность лука репчатого в связи с условиями питания / Р. Р. Алимгафаров, И. Ю. Кузнецов, А. Г. Черкашина, О. В. Валиуллина // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Т. 17, № 1. С. 30–39. DOI: 10.22450/19996837\_2023\_1\_30. EDN: XEQPJQ.

12. Сатункин И. В., Кузьменко С. С., Дерябин С. Н. Влияние системы удобрений на биометрические показатели и структуру урожая гибридов лука репчатого (*Allium séra*) на мелиорированном черноземе южном при капельном орошении // Вавиловские чтения 2023: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 136-летию со дня рождения акад. Н. И. Вавилова, г. Саратов, 23–25 нояб. 2023 г. Саратов: Саратовский гос. ун-т генетики, биотехнологии и инженерии им. Н. И. Вавилова, 2023. С. 554–563. EDN: CMWRZR.

13. Мухортов В. И., Федорова В. А., Дроник А. А. Влияние минеральных удобрений на семенную продуктивность репчатого лука Халцедон // Вестник Прикаспия. 2013. № 3(3). С. 13–16. EDN: TVSGVJ.

14. Влияние органических, минеральных удобрений и стимулятора роста на урожайность и качество продукции лука репчатого сорта «Форвард» / А. А. Коломиец, И. Ю. Васючков, О. Н. Успенская, В. А. Борисов // Картофель и овощи. 2023. № 7. С. 28–31. DOI: 10.25630/PAV.2023.51.72.002. EDN: GSVIKN.

15. Enhancing onion growth and yield through agroecological practices: Organic fertilization and intercropping / Ya. Elouattassi, M. Ferioun, N. El. Ghachtouli [et al.] // *Acta Ecologica Sinica*. 2023. DOI: 10.1016/j.chnaes.2023.09.004. EDN: POPBNI.

16. Maisura M., Nurdin M., Muslina M. Effect of manure and NPK fertilizers on growth and production of onion (*Allium cepa* L.) // *Journal of Tropical Horticulture*. 2019. Vol. 2, no. 1. P. 16–18. DOI: 10.33089/jthort.v2i1.15.

17. Influence of nitrogen and phosphorus application on bulb yield and yield components of onion (*Allium cepa* L.) / N. Tekeste, N. Dechassa, K. Woldetsadik, L. Dessalegne, A. Takele // *The Open Agriculture Journal*. 2018. № 12(1). P. 194–206. DOI: 10.2174/1874331501812010194.

18. Грехова И. В., Литвиненко Н. В., Грехова В. Ю. Эффективность применения органоминеральных удобрений на луковых культурах // *Вестник КрасГАУ*. 2022. № 9. С. 17–26. DOI:10.36718/1819-4036-2022-9-17-26. EDN: QDOJEI.

19. Мещерякова Е. С., Самарцева А. А. Влияние органоминеральных удобрений на урожайность лука в Центральной зоне Курганской области // *Наука в исследованиях молодежи – 2021: материалы студен. науч. конф. г. Курган, 25 марта 2021 г. В II ч. Ч. II. Курган: Курганская ГСА им. Т. С. Мальцева, 2021. С. 62–64. EDN: TKWECF.*

## References

1. Dubin R.I., 2023. *Produktivnost' gibrinov luka, rayonirovannykh na territorii AstrakhsКОЙ oblasti* [Productivity of onion hybrids released in the Astrakhan region]. *Niva Povolzhya* [Volga Region Crop Field], no. 3(67), Serial number 1010, DOI: 10.36461/NP.2023.67.3.011, EDN: JBTMOR. (In Russian).

2. Cherkashina M.I., Alimgafarov R.R. [et al.], 2023. *Vliyanie mineral'nykh udobreniy na rost i razvitie luka repchatogo v Respublike Bashkortostan* [Influence of mineral fertilizers on the growth and development of onions in the Republic of Bashkortostan]. *Izvestiya Dagestanskogo GAU* [Bullet. of Dagestan State Agrarian University], no. 1(17), pp. 89-92, EDN: UBHHGJ. (In Russian).

3. Sedykh T.V., 2004. *Vliyanie sortovykh osobennostey na urozhaynost' luka repchatogo* [The influence of varietal characteristics on the yield of onions]. *Agrarnaya nauka na sovremennom etape: sb. nauch. tr., posvyashchennyy 45-letiyu Akademii i 60-letiyu Tyumenskoy oblasti* [Agrarian Science at the Present Stage: Collection of Scientific Papers, Dedicated to the 45th Anniversary of the Academy and the 60th Anniversary of the Tyumen Region]. Tyumen, Voskhod, pp. 213-215. (In Russian).

4. Soldatenko A.V., Borisov V.A., 2022. *Ekologicheskoe ovoshchevodstvo: monografiya* [Ecological Vegetable Growing: monograph]. Moscow, Federal Scientific Center for Vegetable Growing, 504 p., ISBN: 978-5-901695-88-3, EDN: HBRGMW. (In Russian).

