

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-90-95>
УДК: 635.25:631.86

И.И. Ирков*, О.Н. Успенская,
Н.И. Берназ

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО)
140153, РФ, Московская область, Раменский район, деревня Верея, строение 500.

*Автор для переписки: irkov@yandex.ru

Вклад авторов: И.И. Ирков: научное руководство исследованием, проведение полевых опытов, обработка данных, написание и редактирование рукописи. О.Н. Успенская: проведение полевых опытов, разработка методики и проведение агрохимических анализов, участие в написании и редактировании рукописи. Н.И. Берназ: разработка методики и проведение раздела полевых опытов по применению агрохимикатов и пестицидов, получение и обработка опытных данных, участие в написании и редактировании рукописи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ирков И.И., Успенская О.Н., Берназ Н.И. О целесообразности и эффективности применения биопрепаратов на луке репчатом (*Allium cepa* L.) в однолетней культуре. *Овощи России*. 2024;(3):90-95.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-90-95>

Поступила в редакцию: 29.01.2024

Принята к печати: 28.03.2024

Опубликована: 27.05.2024

Ivan I. Irkov*, Olga N. Uspenskaya,
Nikolay I. Bernaz

All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center"
p. 500, Vereya village, Ramensky district, Moscow region, 140153, Russia

*Correspondence Author: irkov@yandex.ru

Authors' Contribution: I.I. Irkov: scientific supervision of the study, conducting field experiments, data processing, writing and editing the manuscript. O.N. Uspenskaya: conducting field experiments, developing methods and conducting agrochemical analyses, participating in writing and editing the manuscript. N.I. Bernaz: developing a methodology and conducting a section of field experiments on the use of agrochemicals and pesticides, obtaining and processing experimental data, participation in writing and editing the manuscript.

Conflict of interest: The authors declare that there is not conflict of interest regarding the publication.

For citation: Irkov I.I., Uspenskaya O.N., Bernaz N.I. The feasibility and effectiveness of using biological products on onions (*Allium cepa* L.) in an annual crop. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(3):90-95. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-90-95>

Received: 29.01.2024

Accepted for publication: 28.03.2024

Published: 27.05.2024

О целесообразности и эффективности применения биопрепаратов на луке репчатом (*Allium cepa* L.) в однолетней культуре

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Ризосферные ассоциативные бактерии, размножаясь на корневых выделениях, обеспечивают поставку растению всего комплекса необходимых питательных веществ из почвы и способствуют повышению урожайности. Целью исследований являлось выявление целесообразности и эффективности применения бактериальных препаратов, оптимизация норм и сроков их внесения при возделывании лука репчатого в однолетней культуре на аллювиальных луговых почвах Нечернозёмной зоны.

Материалы и методы. Полевые опыты были проведены на опытном поле ВНИИО на площади 1000 м² в 2021-2023 годах. Были использованы препараты, предоставленные ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии» (ФГБНУ ВНИИСХМ) (г. Санкт-Петербург): БисолбиПлант BIS88 (штамм *Bacillus pumilis*); N40 – Экспериментальный штамм (*Paenibacillus xylanexedens*) – бациллярный азотфиксатор; V514 – Экспериментальный штамм (*Bacillus megaterium*) – бациллярный стимулятор мобилизации почвенных фосфатов и фосфора из минеральных удобрений. Решали следующие задачи по годам: 2021 год – комплексное применение биопрепаратов при нормах внесения, л/га: 0,0; 10,0; 20,0; 40,0; 2022 год – внесение биопрепаратов в вариантах: контроль, контроль+BIS88 (1+1) л/га, контроль + BIS88 (1+1) л/га + N40 (1+1) л/га + V514 (1+1) л/га; 2023 год – варианты: BIS88 (0,5+0,5) л/га + N40 (0,5+0,5) л/га + V514 (0,5+0,5) л/га при различных уровнях основного весеннего внесения удобрений: N₁₆₀P₁₆₀K₁₆₀; N₁₁₀P₁₁₀K₁₁₀; N₆₀P₆₀K₆₀.

