

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-6-44-51>
УДК: 635.63:631.559:631.81.095.337

М.А. Бочарова*, В.И. Терехова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

*Автор для переписки:

bocharova@rgau-msha.ru

Вклад авторов: Бочарова М.А.: проведение исследования, концептуализация, методология, верификация и администрирование данных, создание рукописи и её редактирование; Терехова В.И.: научное руководство исследованием, ресурсы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Бочарова М.А., Терехова В.И. Продуктивность огурца в зависимости от использования микробиологических препаратов. *Овощи России*. 2024;(6):44-51. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-6-44-51>

Поступила в редакцию: 09.08.2024

Принята к печати: 25.10.2024

Опубликована: 29.11.2024

Maria A. Bocharova*, Vera I. Terekhova

FSBEI HPE Russian State Agricultural University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy 49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127550, Russia

*Correspondence Author:

bocharova@rgau-msha.ru

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Authors' Contribution: Bocharova M.A.: study implementation, conceptualization, methodology, data verification and administration, manuscript preparation and editing; Terekhova V.I.: scientific supervision of the study, resources.

For citation: Bocharova M.A., Terekhova V.I. Cucumber productivity depending on the use of microbiological preparations. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(6):44-51. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-6-44-51>

Received: 09.08.2024

Accepted for publication: 25.10.2024

Published: 29.11.2024

Продуктивность огурца в зависимости от использования микробиологических препаратов

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Актуальность. В современном производстве тепличной продукции, при гидропонном выращивании культуры одним из безопасных способов защиты растений, повышения количества и качества продукции огурца является использование микробиологических препаратов.

Материал и методика. Целью работы являлась оценка влияния комплекса микробиологических препаратов на продуктивность гибридов огурца в зимне-весеннем обороте. Исследование проводили в условиях промышленных теплиц в течение 2021-2022 годов. В качестве объектов исследования были выбраны длинноплодные (Lohengrin F₁) среднеплодные (Mewa F₁ и Svyatogor F₁) и короткоплодные (Valigora F₁) партенокарпические гибриды огурца. Препараты вносили пятикратно, с 30-ти дневными интервалами на протяжении всего периода выращивания, первое внесение при высадке растений в производственное отделение. Измерения хозяйственно-ценных и химических показателей проводили еженедельно. Для статистического анализа данных использовали методы описательных статистик и ANOVA.

Результаты. Выявлено положительное стимулирующее влияние комплекса микробиологических препаратов на накопление сырой и сухой биомассы, увеличения урожая и его качества у изучаемых гибридов огурца. Итоговая урожайность при внесении микробиологических препаратов в среднем за два года изучения у всех гибридов огурца увеличилась от 4,1 до 5,5 кг/м², при этом увеличился и выход стандартной продукции в общей структуре урожая от 2,7% до 6,4%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

огурец, гибрид, микробиологические препараты, урожайность, защищенный грунт

Cucumber productivity depending on the use of microbiological preparations

ABSTRACT

Relevance. In the modern production of greenhouse products, with hydroponic cultivation of crops, one of the safe ways to increase the quantity, quality of cucumber products and plant protection is the use of microbiological preparations.

Methodology. The purpose of our work was to assess the effect of a complex of microbiological preparations on the productivity of cucumber hybrids in winter and spring turnover. The study was conducted in industrial greenhouses during 2021-2022. Long-fruited (Lohengrin F₁) medium-fruited (Mewa F₁ and Svyatogor F₁) and short-fruited (Valigora F₁) parthenocarpic cucumber hybrids were selected as research objects. The preparations were applied five times, at 30-day intervals throughout the entire growing period, the first application when planting plants in the production department. Measurements of economically valuable and chemical indicators were carried out weekly. Descriptive statistics and ANOVA methods were used for statistical data analysis.

Results. As a result of the research, a positive stimulating effect of a complex of microbiological preparations on the accumulation of raw and dry biomass, an increase in yield and its quality in the studied cucumber hybrids was revealed. The final yield when applying microbiological preparations increased on average from 4.1 to 5.5 kg/m² in all cucumber hybrids over the two years of study, while the yield of standard products in the total crop structure increased by 2.7% - 6.4%.