5. Uspenskaya O.N., Fedosov A.Yu., Menshikh A.M., Vasyuchkov I.Yu., 2023. *Mineral'nye udobreniya dlya luka repchatogo: obzor* [Mineral fertilizers for onions: a review]. *Ovoshchi Rossii* [Vegetable Crops of Russia], no. 6, pp. 52-60, DOI: 10.18619/2072-9146-2023-6-52-60, EDN: AXXREB. (In Russian).

6. Kim V.O., Kamenev R.A., Turchin V.V., Kameneva V.K., 2023. *Optimizatsiya mineral'nogo pitaniya luka repchatogo pri vyrashchivaniy na chernozeme obyknovennom v usloviyakh Rostovskoy oblasti* [Optimization of mineral nutrition of onions when grown on ordinary chernozem in the conditions of the Rostov region]. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bullet. of Don State Agrarian University], no. 3(49), pp. 35-40, EDN: UGSHXL. (In Russian).

7. Lobankova O.Yu., Ismailov K.B., Selivanova M.V., 2021. *Vliyanie mineral'noy podkormki na produktivnost' luka repchatogo v usloviyakh orosheniya v zasushlivoy zone*

[The effect of mineral fertilizing on the productivity of onions under irrigation conditions in the arid zone]. *Vestnik APK Stavropol'ya* [Agricultural Bulletin of Stavropol Region], no. 4(44), pp. 32-36, DOI: 10.31279/2222-9345-2021-10-43-32-36, EDN: ZWLQXJ. (In Russian).

8. Kasynkina O.M., 2018. *Effektivnost' mikrobiologicheskikh udobreniy na luke repchatom v Srednem Povolzh'e* [Efficiency of microbiological fertilizers on bulb onions in the Middle Volga region]. *Resursosberegayushchie ekologicheski bezopasnye tekhnologii khraneniya i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii: sb. st. po materialam mezhdunar. nauchno-prakt. konf., posvyashch. 75-letiyu Kurganskoj oblasti* [Resource-Saving Environmentally Friendly Technologies for Storing and Processing Agricultural Products: Coll. art. based on the Proceed. of the International Scientific and Practical Conference, Dedicated to the 75th Anniversary of the Kurgan Region]. Lesnikovo, Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev, pp. 175-177, EDN: XNEKGT. (In Russian).

9. Oleynik A.P., 2023. *Effektivnost' primeneniya mineral'nykh udobreniy v sisteme udobreniya luka repchatogo v usloviyakh Aksayskogo rayona Rostovskoy oblasti* [Efficiency of using mineral fertilizers in the bulb onion fertilization system in the Aksay district of Rostov region]. *Razvitie agrarnoy nauki i praktiki: sostoyanie, problemy, perspektivy: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakt. konferentsii* [Development of Agricultural Science and Practice: State, Problems, Prospects: Proceed. of the All-Russian Scientific-Practical Conference]. Persianovsky, Donskoy SAU, pp. 121-126, EDN: EHAVBS. (In Russian).

10. Knyazkov A.N., Nadezhkin S.M., Agafonov A.F., 2011. *Vliyanie urovnya mineral'nogo pitaniya na semennuyu i ovoshchnuyu urozhaynost' razlichnykh sortov luka repchatogo* [Influence of mineral nutrition level on seed and vegetable yield of different onion varieties]. *Selektsiya i semenovodstvo ovoshchnykh kul'tur* [Breeding and Seed Production of Vegetable Crops], no. 44, pp. 86-90, EDN: UKELTP. (In Russian).

11. Alimgafarov R.R., Kuznetsov I.Yu., Cherkashina A.G., Valiullina O.V., 2023. *Khimicheskiy sostav i urozhaynost' luka repchatogo v svyazi s usloviyami pitaniya* [The chemical composition and yield of onions in connection with nutritional conditions]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik* [Far Eastern Agrarian Bullet.], vol. 17, no. 1, pp. 30-39, DOI: 10.22450/19996837\_2023\_1\_30, EDN: XEQPJQ. (In Russian).

12. Satunkin I.V., Kuzmenko S.S., Deryabin S.N., 2023. *Vliyanie sistemy udobreniy na biometricheskie pokazateli i strukturu urozhaya gibridov luka repchatogo (Allium cépa) na meliorirovannom chernozeme yuzhnom pri kapel'nom oroshenii* [The influence of the fertilizer system on the biometric parameters and yield structure of onion hybrids (allium cépa) on reclaimed southern chernozem under drip irrigation]. *Vavilovskie chteniya 2023: sb. st. Mezhdunar. nauchno-prakt. konf., posvyashchennoy 136-letiyu so dnya rozhdeniya akademika N. I. Vavilova* [Vavilov Readings 2023: Coll. Art. of International Scientific-Practical Conf., Dedicated to the 136th Anniversary of the Birth of Academician N. I. Vavilov]. Saratov, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, pp. 554-563, EDN: CMWRZR. (In Russian).