Результаты. Внесение изучаемых бактериальных препаратов нецелесообразно производить суммарной нормой более 10,0 л/га в процессе возделывания лука-репки ввиду заболевания растений бактериозом. Применение препарата БисолбиПлант нормой (0,5+0,5) л/га способствует повышению урожайности лука-репки при сопоставимом с контролем качестве урожая. Биопрепараты, комплексно внесённые в период вегетации с поливной водой: BIS88 (0,5+0,5) л/га; N40 (0,5+0,5) л/га; V514 (0,5+0,5) л/га, обеспечивают повышение урожайности (13,4%) при сопоставимом с контролем качестве урожая в случае низкого (N₆₀P₆₀K₆₀) уровня основного весеннего внесения удобрений с последующими подкормками во время вегетации Ca₄₀N₃₀+N₄₀K₄₀+N₄₀K₄₀. При нормах основного весеннего внесения удобрений N₁₁₀P₁₁₀K₁₁₀ и N₁₆₀P₁₆₀K₁₆₀ комплексное внесение препаратов не обеспечивает увеличения урожая и его качества.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

лук репчатый, открытый грунт, биопрепараты, эффективность использования

The feasibility and effectiveness of using biological products on onions (*Allium cepa* L.) in an annual crop

ABSTRACT

Relevance. Rhizosphere associative bacteria, multiplying on root secretions, provide the plant with the entire complex of necessary nutrients from the soil and help increase productivity. The purpose of the research was to identify the feasibility and effectiveness of using bacterial preparations, optimizing the rates and timing of their application when cultivating onions as an annual crop on alluvial meadow soils of the Non-Chernozem Zone.

Materials and Methods. Field experiments were carried out on the experimental field of VNIIO on an area of 1000 m² in 2021-2023. We used drugs provided by the Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology" (St. Petersburg): BisolbiPlant BIS88 (*Bacillus pumilis* strain); N40 – Experimental strain (*Paenibacillus xylanexedens*) – bacillary nitrogen fixer; V514 – Experimental strain (*Bacillus megaterium*) – bacillary stimulator of mobilization of soil phosphates and phosphorus from mineral fertilizers. The following tasks were solved by year: 2021 – Integrated use of biological products at application rates, l/ha: 0.0; 10.0; 20.0; 40.0; 2022 – Application of biological products in the following options: Control, Control + BIS88 (1+1) l/ha, Control + BIS88 (1+1) l/ha + N40 (1+1) l/ha + V514 (1+1) l/ha; 2023 – Options: BIS88 (0.5+0.5) l/ha + N40 (0.5+0.5) l/ha + V514 (0.5+0.5) l/ha at different base levels spring fertilization: N₁₆₀P₁₆₀K₁₆₀; N₁₁₀P₁₁₀K₁₁₀; N₆₀P₆₀K₆₀.

Results. It is not advisable to apply the studied bacterial preparations at a total rate of more than 10.0 l/ha during the cultivation of onions due to plant disease with bacteriosis. The use of the BisolbiPlant drug at a rate of (0.5+0.5) l/ha helps to increase the yield of onions with harvest quality comparable to the control. Biological products applied in combination with irrigation water during the growing season: BIS88 (0.5+0.5) l/ha; N40 (0.5+0.5) l/ha; V514 (0.5+0.5) l/ha, provide an increase in yield (13.4%) with harvest quality comparable to the control in the case of a low (N₆₀P₆₀K₆₀) level of basic spring fertilizer application with subsequent fertilizing during the growing season Ca₄₀N₃₀ + N₄₀K₄₀ + N₄₀K₄₀. At the rates of the main spring application of fertilizers N₁₁₀P₁₁₀K₁₁₀ and N₁₆₀P₁₆₀K₁₆₀, complex application of preparations does not ensure an increase in the yield and its quality.

KEYWORDS:

onions, open ground, biological products, efficiency of use

Введение

В России последние годы имеет место незначительное колебание размеров площадей, занимаемых овощными культурами (482,0 тыс. га – в 2022 году и 478,6 тыс. га – в 2021 году) [1]. Средняя урожайность овощей растёт и составила в 2022 году 25,2 т/га. Промышленное производство овощей в сельхозорганизациях и крестьянских фермерских хозяйствах занимало в 2022 году 191,2 тыс. га (39,7% от всей площади овощей). В этих хозяйствах было произведено более 70,0% всего валового сбора овощей, который составил в 2022 году 13,6 млн т.

Лук репчатый – одна из основных овощных культур. Он является и наиболее выгодной культурой. Так, при средней себестоимости производства 10,0 руб./кг оптовые цены в московском регионе в зимнем сезоне 2022–2023 годов доходили до 45 руб./кг. Однако, в России площади под культурой продолжают снижаться: 60,6 тыс. га – в 2020 году и 52,2 тыс. га – в 2022. Валовой сбор в 2022 году составил 1601,5 тыс. т при урожайности 31,3 т/га. Следует отметить, что общее потребление лука-репки в России с учётом импорта доходит до 2000,0 тыс. т.

Резкое уменьшение площадей под луком-репкой произошло в Московской области. Так, согласно сельскохозяйственной переписи 2016 года [1] лук репчатый занимал 1418,1 га (с-х организации – 235,3 га; хозяйства населения – 1076,8 га). В 2022 году эти площади соответственно составили: 0,0 (ноль) и 900,0 гектаров. Такое положение можно объяснить только убыточностью производства лука-репки ввиду не получения урожая.

