

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-88-92>
УДК 635.25:631.84

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

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» 140153, Россия, Московская обл., Раменский район, д. Верее, стр.500

*Автор для переписки: irkov@yandex.ru

Вклад авторов: Все авторы участвовали в планировании и постановке эксперимента, а также в анализе экспериментальных данных и написании статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Все авторы равно участвовали в написании статьи, прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Для цитирования: Ирков И.И., Успенская О.Н., Берназ Н.И. Эффективность распределённого внесения азота на луке репчатом (*Allium cepa* L.) в однолетней культуре. *Овощи России*. 2023;(3):88-92. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-88-92>

Поступила в редакцию: 13.01.2023

Принята к печати: 09.02.2023

Опубликована: 09.06.2023

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

All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – Branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center Vereya, Ramenskoye district, Moscow region, Russia, 140153

*Correspondence Author: irkov@yandex.ru

Conflict of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

Authors contributions: All authors confirm they have contributed to the intellectual content of this paper.

For citations: Irkov I.I., Uspenskaya O.N., Bernaz N.I. Efficiency of distributed application of nitrogen on onion (*Allium cepa* L.) cultivated as an annual crop. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(3):88-92. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-88-92>

Received: 13.01.2023

Accepted for publication: 09.02.2023

Published: 09.06.2023

Эффективность распределённого внесения азота на луке репчатом (*Allium cepa* L.) в однолетней культуре



Резюме

Актуальность. Репчатый лук в России в 2021 году: Площадь возделывания – 56,3 тыс. га; Урожайность – 28,6 т/га; Производство – 1608,6 тыс. тонн; Импорт от объёма потребления – 10,7%. Современные сорта и гибриды и средства защиты растений дают возможность получить высокие урожаи в условиях Нечернозёмной зоны. Целью исследований является оптимизации параметров и сроков технологических операций по возделыванию лука репчатого в однолетней культуре на аллювиальных луговых почвах Нечернозёмной зоны.

Материалы и методы. Была проведена отработка системы питания растений лука посредством распределённого внесения азота в период вегетации: Вариант 1 - ($N_{160}P_{160}K_{160}$) предпосевное + ($Ca_{40}N_{10} + K_{40}N_{20} + K_{40}N_{20}$) в процессе вегетации; Вариант 2 - ($N_{110}P_{110}K_{110}$) предпосевное + ($Ca_{40}N_{20} + K_{40}N_{40} + K_{40}N_{40}$) в процессе вегетации. Опыт по применению микробиологического препарата Бисолби-Плант (*Bacillus pumilis*) BIS88 совместно с гуминовым 1% препаратом «Росток» нормой один литр на гектар каждого для стимуляции активного роста.

Результаты. В конце вегетации во втором варианте опыта по азоту имело место продление срока вегетации на 7-10 дней. Превышение урожайности по второму варианту за 2021-22 годы исследований составило более 20,0 т/га и является существенным. Разница по вариантам внесения препарата Бисолби-Плант в 2,8 т/га при $HCP_{05} = 8,2$ т/га не явилась достоверной. Преимущество варианта с биопрепаратом в более высокой на 71,0 тыс. шт/га густоте стояния растений и отсутствие признаков бактериоза. Таким образом, распределённое внесение азота ($N_{110}P_{110}K_{110}$) предпосевное + ($Ca_{40}N_{20} + K_{40}N_{40} + K_{40}N_{40}$) в процессе вегетации с поливной водой достоверно оказалось более эффективным, чем ($N_{160}P_{160}K_{160}$) предпосевное + ($Ca_{40}N_{20} + K_{40}N_{20} + K_{40}N_{20}$) в процессе вегетации. Зафиксирована тенденция увеличения урожайности и качества продукции при двойном внесении препарата Бисолби-Плант (BIS88) нормой (1,0 + 1,0) л/га.