13. Mukhortov V.I., Fedorova V.A., Dronik A.A., 2013. *Vliyanie mineral'nykh udobreniy na semennuyu produktivnost' repchatogo luka khaltsedon* [Influence of fertilizers on seed productivity of onions chalcedony]. *Vestnik Prikaspiyya* [Bullet. of the Caspian Region], no. 3(3), pp. 13-16, EDN: TVSGVJ. (In Russian).

14. Kolomiets A.A., Vasyuchkov I.Yu., Uspenskaya O.N., Borisov V.A., 2023. *Vliyanie organicheskikh, mineral'nykh udobreniy i stimulyatora rosta na urozhaynost' i kachestvo produktsii luka repchatogo sorta «Forvard»* [The influence of organic, mineral fertilizers and growth stimulator on the yield and quality of onion products of the Forward variety]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potato and Vegetables], no. 7, pp. 28-31, DOI: 10.25630/PAV.2023.51.72.002, EDN: GSVIKN. (In Russian).

15. Elouattassi Ya., Ferioun M., Ghachtouli N.El. [et al.], 2023. Enhancing onion growth and yield through agroecological practices: Organic ferti-lization and intercropping. *Acta Eco-logica Sinica*, DOI: 10.1016/j.chnaes.09.004, EDN: POPBNI.

16. Maisura M., Nurdin M., Muslina M., 2019. Effect of manure and NPK fertilizers on growth and production of onion (*Allium cepa* L.). *Journal of Tropical Horticulture*, vol. 2, no. 1, pp. 16-18, DOI: 10.33089/jthort.v2i1.15.

17. Tekeste N., Dechassa N., Woldetsadik K., Dessalegne L., Takele A., 2018. Influence of nitrogen and phosphorus application on bulb yield and yield components of onion (*Allium cepa* L.). *The Open Agriculture Journal*, no. 12(1), pp. 194-206, DOI: 10.2174/1874331501812010194.

18. Grekhova I.V., Litvinenko N.V., Grekhova V.Yu., 2022. *Effektivnost' primeneniya organomineral'nykh udobreniy na lukovykh kul'turakh* [Organomineral fertilizers application efficiency on onion crops]. *Vestnik KrasGAU* [Bullet. of KrasSAU], no. 9, pp. 17-26, DOI: 10.36718/1819-4036-2022-9-17-26, EDN: QDOJEI. (In Russian).

19. Meshcheryakova E.S., Samartseva A.A., 2021. *Vliyanie organomineral'nykh udobreniy na urozhaynost' luka v Tsentral'noy zone Kurganskoy oblasti* [Influence of organomineral fertilizers on onion yield in the Central Zone of Kurgan Region]. *Nauka v issledovaniyakh molodezhi – 2021: materialy studencheskoy nauchnoy konferentsii. V II ch. Ch. II.* [Science in Youth Research. 2021: Proceed. of the Student Scientific Conference. In part II. Part II]. Kurgan, Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev, pp. 62-64, EDN: TKWECF. (In Russian).

---

#### **Информация об авторах**

**В. А. Монастырский** – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, valerijmonastyrskij@yandex.ru, AuthorID: 626723, ORCID ID: 0000-0002-0881-4282;

**В. Иг. Ольгаренко** – старший научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, olgarenko\_vi@mail.ru, AuthorID: 653085, ORCID ID: 0000-0002-9609-5571;

**Е. А. Меркулов** – инженер, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, zhenya.merkulov.53@mail.ru, AuthorID: 1238619, ORCID ID: 0009-0000-9045-9541.

#### **Information about the authors**

**V. A. Monastyrsky** – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, valerijmonastyrskij@yandex.ru, AuthorID: 626723, ORCID ID: 0000-0002-0881-4282;

**V. Ig. Olgarenko** – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, olgarenko\_vi@mail.ru, AuthorID: 653085, ORCID ID: 0000-0002-9609-5571;

**E. A. Merkulov** – Engineer, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, zhenya.merkulov.53@mail.ru, AuthorID: 1238619, ORCID ID: 0009-0000-9045-9541.

*Вклад авторов: В. А. Монастырский – участие в формировании цели исследования, участие в написании статьи. В. Иг. Ольгаренко – формирование цели, участие в формировании задач, участие в написании статьи. Е. А. Меркулов – сбор и анализ данных, подготовка выводов, подготовка статьи.*

*Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.*

*Contribution of the authors: V. A. Monastyrsky – participation in the formation of the research purpose, participation in writing the article. V. Ig. Olgarenko – formation of the purpose, par-*

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2025. Т. 96, № 2. С. 186–207.  
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2025. Vol. 96, no. 2. P. 186–207.

*participation in the formation of the tasks, participation in writing the article. E. A. Merkulov – data collection and analysis, preparation of conclusions, preparation of the article.  
All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.*

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 04.04.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025;  
принята к публикации 08.07.2025.  
The article was submitted 04.04.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for  
publication 08.07.2025.*