Причина в том, что лук-репка остаётся культурой рискованного земледелия. Зачастую, неразрешимыми являются проблемы севооборотов, удобрения, борьбы с сорняками, болезнями, послеуборочного хранения. Каждая из обозначенных проблем может свести результаты затраченных усилий к нулю, а зачастую привести к убыткам.

Одновременная и последовательная разработка всего комплекса технологических вопросов нам представляется как основное направление совершенствования технологии производства лука.

Увеличение производства лука-репки в России возможно только за счёт дальнейшего повышения урожайности при снижении себестоимости его производства. В этом направлении необходимо дальнейшее совершенствование технологии.

Одним из перспективных направлений исследований является применение биопрепаратов и их производных. В последнее время они нашли широкое применение в овощеводстве и применяются как фунгициды, инсектициды, биоудобрения, стимуляторы роста [2], особенно в защищённом грунте [3].

Исследованиями предыдущих лет [4] нами установлено повышение устойчивости растений лука к пероноспорозу при обработке 1% раствором препарата БисолбиСан совместно с химическими фунгицидами Рапид Голд, СП и Метаксил, СП.

В процессе роста и развития каждого растения определяющую роль играют ризосферные ассоциативные бактерии [5]. Размножаясь на корневых выделениях, они обеспечивают поставку растению всего комплекса необходимых питательных веществ из почвы.

В связи с вышеизложенным, для совершенствования технологии производства лука-репки, институтом сельскохозяйственной микробиологии (ФГБНУ ВНИИСХМ, г. Санкт-Петербург) были предложены следующие почвенные препараты:

– БисолбиПлант (штамм *Bacillus pumilis*) BIS88 – микробиологическое удобрение для повышения продуктивности на малоплодородных почвах, почвах подверженных засолению. Не обладает защитным эффектом, но улучшает почвенное питание и урожайность, вырабатывает широкий спектр фитогормонов (индолилуксусную и абсцизовую кислоту, транс-зеатин), отличных от продукции штамма-продуцента БисолбиСан и Экстрасол. Продуцирует ферменты – протеазу, бета-глюконазу, целлюлазу и липазу. Способен к продукции летучих метаболитов, органических кислот, витаминов, совместимых осмолитов, экзополисахаридов, антиоксидантных ферментов и металлоредуктаз.

– Экспериментальный штамм (*Paenibacillus xylanexedens*) N40 – бациллярный азотфиксатор, способен фиксировать до 20–30 кг азота по д.в. на гектар за период вегетации. Продуцирует широкий перечень фитогормонов (ауксины и др.), обладает хитиназной, амилазной и липазной активностью, растёт при низких температурах (+4°C), стимулирует рост и развитие растений.

– Экспериментальный штамм (*Bacillus megaterium*) V514 – бациллярный спорообразующий, активно участвующий в мобилизации почвенных фосфатов и фосфора из минеральных удобрений.

– Микробиологическое удобрение BIS88 было рекомендовано к применению на ранних стадиях развития лука (июнь), N40 и V514 – на более поздних (июль).

Целью исследований являлось выявление целесообразности и эффективности применения бактериальных препаратов, оптимизация норм и сроков их внесения при возделывании лука репчатого (*Allium cepa*) в однолетней культуре на аллювиальных луговых почвах Нечернозёмной зоны.

Условия, материалы и методы исследований

Полевые опыты были проведены на опытном поле ВНИИО согласно [6] на общей площади 1000 м² в 2021–2023 годах.

Почва участка аллювиальная луговая среднесуглинистая. Содержание гумуса в слое 0–20 см составляет 3,0–3,2%; рН солевой вытяжки – 5,3–6,0. Содержание суммы поглощённых оснований 45,0 мг-экв. на 100 граммов почвы в слое 0–20 см. Содержание P₂O₅ в слое 0–20 см – 22,0 мг на 100 г почвы (по Чирикову), калия – 15,2 мг (по Масловой), общего азота – 6,0 мг.

Посев проводили в двадцатых числах апреля сеялкой Gaspardo Olimpia по схеме 32+7+28+7+28+7+32. Норма высева семян – 852,0 тыс. шт./га. Расчётная густота стояния 650,0–700,0 тыс. растений на гектаре. В опытах был использован сорт лука Форвард (ВНИИО, ООО Агрофирма «Поиск»). Лабораторная всхожесть семян – 90–95%.

Опыты были проведены в четырёхкратной повторности. Размер опытных делянок – 12 м². Расположение делянок систематическое.