Ключевые слова: лук репчатый, однолетняя культура, Нечернозёмная зона, технология, внесение азота, ризосферные ассоциативные бактерии

Efficiency of distributed application of nitrogen on onion (*Allium cepa* L.) cultivated as an annual crop

Abstract

Relevance. Onions in Russia in 2021: Cultivation area – 56.3 thousand hectares; Productivity – 28.6 t/ha; Production – 1608.6 thousand tons; Import from the volume of consumption – 10.7%. Modern varieties and hybrids and plant protection products make it possible to obtain high yields in the conditions of the Non-chernozem zone. The aim of the research is to optimize the parameters and terms of technological operations for the cultivation of onion in an annual crop on alluvial meadow soils of the Non-Chernozem Zone.

Materials and methods. The nutrition system of onion plants was tested through distributed nitrogen application during the growing season: Option 1 – ($N_{160}P_{160}K_{160}$) presowing – ($Ca_{40}N_{10} + K_{40}N_{20} + K_{40}N_{20}$) during the growing season; Option 2 – ($N_{110}P_{110}K_{110}$) presowing + ($Ca_{40}N_{20} + K_{40}N_{40} + K_{40}N_{40}$) during the growing season. Experience in the use of the microbiological preparation Bisolbi-Plant (*Bacillus pumilis*) BIS88 together with the 1% humic preparation "Rostok" at a rate of one liter per hectare each to stimulate active growth.

Results. At the end of the growing season in the second variant of the nitrogen experiment, the growing season was extended by 7-10 days. The excess yield under the second option for 2021-22 years of research amounted to more than 20.0 t/ha and is significant. The difference in the options for applying the Bisolbi-Plant preparation in 2.8 t/ha with $HCP_{05} = 8.2$ t/ha was not significant. The advantage of the variant with the biological preparation is higher plant density by 71.0 thousand units/ha and the absence of signs of bacteriosis. Thus, the distributed application of nitrogen ($N_{110}P_{110}K_{110}$) presowing + ($Ca_{40}N_{20} + K_{40}N_{40} + K_{40}N_{40}$) during the growing season with irrigation water was significantly more effective than ($N_{160}P_{160}K_{160}$) presowing + ($Ca_{40}N_{20} + K_{40}N_{20} + K_{40}N_{20}$) during the growing season. There was a tendency to increase the yield and quality of products with the double application of Bisolbi-Plant (BIS88) at a rate of (1.0 + 1.0) l/ha.

Keywords: onion, annual crop, non-chernozem zone, technology, nitrogen application, rhizospheric associative bacteria

Введение

В России на протяжении двух последних десятилетий имеет место стабильный рост производства овощей с 10,5 млн т – в 1996-2000 годах до 13,4 млн т – в 2021 году.

Важной особенностью является то, что прирост производства обеспечен за счёт повышения урожайности с 14,3 т/га (2000 год) до 24,2 т/га (2021 год). При этом произошло снижение посевных площадей с 744,3 тыс. га (2000 год) до 498,0 тыс. га (2021 год) [1].

Согласно данным ФАО [2] на 2019 год лук в мире занимал второе место в объёме производства овощей (9%) после томата (16%).

В России лук репчатый на 2021 год по размеру занимаемых площадей (56,3 тыс. га) находится на третьем месте после капусты и томатов. Общий валовый сбор в 2021 году составил 1608,6 тысяч тонн при урожайности 28,6 т/га. Последние десятилетия имеет место устойчивое снижение площадей под луком, которые в начале 2000 годов занимали около 90,0 тыс. гектаров. В то же время импорт лука-репки в общем объёме потребления в 2021 году составил 10,7% (209,2 тыс. т).

Следует отметить, что лук-репка является высокодоходной культурой. При себестоимости производства в большинстве хозяйств 7-10 руб./кг средняя оптовая цена производителей находится на уровне 15,0 руб./кг [3]. Снижение площадей под культурой можно объяснить лишь отсутствием сбытовых цепочек от производителя до покупателя, в результате чего производители не могут выгодно реализовать выращенный урожай.

Площади, занятые луком-репкой в Нечернозёмной зоне незначительны. Так, в Московской области в 2021 году они составили 1,1 тыс. га.

Производство лука-репки, особенно в Центральном, Северо-Западном, и других аналогичных по широте регионах с суммой активных (более 10°C) среднесуточных температур 2000-2200°C за вегетацию, имеет свою особенную специфику.