KEYWORDS:

cucumber, hybrids, microbiological preparations, greenhouses, yield

Введение

Огурец (*Cucumis sativus* L.) – важнейших представителей семейства тыквенные (*Cucurbitaceae*) и одна из ведущих культур в тепличном производстве овощей [1]. Значение культуры огурца определяется, главным образом, высокой ценностью в питании человека. Огурец почти на 90% состоит из структурированной воды, близкой по своему строению к воде, содержащейся в организме человека, является источником витаминов, минеральных и органических веществ, которые содержатся в форме хорошо усваиваемых организмом человека соединений и играют важную роль в обмене веществ [2].

Для всесезонного получения свежей продукции огурца, его выращивают зимних остекленных теплицах промышленного типа по малообъемной технологии с использованием синтетических или органических субстратов [3]. На данный момент малообъемная гидропонная технология культивирования огурца благодаря высокой экономической эффективности является альтернативой грунтовым способам выращивания [4]. Получения высоких урожаев в тепличном производстве огурца предусматривает создание оптимальных условий питания растений, водного и воздушного режимов почвы [5].

Одним из безопасных способов защиты растений и повышения количества и качества продукции огурца является использование микробиологических препаратов при гидропонном выращивании культуры. Микроорганизмы, ассоциированные с растениями, играют центральную роль в минерализации и трансформации питательных веществ в агроэкосистеме [6]. Симбиотические микроорганизмы способны защищать растения-хозяина от патогенных микроорганизмов и насекомых вредителей, тем самым повышая качество продукции растениеводства [7]. Многие микроорганизмы способны обеспечивать растения азотом, способствуют усвоению фосфора и синтезируют ауксины и фитогормоны, стимулируя рост корней [6, 8]. Искусственное насыщение субстрата высокоэффективными штаммами микробов-антагонистов в составе микробиологических препаратов позволяет повысить супрессивность минераловатных субстратов, что играет значимую роль в защите растений [9]. Повышенная активность микроорганизмов наблюдается в ризосфере, т.к. экссудаты из корней представляют собой легкодоступный источник питания, углерод, для почвенных микроорганизмов [10]. Поэтому многие из микроорганизмов, применяют для предпосевной обработки семян или для корневых подкормок [2].

Кроме всего, препараты на основе микроорганизмов являются экологичными и безопасными для человека и окружающей среды, что соответствует современным требованиям рынка к процессу производства и качеству получаемой сельскохозяйственной продукции [11]. При организации системы выращивания и защиты овощных растений в условиях защищенного грунта важно учитывать, чтобы получаемая продукция была экологически чистой, так как она употребляется в сыром виде. Данное требование реализуемо только с использованием более безопасных приемов и средств выращивания. Применение микробиологических препаратов в технологии выращивании тепличных расте-

ний как раз и отвечает этим требованиям. Существующая проблема биологической безопасности, ввозимой в страну и производимой в стране сельскохозяйственной продукции по остаточным химическим веществам остается наиболее актуальной [12].

В связи с этим, целью нашей работы являлось изучение влияния комплекса микробиологических препаратов на показатели продуктивности огурца в зимне-весеннем обороте.

Материалы и методы исследования

Опыт был заложен в зимне-весенних оборотах 2021–2022 гг. в промышленной зимней теплице конструкции «Venlo» на базе тепличного комплекса, расположенного в III световой зоне. В опыте использовали партенокарпические гибриды огурца: длинноплодный гибрид Lohengrin F₁, среднеплодные гибриды Mewa F₁ и Svyatogor F₁ и короткоплодный гибрид Valigora F₁ (оригинатор Rijk Zwaan, Голландия). Опыт двухфакторный: фактор А – «генотип гибрида» огурца (Mewa F₁, Lohengrin F₁, Valigora F₁, Svyatogor F₁); фактор В – «комплекс микробиологических препаратов» (вариант I – контроль без обработки биопрепаратами, вариант II – обработка комплексом биопрепаратов, разработанных и произведенных отечественной компанией «БИОМ»).

В комплекс входили следующие препараты:

- на основе клеток грибов *Trichoderma* («Трихохит», СП - 101-02-4366-1 до 16.01.2033 г.; «Тетрис», СП - Рег. номер: 101(008)-02-3940-1 до 09.01.2033 г.);
- на основе клеток бактерий *Lactobacillus plantarum*, клеток грибов *Trichoderma viride* («Бинал экстра», Ж - Рег. номер: 101-02-3361-1 до 31.10.2031 г.);
- на основе клеток бактерий *Bacillus subtilis* («Пралин экстра», Ж - Рег. номер: 101-02-4366-1 до 16.01.2034 г.);
- на основе клеток бактерий *Pseudomonas fluorescens* («Витариз экстра», Ж – Рег. номер: 101-19-4437-1 до 27.02.2034 г.).