Под опыт в 2021 и 2022 годах перед фрезеровкой вертикально фрезерным культиватором была внесена

азофоска $N_{160}P_{160}K_{160}$. Подкормки биопрепаратами в период вегетации проводили совместно с внесением растворимых удобрений $Ca(NO_3)_2$, KNO_3 и NH_4NO_3 с использованием капельного полива.

В течение трёхлетнего цикла исследований решали следующие задачи:

- 2021 год – выяснение эффективности комплексного применения биопрепаратов BIS88, N40, V514 при нормах внесения в период вегетации, л/га: 0,0; 10,0; 20,0; 40,0.

В технологических опытах 2021 года имели место следующие особенности:

1. Разделение технологических операций внесения удобрений (промежуток три недели с началом в первой декаде июня) и биопрепаратов (периодичность 10-12 дней с началом в третьей декаде мая).

2. Нормы внесения биопрепаратов по вариантам, литров на гектар: 10,0; 10,0+10,0; 10,0+10,0+10,0; 10,0+10,0+10,0+10,0.

3. Периодичность работы фунгицидами против пероноспороза 7-10 дней (начало в третьей декаде июня).

- 2022 год – определение эффективности внесения биопрепаратов в течение вегетации в вариантах: контроль, контроль + BIS88 (1+1) л/га; контроль + BIS88 (1+1) л/га + N40 (1+1) л/га + V514 (1+1) л/га.

- 2023 год – определение эффективности микробиологических препаратов в варианте: BIS88 (0,5+0,5) л/га + N40 (0,5+0,5) л/га + V514 (0,5+0,5) л/га при различных уровнях NPK основного весеннего внесения удобрений: $N_{160} P_{160} K_{160}$; $N_{110} P_{110} K_{110}$; $N_{60} P_{60} K_{60}$.

В целом в годы исследований с мая по август имело место превышение среднеемноголетних температур: 2021 год – 3,3°C; 2022 год – 4,5°C; 2023 год – 1,9°C. Ввиду сухой и жаркой погоды 2021-2022 годов заболевания пероноспорозом не наблюдалось даже на контроле. В 2023 году из-за обильных осадков в первой половине июля имела место эпифитотия пероноспороза.

Результаты исследований

Основные показатели результатов опытов 2021 года по урожайности, качеству и лёжкости лука приведены в таблице 1. В опытах выяснилось, что не смотря на невысокую полевую всхожесть (72,6%), средняя урожайность опытного участка составила 72,8 т/га. А урожайность по вариантам опыта колебалась в пределах 79,3-69,8 т/га. Вид опытного участка во время вегетации 2 августа показан на рисунке 1.



Рис. 1. Вид опытного участка 2 августа 2021 года в начале полегания пера лука

Fig. 1. View of the experimental plot on August 2, 2021 at the beginning of onion lodging

В период 30 июля – 2 августа имела место остановка роста (пожелтение кончиков листьев) и начало полегания пера лука. К началу сентября перо лука полностью высохло без применения десикантов.

Следует отметить, что желательный срок остановки в росте – 15 августа, что способствовало бы существенному увеличению урожая.

Учёт урожая проведен 30 августа. Учётные образцы лука-репки были заложены на опытное хранение в хранилище института при относительной влажности воздуха 70,0% и температуре хранения 1...2°C.

Наибольшая урожайность (79,3 т/га) получена в контрольном варианте (минеральные удобрения $N_{200}P_{160}K_{280}$). С учётом $HCP_{05}=5,02$ т/га равноценными являются: Вариант 0 (контроль + четырёхкратный гуминовый препарат «Росток» 20+20+20+20 л/га) и Вариант 1 (Вариант 0 + однократные биопрепараты 10 л/га 25 мая). Повышение нормы и кратности внесения биопрепаратов (10+10; 10+10+10; 10+10+10+10 л/га) вызвало заболевание лука бактериозом.

Таблица 1. Показатели урожайности, качества и лёжкости лука репчатого сорта Форвард в опытах 2021 года
Table 1. Indicators of yield, quality and keeping quality of onions of the Forward variety in experiments in 2021

№ п/п	Наименование показателя	Контроль	Контроль + «Росток»	Контроль + «Росток» + 20 л/га биопрепаратов	Контроль + «Росток» + 40 л/га биопрепаратов
1	Урожайность, т/га	79,3	74,7	70,0	69,8
2	Масса станд. луковицы, г	136,0	130,0	118,0	116,0
3	Сухое вещество, % сентябрь/март	10,1/9,0	9,6/9,5	9,4/8,7	9,6/9,4
4	Сахара, % (сентябрь/март) - моно - ди сумма	2,65/6,47 5,04/0,70 7,69/7,17	2,07/3,92 4,24/1,93 6,31/5,85	2,76/3,66 3,38/2,18 6,14/5,84	2,28/3,34 4,41/2,48 6,69/5,82
5	Убыль массы, %, в.т.ч. нестандарт и больные	13,1 3,0	12,4 2,1	15,8 4,7	19,3 2,4
6	HCP_{05} по урожаю, т/га	5,02			

Следует отметить высокую точность опыта. Ошибка среднего арифметического невелика и колеблется в пределах 1,63-2,5 т/га. Масса стандартной луковицы достаточно высока и составляет 116,0-136,0 г.