Обильные холодные ночные росы в конце июля – начале августа создают благоприятные условия для распространения грибных болезней, особенно пероноспороза [4].

В 20-м веке промышленное производство лука-репки в условиях Нечернозёмной зоны России относилось к рискованному земледелию вследствие отсутствия устойчивых к грибным болезням районированных сортов.

Появление в настоящее время новых сортов и гибридов, а также средств защиты растений сделало возможным получение гарантированных урожаев [4].

Срок вегетации однолетних интенсивных сортов и гибридов составляет 100–110 дней в условиях Нечернозёмной зоны.

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

Исследованиями предыдущих лет нами проведена оптимизация всех параметров и сроков технологических операций выращивания лука-репки в однолетней культуре в условиях Нечернозёмной зоны и

достигнута урожайность 70–80 т/га [5]. Для дальнейшего повышения урожайности до 80–90 т/га необходимо провести дальнейшую отработку элементов технологических операций

Лук является очень пластичной культурой. За предыдущие годы исследований [5], [6] установлены большие колебания по выносу питательных элементов. Так, в 2020 году с урожаем лука 70–80 т/га фактический вынос питательных элементов составил, кг/га: N – 110; P – 61; K – 135, а в условиях 2021 года, кг/га: N – 130; P – 63; K – 149. Такое положение связано, прежде всего, со сроком вегетации растений, который определяется сроком полегания пера, обусловленным, в свою очередь, азотным питанием.

Весеннее внесение удобрений N160P160K160 под фрезеровку почвы обеспечивает качественную их заделку и равномерное распределение в почве. Однако, уже через два месяца (в середине июня) на отдельных лентах гряд проявляется азотное голодание растений (бледный лист).

Согласно [7] в подпочвенный горизонт вымывается не более 10-11% внесённого азота. Часть азота используют растения. Остальная часть уходит в атмосферу. По интенсивности ухода в атмосферу азота удобрений отсутствуют серьёзные исследования. В этой связи существенный интерес представляет опыт по распределённому внесению азота в период вегетации.

В предыдущие годы нами проводились работы по применению микробиологических препаратов для более интенсивного роста и защиты растений лука от болезни. Было установлено [8], что микробиологические препараты благоприятно воздействуют на растения, способствует увеличению урожая до 20%. Однако нормы применения более 10,0 л/га угнетают растения лука и вызывают заболевание бактериозом. В этой связи целесообразным было применение в технологии микробиологического препарата Бисолби-Плант в нормах, не превышающих 10,0 л/га:

Бисолби-Плант (*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 интересный спектр фитогормонов (индолил уксусную 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.

Целью исследований является оптимизации параметров и сроков технологических операций по возделыванию лука репчатого в однолетней культуре на аллювиальных луговых почвах Нечерноземной зоны

В связи с целью исследований была проведена отработка системы питания растений лука посредством распределённого внесения азота в период вегетации и внесении микробиологического удобрения Бисолби-Плант.

Условия, материалы и методы исследований

Полевые опыты были проведены на опытном поле ВНИИО согласно [9] на общей площади 2000 м² в 2021–2022 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/100 г почвы (по Чирикову), калия – 15,2 мг/100 г (по Масловой), общего азота – 6,0 мг/100 г.

Семена перед посевом обрабатывали препаратом Бисолбифит согласно рекомендаций производителя из расчёта 7,0 г препарата на один килограмм семян.

Посев проводили в третьей декаде апреля сеялкой Gaspardo Olimpia по схеме 32+7+28+7+28+7+32. Норма высева семян – 852 тыс. шт./га. Расчётная густота стояния 650–700 тыс. растений/га. В опытах был использован сорт лука Форвард (ВНИИО, ООО Агрофирма «Поиск»). Лабораторная всхожесть семян – 94–95%.