Использование данных препаратов комплексом позволяет сформировать в субстрате необходимый микробный ценоз. Последовательное действие микроорганизмов, входящих в состав препаратов, препаративная форма позволяют сохранить защитный эффект в течение 1-3 месяцев. Органические вещества, входящие в состав почти всех препаратов, блокируют фитопатогенные свойства микроорганизмов, находящихся в прикорневой зоне растений, что позволяет сохранить целостность растительных тканей и не допустить проникновение и распространение инфекции [9].

Микробиологические препараты пятикратно вносили комплексом под вегетирующие растения через систему капельного полива с дозирующими инжекторами. Препараты вносили в баки растворного узла и подавали к растениям с питательным раствором через дозирующие инжекторы капельного полива. Первое внесение комплекса проводили до высадки рассады в производственное отделение теплицы, в момент первой запитки матов. Последующие внесения комплекса проводили с тридцатидневными интервалами на протяжении всего периода выращивания растений. Состав и нормы расхода препаратов на гектар приведены в таблице 1.

Таблица 1. Нормы расхода и состав используемых биопрепаратов
Table.1 Consumption rates and composition of biological products used

Препарат	трихохит, сп	витариз экстра, ж	пралин экстра, ж	бинал экстра, ж	витамин огурец	тетрис, сп
Норма расхода на 1 га	150 г/1 упаковка	1 л	5 л	5 л	200 г/1 упаковка	150 г/1 упаковка
Норма расхода препарата на 1 м ² за одно внесение	15 мг	0,2 мл	1 мл	1 мл	40 мг	30 мг

При проведении исследований показатели фактической продуктивности определяли на 12 фиксированных в каждом варианте опыта растениях в течении всего периода вегетации: средняя масса плода (г); количество плодов (шт.); диаметр плода (см); продуктивности (кг/растение); урожайности (т/га).

Учет урожайности и продуктивности проводили при каждом сборе весовым методом, определяли стандартную и нестандартную продукцию, а также количество собранных плодов [13].

Сухое вещество определяли по методу определения сухих веществ или влаги [ГОСТ 28561-90, 2011]. Для взвешивания образцов использовали электронные аналитические весы марки AND GR-200. Метод состоит в высушивании пробы продукта в сушильном шкафу при температуре 750С.

Содержание нитратов в огурцах (мг/кг) определяли по методам [ГОСТ 29270-95, 2010]. Метод основан на экстракции нитратов, восстановлении их до нитритов на кадмиевой колонке с последующим фотометрированием раствора азотсоединения, образующегося при взаимодействии нитритов с ароматическими аминами.

Содержание суммы сахаров определяют с помощью рефрактометра (0 grix). Найденное значение выражают в единицах массовой доли сахарозы в водном растворе сахарозы, имеющем в заданных условиях такой же показатель преломления, как и анализируемый раствор [ГОСТ Р51433-99, 2008].

Результаты выражали в виде средних значений и анализировали с использованием двухстороннего (двухфакторного) дисперсионного анализа ("ANOVA").

Результаты и обсуждение

Выявлено достоверное положительное влияние комплекса на накопление сырой биомассы вегетативными органами (листьями и побегами) огурца у всех изучаемых гибридов. Максимальное увеличение сырой биомассы на 60,87 г в листе и на 50,56 г в побеге отмечено у гибрида Svyatogor F₁ при сравнении контроля и варианта с микробиологическими препаратами. Сходное увеличение сырой биомассы в листе отмечалось у гибридов огурца Valigora F₁ на 26,74 г и Mewa F₁ – 27,27 г, содержание сырой биомассы стебля у них увеличилось на 44,46 г и 12,28 г соответственно в сравнении с их контрольными вариантами. У гибрида огурца Lohengrin F₁ сырая биомасса листа увеличилась на 47,80 г и биомасса побега на 24,48 г в сравнении с контрольным вариантом.