Анализ таблицы показывает, что наиболее урожайный контрольный вариант имеет максимум по сухому веществу (10,1%), но уступает всем вариантам опыта по содержанию витамина С (3,9 мг%). В то же время он имеет и наибольшую сумму сахаров (7,69%). Наиболее сбалансированным является Вариант 0 ($N_{200}P_{160}K_{280}$ + Гуминовый препарат «Росток» 20+20+20+20 л/га), который обеспечил минимальную убыль массы от болезней лука при хранении (2,1%).

Особенно следует отметить убыль массы при хранении по вариантам, %: 10,1; 10,3; 11,1; 16,9 за вычетом нестандарта, которая обусловлена, в основном, потерей влаги.

В процессе хранения лука значительно изменяется соотношение моносахаров к дисахарам. Так, в начале по вариантам: 0,53; 0,49; 0,82; 0,52, а после 6,5 меся-

цев хранения соответственно: 9,2; 2,0; 1,68; 1,3. То есть, луковица преобразует дисахара в моносахара для поддержания жизненных функций. При этом убыль суммы сахаров составила, %: 0,52; 0,46; 0,3; 0,87.

Фактический вынос минеральных элементов на полученный урожай составил $N_{110}P_{61}K_{135}$. Это почти в два раза меньше расчётного [7] для двухлетней культуры – $N_{200}P_{160}K_{280}$.

Таким образом, намеченная урожайность 70,0-80,0 т/га лука-репки сорта Форвард в однолетней культуре получена на достоверно не отличающихся вариантах:

- Контроль ($N_{200}P_{160}K_{280}$);
- Вариант 0 (Контроль + Гуминовый препарат «Росток»);
- Вариант 1 (Вариант 0 + 10 л/га биопрепаратов).

Указанные варианты имеют наименьшую убыль массы при хранении.

Увеличение норм и кратности внесения биопрепаратов вызывает бактериоз лука-репки. Наиболее сбалансированный по качественному составу урожай имеет место в варианте минерального питания совместно с гуминовым препаратом «Росток».

Основные показатели результатов опытов 2022 года по урожайности, качеству и лёжкости лука приведены в таблице 2. Общий вид опытов показан на рисунке 2.

Анализ данных таблицы 2 показывает, что достоверной является разница по урожайности двух опытных вариантов. Такой эффект можно объяснить лишь избыточной бактериальной нагрузкой почвы, которая имела место при внесении биопрепаратов. Следует отметить отсутствие явных признаков бактериоза на растениях лука в опытных вариантах. Зафиксировано лишь несколько больных луковиц за пределами учётных делянок.

Колебания качественных показателей происходят в пределах ошибки опыта. Максимальное количество сухого вещества (12,0%) и сумма сахаров (8,41%) мы имеем в варианте контроля.

Наибольшему урожаю (84,2 т/га) соответствует и больший вынос питательных элементов, который в расчёте на 10,0 т лука составил, кг: N=16,8; P=9,0; K=16,6.

Таким образом, можно говорить о тенденции увеличения урожайности и качества продукции при внесе-



Рис. 2. Общий вид опытов 2022 года на луке Форвард с внесением биопрепаратов
Fig. 2. General view of the 2022 experiments on Forward onions with the introduction of biological products

Таблица 2. Показатели урожайности, качества и лёжкости лука репчатого сорта Форвард в опытах 2022 года
Table 2. Indicators of yield, quality and keeping quality of onions of the Forward variety in experiments in 2022

№ п/п	Наименование показателя	Контроль	Контроль + BIS88 (1+1), л/га	Контроль + BIS88 (1+1) л/га + N40 (1+1) л/га + V514 (1+1) л/га
1	Урожайность, т/га	81,4	84,2	75,8
2	Масса станд. луковицы, г	144,7	125,8	141,0
3	Сухое вещество, % сентябрь/март	12,0/10,6	11,5/11,3	11,1/11,0
4	Сахара, % (сентябрь/март) - моно - ди - сумма	3,07/1,55 5,34/0,71 8,41/2,26	2,86/1,61 3,55/1,25 6,41/2,86	3,10/1,35 4,20/1,05 7,30/2,40
5	Убыль массы, %, в.т.ч. нестандарт и больные	17,6 5,6	22,3 10,1	19,6 10,2
6	НСП ₀₅ (по урожайности, т/га)	8,2		