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

Под опыт весной была внесена азофоска N₁₆₀P₁₆₀K₁₆₀ и N₁₁₀P₁₁₀K₁₁₀ с последующей фрезеровкой вертикально фрезерным культиватором. Все подкормки в период вегетации проводили смесью растворимых удобрений Ca(NO₃)₂, KNO₃ и NH₄NO₃ с использованием капельного полива по схеме:

- Вариант 1 – (N₁₆₀P₁₆₀K₁₆₀) предпосевное + (Ca₄₀N₁₀ + K₄₀N₂₀ + K₄₀N₂₀) в процессе вегетации;
- Вариант 2 – (N₁₁₀P₁₁₀K₁₁₀) предпосевное + (Ca₄₀N₂₀ + K₄₀N₄₀ + K₄₀N₄₀) в процессе вегетации.

Микробиологический препарат Бисолби-Плант (*Bacillus pumilis*) BIS88 вносили совместно с гуминовым 1% препаратом «Росток» 9 и 20 июня нормой один литр на гектар каждого с целью стимуляции активного роста.

В 2022 году посев был произведен 23–25 апреля и 11–15 мая получены хорошие дружные всходы.

Годы проведения опытов характеризовались холодной (+5 °С среднесуточная температура) дождливой погодой в конце апреля – начале мая, однако это не помешало появлению дружных своевременных всходов с расчётной густотой стояния.

Весь период вегетации характеризовался повышенными среднесуточными температурами. Превышение над среднегодовыми составило +3,3°С – в 2021 году и +4,5°С – в 2022 году.

В то же время в июле 2021 года выпало лишь 26,1% осадков от среднемноголетних, а в 2022 году наблюдался исключительно сухой август (19,4% осадков от среднемноголетних). В целом в процессе вегетации с применением капельного полива в оба года был получен достаточно высокий (75–80,0 т/га) урожай лука.

Общее количество действующего вещества в опыте по распределённому внесению азота составляло 210 кг/га в каждом варианте.

Подкормки минеральными удобрениями проводили с интервалом 20 дней, внесение фунгицидов – 10 дней.

Результаты исследований

По времени появления всходов и в начальной стадии вегетации существенного отличия вариантов зафиксировано не было.

В конце вегетации (конец июля – август) во втором варианте опыта по азоту имело место более поздняя (на 7–10 дней) остановка в росте и полегание пера. На рис. 1 и рис. 2 показан вид вариантов опыта 8 августа 2022 года в начале полегания пера в первом варианте.

Продление срока вегетации обеспечило увеличение урожайности, которая по вариантам составила, т/га:

2021 год: Вариант 1 – 49,8; Вариант 2 – 75,9. НСР₀₅ = 12,1 т/га. Разница – 26,1 т/га.

2022 год: Вариант 1 – 62,5; Вариант 2 – 80,5. НСР₀₅ = 10,6 т/га. Разница – 22,0 т/га.

Качественный состав урожая лука 2022 года и вынос основных питательных элементов по данным агрохимической лаборатории ВНИИО представлен в таблице 1.

Как видно из данных таблицы 1 увеличение срока вегетации кроме увеличения урожая привело к существенному изменению качественных показателей: сухого вещества увеличилось на 1,9%; сахаров – на 0,71%; возрос вынос всех основных питательных элементов из расчёта на десять тонн полученного урожая.

Таким образом, распределённое внесение азота с поливной водой в процессе вегетации оказалось эффективным. Сроки и нормы внесения питательных элементов необходимо обосновать в последующих исследованиях.

Гипотеза исследований по применению микробиологических препаратов состоит в том, что передаточным звеном питательных веществ между почвой и растением являются ризосферные бактерии, которые размножаются на корневых выделениях растений. Внесением микробиологических препаратов осуществляется стимулирование размножения микробиоты почвы, а через неё – и роста, и развития самих растений.

Показатели, полученные в результате опыта, приведены в табл. 2.

Анализ таблицы 2 показывает, что разница по вариантам в 2,8 т/га при НСР₀₅ = 8,2 т/га не является достоверной. В то же время средняя густота стояния растений в опытном варианте выше на 71,0 тыс. шт./га. Это свидетельствует о более благоприятных почвенных условиях. С учётом многолетних опытов можно говорить о тенденции к повышению урожайности при применении микробиологического препарата Бисолби-Плант при норме обработки (1,0 + 1,0) л/га в процессе вегетации. Заболевания лука бактериозом зафиксировано не было.