Такая же тенденция к увеличению сырой биомассы при оценке влияния комплекса микробиологических препаратов была отмечена и в плодах огурца. В сравнении с контрольными вариантами сырая биомасса плодов увеличилась у длинноплодного гибрида огурца Lohengrin F₁ на 41,75 г, у среднеплодных гибридов Svyatogor F₁ и Mewa F₁ на 39,58 г и 44,95 г и у гибрида огурца Valigora F₁ сырое вещество увеличилось на 21,74 г (табл. 2).

Таблица 2. Влияние комплекса микробиологических препаратов на накопление и распределение сырой биомассы огурца, (среднее за два оборота выращивания в 2021-2022 годах)
Table 2. Effect of a complex of microbiological preparations on the accumulation and distribution of raw cucumber biomass, (average for two turns of cultivation in 2021-2022)

Гибрид	Листья		Стебель		Плоды	
	г/растение	% от целого растения	г/растение	% от целого растения	г/растение	% от целого растения
Контроль						
F ₁ Mewa	401,76	36,13	110,75	9,96	599,45	53,91
F ₁ Valigora	452,78	50,01	159,78	17,65	292,87	32,35
F ₁ Svyatogor	421,11	38,48	124,43	11,37	548,92	50,15
F ₁ Lohengrin	456,19	35,18	159,19	12,28	681,28	52,54
Микробиологические препараты						
F ₁ Mewa	429,03	36,02	123,03	9,96	639,03	53,91
F ₁ Valigora	479,52	46,94	204,24	17,65	337,82	32,35
F ₁ Svyatogor	481,98	39,26	174,99	11,37	570,66	50,15
F ₁ Lohengrin	503,99	35,73	183,67	12,28	723,03	52,54
HCP ₀₅ A	1,21		2,13		1,01	
HCP ₀₅ B	1,11		1,21		1,11	
HCP ₀₅ AB	1,21		1,01		2,12	

В ранее проводимых исследованиях с микробиологическими препаратами [14] на сельскохозяйственных растениях, указывается, что культуры, обработанные микробиологическими препаратами, способны эффективно удерживать воду, что может влиять на увеличение свежей биомассы и объясняет увеличение сырой биомассы и в наших исследованиях.

Микроорганизмы входящие в состав комплекса позволили увеличить не только сырую биомассу, но и содержание сухого вещества как в вегетативных органах, так и в плодах гибридов огурца. Максимальное влияние микробиологических препаратов на накопление сухого вещества в листьях отмечено у гибрида огурца Svyatogor F₁, содержание сухого вещества у данного гибрида увеличилось на 0,90 г. Достоверное увеличение сухого вещества в листьях наблюдается и у среднеплодного гибрида Mewa F₁ на 0,71 г в сравнении с контролем, у гибридов Lohengrin F₁ и Valigora F₁ разница с контрольным вариантом составила 0,37 г и 0,29 г. Максимальное накопление сухого вещества в побегах при использовании комплекса у среднеплодного гибрида Mewa F₁ и длинноплодного Lohengrin F₁, разница с контролем у них составляла 1,34 г и 1,72 г (табл. 3).

При оценке накопления сухого вещества плодами гибридов огурца при применении микробиологических препаратов выявлено, что несмотря на то, что короткоплодный гибрид Valigora F₁ отличался наименьшей прибавкой сырой биомассы при использовании препаратов, прибавка сухого вещества при использовании комплекса у него была максимальной в сравнении с остальными вариантами – 1,68 г. Высокой прибавкой сухого вещества в плодах при использовании микробиологических препаратов характеризовался и гибрид Mewa F₁ – 1,52 г. Минимальная прибавка сухого вещества к контрольному варианту при применении препа-

ратов в плодах отмечена у гибридов Svyatogor F₁ (1,18 г) и Lohengrin F₁ (1,29 г).

Значительное увеличение сухой биомассы почти во всех надземных органах растений изучаемых гибридов огурца могут являться результатом выработки бактериальными штаммами входящими в состав комплекса фитогормонов, таких как индол-3-уксусная кислота (IAA, 3-IAA), гибберелиновых кислот, которые усиливает боковое ветвление и образование корневых волосков, и как следствие увеличивают усвоение питательных веществ корневой системой, способствуя росту растений [8, 15, 16].