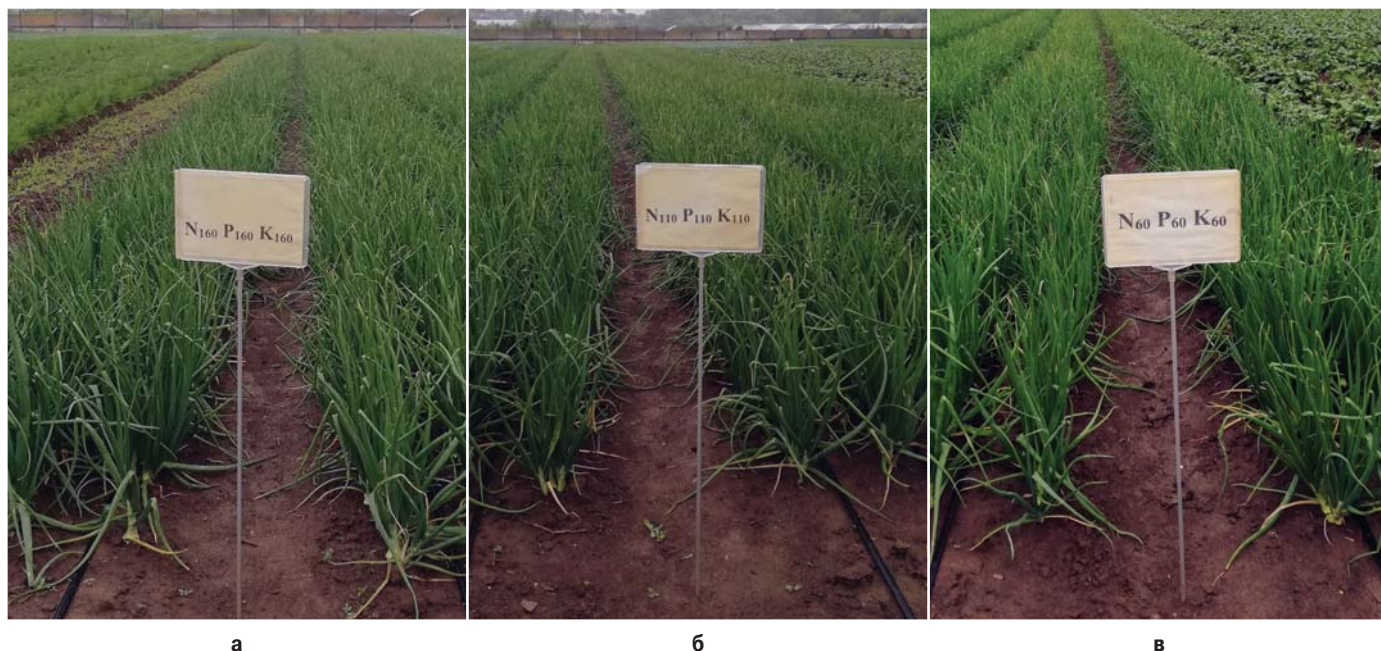


Рис. 3. Вид опытного участка в день приёма опытов 19 июля 2023 года по вариантам опытов (а, б, в)

Fig. 3. View of the experimental site on the day of acceptance of the experiments, July 19, 2023, according to the experimental options (a, b, c)

нии препарата БисолбиПлант (BIS88) нормой (1,0+1,0) л/га и снижении урожайности и выноса питательных элементов при увеличении нормы внесения биопрепаратов [BIS88 (1+1) л/га + N40 (1+1) л/га + V514 (1+1) л/га)] до 6,0 л/га.

Важным является показатель убыли массы при хранении, который в опытных вариантах от болезней и нестандарта с применением бактериальных препаратов значительно (около 5,0% от всей массы) превышает контроль. Убыль массы за счёт испарения влаги стабильна и находится на уровне 10,0% на всех вариантах.

Основные показатели результатов опытов 2023 года по урожайности и качеству лука приведены в таблице 3. Общий вид опытного участка показан на рисунке 3.

Средняя масса стандартной луковицы минимальная с внесением биопрепаратов в варианте N₁₁₀P₁₁₀K₁₁₀, как и урожайность (61,0 т/га).