Анализ качественного состава урожая по данным агрохимической лаборатории ВНИИО также не показал существенных отличий по вариантам.

Таким образом, с учётом многолетних опытов можно говорить о предпосылках создания более благоприятных условий для роста и развития растений и увеличения урожайности при внесении



Рис. 1. Вид участка по первому варианту опыта в начале полегания пера 8 августа 2022 года
Fig. 1. View of the plot according to the first variant of the experiment at the beginning of the feather lodging on August 8, 2022

Рис. 2. Вид участка по второму варианту опыта 8 августа 2022 года
Fig. 2. View of the plot according to the second version of the experiment on August 8, 2022

Таблица 1. Биохимический состав лука репчатого сорта Форвард по вариантам распределённого внесения азота (по данным агрохимической лаборатории ВНИИО) 2022 год
Table 1. Biochemical composition of onions of the Forward variety according to the variants of distributed nitrogen application (according to the agrochemical laboratory of VNIIO) 2022

Наименование варианта	Сухое вещество, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг	Сахара, %			Потребление на 10 тонн, кг		
				моно-	ди-	сумма	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Вариант 1 (N ₁₆₀ +N ₁₀ +N ₂₀ +N ₂₀)	10,1	3,9	12,1	2,65	5,04	7,69	14,0	7,7	17,2
Вариант 2 (N ₁₁₀ +N ₂₀ +N ₄₀ +N ₄₀)	12,0	2,8	17,3	3,07	5,34	8,41	16,2	7,9	18,6

Таблица 2. Показатели урожайности лука репчатого Форвард в 2022 году после внесения микробиологических препаратов
Table 2. Forward onion yield indicators in 2022 after the introduction of microbiological preparations

Наименование показателя	Контроль	Вариант BIS88
Средняя урожайность, т/га	81,4	84,2
Среднеквадратическое отклонение, т/га	4,7	8,0
Коэффициент вариации среднего, %	5,8	9,5
Средняя густота стояния по вариантам, тыс. шт./га	590,0	661,0
Средний вес луковицы по вариантам, г	138,0	121,0
Обобщённая ошибка средних по опыту m0, т/га	2,77	
Обобщённая ошибка разности средних по опыту md, т/га	3,91	
Наименьшая существенная разность при 5% уровне значимости НСР ₀₅ , т/га	8,2	

препарата Бисолби-Плант (BIS88) при норме (1,0 + 1,0) л/га без проявления признаков заболевания растений лука бактериозом.

По нашим данным в предыдущие годы исследований применение микробиологических препаратов на луке репчатом нормой более 10,0 л/га приводит к заболеванию бактериозом и увеличению потерь продукции при хранении. Так, в сезоне хранения 2021-2022 годов потери стандартных луковиц в среднем при хранении составили 12,3%. В сезоне 2022-2023 годов – 5,4% на контроле и 10,4% – с применением Бисолби Плант. Разница в 5,0% является достоверной. Вследствие этого очевидной является необходимость поиска оптимальных норм и сроков внесения биопрепаратов, а также подбор компонентов самих препаратов.

Выводы

1. Распределённое внесение азота ($N_{110}P_{110}K_{110}$) предпосевное + ($Ca_{40}N_{20} + K_{40}N_{40} + K_{40}N_{40}$) в процессе вегетации с поливной водой достоверно оказалось более эффективным, чем ($N_{160}P_{160}K_{160}$) предпосевное + ($Ca_{40}N_{20} + K_{40}N_{20} + K_{40}N_{20}$) в процессе вегетации. Сроки и нормы внесения питательных элементов необходимо обосновать в последующих исследованиях.

2. Зафиксирована тенденция к увеличению урожайности и качества продукции при внесении препарата Бисолби-Плант (BIS88) нормой (1,0 + 1,0) л/га.