У всех изучаемых гибридов во вариантах с применением комплекса увеличивается среднее количество плодов на одно растение, но так как плодовая нагрузка показатель регулируемый, разница с контрольными вариантами не существенна. Достоверная разница наблюдается в увеличении общего количества собранных плодов за период выращивания. Максимальное количество плодов за выращивание было собрано у короткоплодного огурца Valigora F₁ – 119,75 шт во варианте с микробиологическими препаратами, что на 8 шт больше контроля. У длинноплодных гибридов Mewa F₁ и Lohengrin F₁ и среднеплодного гибрида Svyatogor F₁, разница с контролем составила 3 шт.

Увеличение продуктивности у изучаемых гибридов в наших исследованиях происходит главным образом за счет увеличения среднего веса плодов. У среднеплодного гибрида Mewa F₁ и длинноплодного Lohengrin F₁ при использовании микробиологических препаратов средняя масса товарного плода в сравнении с их контрольными вариантами достоверно увеличивается на максимальные значения у Mewa F₁ – на 21,03 г и Lohengrin F₁ – на 19,02 г, у гибридов Valigora F₁ и Svyatogor F₁, масса плодов увеличилась на 7,72 г и 13,41 г соответственно.

Таблица 3. Влияние комплекса микробиологических препаратов на накопление и распределение сухой массы огурца, (среднее за два оборота выращивания в 2021-2022 год)
Table 3. The effect of a complex of microbiological preparations on the accumulation and distribution of cucumber dry weight, (average for two turns of cultivation in 2021-2022)

Гибрид	Листья		Стебель		Плоды	
	г/растение	% от целого растения	г/растение	% от целого растения	г/растение	% от целого растения
Контроль						
F ₁ Mewa	33,41±1,34	48,90	20,23±0,21	29,61	14,69±0,34	21,50
F ₁ Valigora	40,98±4,86	51,29	21,77±0,21	27,33	17,03±3,09	21,37
F ₁ Svyatogor	35,22±0,97	47,67	23,04±1,12	31,18	15,63±0,32	21,15
F ₁ Lohengrin	32,61±1,01	50,91	18,40±0,21	28,72	13,05±0,58	20,37
Микробиологические препараты						
F ₁ Mewa	34,12±1,23	47,45	21,57±0,23	30,00	16,21±0,32	22,55
F ₁ Valigora	41,27±1,94	50,12	22,37±0,67	27,16	18,71±1,25	22,72
F ₁ Svyatogor	36,12±1,23	46,88	24,12±0,37	31,30	16,81±0,63	21,82
F ₁ Lohengrin	32,98±0,43	48,90	20,12±0,47	29,83	14,34±0,51	21,26
HCP ₀₅ A	1,16		2,17		1,35	
HCP ₀₅ B	1,50		1,12		1,16	
HCP ₀₅ AB	2,06		1,32		2,01	

Таблица 4. Влияние комплекса микробиологических препаратов на структуру урожая растений огурца, среднее 2021-2022 годы
Table 4. Effect of a complex of microbiological preparations on the structure of cucumber crop, average 2021-2022

Гибрид	Средний диаметр плода, мм	Общее количество плодов на растении, шт	Количество собранных плодов за весь период выращивания, шт	Средний вес плода, г	Продуктивность растений огурца, кг/растение
Контроль					
F ₁ Mewa	42,58	10,12	107,75	347,62	3,51
F ₁ Valigora	34,15	12,46	112,08	100,51	1,39
F ₁ Svyatogor	42,92	11,79	110,68	234,86	2,77
F ₁ Lohengrin	40,69	9,37	109,27	331,36	3,10
Микробиологические препараты					
F ₁ Mewa	43,01	10,32	110,50	368,65	3,80
F ₁ Valigora	34,94	13,96	119,75	108,23	1,67
F ₁ Svyatogor	43,14	12,29	114,11	248,27	3,05
F ₁ Lohengrin	41,42	9,91	112,36	350,38	3,41
HCP ₀₅ A	1,81	1,13	0,22	16,27	0,14
HCP ₀₅ B	1,25	0,23	2,36	9,54	0,24
HCP ₀₅ AB	0,16	1,11	0,96	18,47	1,23

В проведенных исследованиях увеличилась не только средняя масса плодов, но и их средний диаметр. У гибрида огурца Mewa F₁ средний диаметр увеличился на 0,43 мм, у Lohengrin F₁ на 0,73 мм, у Svyatogor F₁ на 0,22 мм, и у Valigora F₁ – 0,79 мм (Табл. 4).