В целом разница по урожайности не превышает НСР₀₅=6,0 т/га, поэтому здесь можно говорить о тен-

денциях. Однако варианты N₁₆₀P₁₆₀K₁₆₀ и N₆₀P₆₀K₆₀ по урожайности практически идентичны (67,7 и 67,4 т/га соответственно), а вариант N₁₁₀P₁₁₀K₁₁₀ отличается от них более, чем на 6,0 т/га.

Анализ биохимических показателей состава урожая с применением биопрепаратов позволяет сделать вывод о незначительных отличиях по качеству. Так, по сухому веществу разница составляет 0,4%, а по общему сахару – 0,6%.

В связи с вышеизложенным, с вероятностью 65% можно утверждать, что испытанные биопрепараты обеспечивают повышение урожайности при сопоставимом с контролем качестве урожая в случае низкого (N₆₀P₆₀K₆₀) уровня основного внесения удобрений с последующими подкормками во время вегетации Ca₄₀N₃₀+N₄₀K₄₀+N₄₀K₄₀.

Основным вопросом исследований является целесообразность и эффективность применения биопрепаратов на культуре лука-репки

Таблица 3. Показатели урожайности и качества лука репчатого сорта Форвард в опытах 2023 года
Table 3. Indicators of yield and quality of onions of the Forward variety in experiments in 2023

№ п/п	Наименование показателя	Контроль N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀ + биопрепараты три по (0,5+0,5) л/га	Контроль N ₁₁₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	N ₁₁₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀ + биопрепараты три по (0,5+0,5) л/га	Контроль N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + биопрепараты три по (0,5+0,5) л/га
1	Урожайность, т/га	70,9	67,7	64,0	61,0	58,4	67,4
2	Масса станд. луковицы, г	116,7	110,9	98,3	91,6	88,2	96,8
3	Сухое вещество, %	11,2	9,6	8,4	9,1	8,3	9,2
4	Сахара, %						
	- моно	3,34	2,44	2,12	2,28	2,49	3,23
	- ди-сумма	3,77 7,11	2,79 5,23	4,73 6,85	3,49 5,77	3,45 5,94	1,85 5,08
	НСР ₀₅ по урожайности, т/га	6,0					

Исследованиями предыдущих лет [8] нами установлена эффективность применения биопрепарата *Bacillus subtilis* штамма Ч-13 (торговое название Экстрасол, БисолбиСан) на культуре лука-репки посредством некорневых обработок 1% раствором. В этом случае имеет место повышение иммунитета растений к пероноспорозу.

Корневые подкормки с поливной водой изучены нами в широком диапазоне дозировок (от 40,0 л/га до нуля). Выяснено, что при дозировках более 10,0 л/га имеет место распространение бактериоза луков.

Для решения вопроса о целесообразности применения биопрепаратов рассмотрим в совокупности опыты 2023 года (табл. 3) при двукратном внесении биопрепаратов BIS88, N40 и V514 и без них. Оценим величину и качество полученного урожая. По вариантам опыта от применения биопрепаратов мы имеем разницу в урожае, т/га:

- N₁₆₀P₁₆₀K₁₆₀ – снижение 3,2 т/га;
- N₁₁₀P₁₁₀K₁₁₀ – снижение 3,0 т/га;
- N₆₀P₆₀K₆₀ – увеличение 9,0 т/га или на 13,4%.

При НСР₀₅=6,0 т/га мы имеем достоверную прибавку урожая в последнем варианте при сопоставимых показателях качества продукции.

Таким образом, внесение с поливной водой биопрепаратов: BIS88 (0,5+0,5 л/га), N40 (0,5+0,5 л/га), V514 (0,5+0,5 л/га) обеспечивает повышение урожайности лука до 13,4% при низком уровне (N₆₀P₆₀K₆₀) основного (весеннего) внесения удобрений.

Выводы

1. Внесение бактериальных препаратов БисолбиПлант (BIS88 – бактериологическое удобрение), N40 (бациллярный азотфиксатор), V514 (бациллярный стимулятор мобилизации почвенного фосфора) нецелесообразно производить суммарной нормой более 10,0 л/га в процессе возделывания лука-репки ввиду заболевания растений бактериозом.

2. Применение препарата БисолбиПлант нормой (0,5+0,5) л/га способствует повышению урожайности лука-репки при сопоставимом с контролем качестве урожая.

3. Биопрепараты, комплексно внесённые в период вегетации с поливной водой: BIS88 (0,5+0,5) л/га; N40 (0,5+0,5) л/га; V514 (0,5+0,5) л/га, обеспечивают повышение урожайности (13,4%) при сопоставимом с контролем качестве урожая в случае низкого (N₆₀P₆₀K₆₀) уровня основного весеннего внесения удобрений с последующими подкормками во время вегетации Ca₄₀N₃₀ + N₄₀K₄₀ + N₄₀K₄₀.