Об авторах:

Иван Иванович Ирков – кандидат техн. наук, ведущий н. с. отдела технологий и инноваций, <https://orcid.org/0000-0001-9492-8667>, автор для переписки, irkov@yandex.ru

Ольга Николаевна Успенская – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, usp-olga@yandex.ru

Николай Иванович Берназ – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник сектора земледелия и агрохимии, <https://orcid.org/0000-0002-0565-8560>, Bernaz1@yandex.ru

About the Authors:

Ivan I. Irkov – Cand. Sci. (Engineering), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-9492-8667>, Correspondence Author, irkov@yandex.ru

Olga N. Uspenskaya – Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, usp-olga@yandex.ru

Nikolay I. Bernaz – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher w, agriculture and agrochemistry sectors, <https://orcid.org/0000-0002-0565-8560>, Bernaz1@yandex.ru

• Литература

1. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства [Электронный ресурс]. - 2022. – URL: <http://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 21.10.2022).
2. World Food and Agriculture - Statistical Yearbook. FAO 2021. [Electronic resource] - URL: <http://doi.org/10.4060/cb4477en>.
3. Солдатенко А.В., Разин А.Ф., Пивоваров В.Ф., Шатилов М.В., Иванова М.И., Россинская О.В., Разин О.А. Овощи в системе обеспечения продовольственной безопасности России. *Овощи России*. 2019;(2):9-15. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-9-15>
4. Ахатов А.К., Ганнибал Ф.В., Мешков Ю.И., Джалилов Ф.С. и др. Болезни и вредители овощных культур и картофеля. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2013. 463 с.
5. Ирков И.И., Берназ Н.И., Ибрагимбеков М.Г., Фефелова С.В., Успенская О.Н. Научный отчет. Провести исследования по совершенствованию технологии производства лука-репки в однолетней культуре, обеспечивающих урожайность 70–80 т/га на аллювиальных луговых почвах Нечернозёмной зоны (Заключительный) (FNRN-2019-0070) Рег.№ НИОКТР – АААА-А19-119112490011-2
6. Круг Г. Овощеводство. М.: «Колос». 2000. 573 с.
7. Борисов В.А. Система удобрения овощных культур. М. ФГБНУ «Росинформагротех». 2016. 392 с.
8. Чеботарь В.К., Пеиринов 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.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.

• References

1. Bulletins on the state of agriculture [Electronic resource]. - 2022. - URL: <http://rosstat.gov.ru> (date of access: 21.10.2022)
2. World Food and Agriculture - Statistical Yearbook. FAO 2021. [Electronic resource] - URL: <http://doi.org/10.4060/cb4477en>.
3. Soldatenko A.V., Razin A.F., Pivovarov V.F., Shatilov M.V., Ivanova M.I., Rossinskaya O.V., Razin O.A. Vegetables in the system of ensuring food security of Russia. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(2):9-15. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-9-15>
4. Akhatov A.K., Gannibal F.V., Meshkov Yu.I., Dzhalilov F.S. and others. Diseases and pests of vegetable crops and potatoes. Moscow. Association of Scientific Publications KMK. 2013. 463 p. (in Russ.)
5. Irkov I.I., Bernaz N.I., Ibragimbekov M.G., Fefelova S.V., Uspenskaya O.N. Scientific report. Conduct research on improving the technology for the production of turnips in an annual crop, providing a yield of 70-80 t/ha on alluvial meadow soils of the Non-chernozem zone (Final) (FNRN-2019-0070) (in Russ.)
6. Krug G. Vegetable growing. Transl. from German V.I. Leunov. Moscow. Kolos. 2000. 576 p. (in Russ.)
7. Borisov V.A. Vegetable crop fertilization system. Moscow. FGBNU Rosinformagrotech. 2016. 392 p. (in Russ.)
8. Chebotar V.K., Petrov V.B., Antonov V.B., Denisenko M.V. Microbiological preparations of live rhizospheric bacteria of the complex action of the Extrasol group (recommendations). St. Petersburg. Ed. FGBNU VNIISHM. 2016. 35 p. (in Russ.)
9. Dospikhov B.A. Methods of field experience. Moscow. Agropromizdat. 1985. 351 p. (in Russ.)