4. При нормах основного весеннего внесения удобрений N₁₁₀P₁₁₀K₁₁₀ и N₁₆₀P₁₆₀K₁₆₀ комплексное внесение изучаемых препаратов не обеспечивает увеличения урожая лука-репки.

5. Исследованиями предыдущих лет [4] нами установлено повышение устойчивости растений лука к пероноспорозу при некорневой обработке 1% раствором препарата БисолбиСан совместно с химическими фунгицидами Рапид Голд, СП и Метаксил, СП.

Литература

1. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства [Электронный ресурс: <https://rosstat.gov>. Дата обращения: 31.10. 2023 г].
2. Алексеева К.Л., Нурметов Р.Д., Девочкина Н.Л. Защита растений в теплицах. *Картофель и овощи*. 2016;(4):15-18. <https://elibrary.ru/vsustx>
3. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. М.: «Издательство Листерра». 1922. 933 с.
4. Иркв И.И., Берназ Н.И., Ибрагимбеков М.Г., Фефелова С.В., Успенская О.Н. Провести исследования по совершенствованию технологии производства лука-репки в однолетней культуре, обеспечивающих урожайность 70–80 т/га на аллювиальных луговых почвах Нечернозёмной зоны (Заключительный отчёт) (FNRR - 2019-0070) Рег.№ НИОКТР – АААА-А19-119112490011-2. М.: ФГБНУ ФНЦО. 52 с.
5. Чеботарь В.К., Пеиров В.Б., Антонов В.Б., Денисенко М.В. и др. Микробиологические препараты живых ризосферных бактерий комплексного действия группы Экстрасол (рекомендации). Санкт Петербург: Изд. ФГБНУ ВНИИСХМ. 2016. 35 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.
7. Круг Г. Овощеводство. М.: «Колос». 2000. 573 с.
8. Иркв И.И., Ибрагимбеков М.Г., Заплаткин А.Н., Багров Р.А. Оптимизации элементов технологии производства лука – репки в однолетней культуре в условиях НЧЗ. *Картофель и овощи*. 2021;(3):25-28. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.39.61.001> <https://elibrary.ru/bnpnea>

References

1. Bulletins on the state of agriculture [Electronic resource: <https://rosstat.gov>. Date of access: 31.10. 2023]. (In Russ.)
2. Alekseeva K.L., Nurmetov R.D., Devochkina N.L. Plant protection in greenhouses. *Potato and vegetables*. 2016;(4):15-18. <https://elibrary.ru/vsustx> (In Russ.)
3. Directory of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation. M.: Listerra Publishing House. 1922. 933 p. (In Russ.)
4. Irkov I.I., Bernaz N.I., Ibragimbekov M.G., Fefelova S.V., Uspenskaya O.N. Conduct research to improve the technology for the production of onions in an annual crop, ensuring a yield of 70 - 80 t/ha on alluvial meadow soils of the Non-Chernozem Zone (Final Report) (FNRR -2019-0070) Reg. No. NIOKTR – АААА-А19-119112490011-2. M.: FGBNU FNTSO. 52 pp. (In Russ.)
5. Chebotar V.K., Peirov V.B., Antonov V.B., Denisenko M.V. and others. Microbiological preparations of living rhizosphere bacteria with complex action of the Extrasol group (recommendations). St. Petersburg: Publishing house. FGBNU VNIISHM. 2016. 35 p. (In Russ.)
6. Dospiehov B.A. Field experiment methodology. M.: Agropromizdat. 1985. 351 p. (In Russ.)
7. Krug G. Vegetable growing. M.: "Spike". 2000. 573 p. (In Russ.)
8. Irkov I.I., Ibragimbekov M.G., Zaplatkin A.N., Bagrov R.A. Optimization of onion production technology under annual growing in Non-Chernozem Zone. *Potato and vegetables*. 2021;(3):25-28. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.39.61.001> <https://elibrary.ru/bnpnea> (In Russ.)

Об авторах:

Иван Иванович Иркв – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, автор для переписки, irkov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1256-7621>, SPIN-код: 8790-5108

Ольга Николаевна Успенская – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, usp-olga@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4843-2067>, SPIN-код: 1466-0084

Николай Иванович Берназ – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, vnioh@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0565-8560>, SPIN-код: 7673-8330

About the Authors:

Ivan I. Irkov – Cand. Sci. (Engineering), Leading Researcher, Corresponding Author, irkov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1256-7621>, SPIN-code: 8790-5108

Olga N. Uspenskaya – Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, usp-olga@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4843-2067>, SPIN-code: 1466-0084

Nikolay I. Bernaz – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, vnioh@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0565-8560>, SPIN-code: 7673-8330