Увеличение количественных показателей, таких как средний диаметр, средняя масса плода, общее

количество плодов на растение приводит к существенному увеличению итоговой урожайности у изучаемых гибридов. В результате проведенных исследований выявлен самый урожайный гибрид Mewa F₁, его итоговая урожайность составила 74,8 кг/м² в варианте с микробиологическими препаратами. Самым отзывчивым на внесение микробиологиче-

Таблица 5. Влияние комплекса микробиологических удобрений на урожайность гибридов огурца (среднее за 2021-2022 годы)
Table 5. Effect of the complex of microbiological fertilizers on the yield of cucumber hybrids (average 2021-2022)

Гибрид	Итоговая урожайность, кг/м²		+ к контролю		Выход стандартной продукции, %
	общая	стандарт	кг/м²	%	
Контроль					
F₁ Mewa	70,2	66,1	-	-	94,2
F₁ Valigora	31,0	25,4	-	-	81,9
F₁ Svyatogor	47,9	43,3	-	-	90,5
F₁ Lohengrin	67,7	61,7	-	-	91,1
Микробиологические препараты					
F₁ Mewa	74,8	72,5	4,6	6,6	96,9
F₁ Valigora	35,1	31,0	4,1	13,2	88,3
F₁ Svyatogor	52,5	49,5	4,6	9,6	94,3
F₁ Lohengrin	73,2	70,3	5,5	8,1	96,0
НСП ₀₅ A	14,5	-	-	-	-
НСП ₀₅ B	11,2	-	-	-	-
НСП ₀₅ AB	9,9	-	-	-	-

Таблица 6. Влияние микробиологических препаратов на биохимический состав плодов огурца
Table 6. Effect of microbiological preparations on the biochemical composition of cucumber fruits, average 2021-2022

Гибрид	Нитраты, мг/кг сырого веса плода	Сахара, %
Контроль		
F ₁ Mewa	211,02	2,63
F ₁ Valigora	273,70	2,64
F ₁ Svyatogor	231,30	2,61
F ₁ Lohengrin	251,13	2,59
Микробиологические препараты		
F ₁ Mewa	171,95	2,64
F ₁ Valigora	243,13	2,67
F ₁ Svyatogor	201,10	2,62
F ₁ Lohengrin	214,67	2,60
HCP ₀₅ A	15,42	0,02
HCP ₀₅ B	30,16	0,02
HCP ₀₅ AB	20,13	0,02

ских препаратов оказался гибрид Lohengrin F₁, у данного гибрида зафиксирована максимальная прибавка урожайности в сравнении с контрольным вариантом 5,5 кг/м². У остальных гибридов урожайность достоверно увеличивалась от 4,1 до 4,6 кг/м² в зависимости от гибрида.

Микробиологические препараты оказали положительное воздействие не только на урожай гибридов огурца, но и на товарность плодов, которая выражается деформации плодов, изменении окраски. Несмотря на то, что гибрид огурца Valigora F₁ характеризовался самым низким выходом стандартной продукции (81% в контроле), в сравнении с вариантами опыта других гибридов, он же оказался самым отзывчивым на внесение микробиологических препаратов, значение стандарта у данного гибрида увеличилось на максимальный процент - 6,4%. У остальных гибридов доля стандарта в сравнении с их контрольными вариантами увеличивается на 2,7% у гибрида огурца Mewa F₁, 3,8% у Svyatogor F₁ и 4,9% у гибрида Lohengrin F₁ (табл. 5).

Определяя пригодность овощеводческой продукции для питания людей важно оценить ее по содержанию нитратов [17, 18]. Самым высоким содержанием нитратов от сырого веса плодов во всех вариантах опытов характеризовались гибриды Lohengrin F₁ и Valigora F₁, меньше в сравнении с ними нитратов содержалось в плодах гибридов Mewa F₁ и Svyatogor F₁. При использовании микробиологических препаратов нитратная нагрузка у всех гибридов снижается. Все гибриды почти одинаково реагируют на внесение комплекса микробиологических препаратов, содержание нитратов снижается в зависимости от варианта опыта от 30,20 мг/кг до 39,07 мг/кг в сравнении с контролем. Механизм, с помощью которого, микро-

биологические препараты снижают содержание нитратов в плодах еще до конца не изучен, одной из причин снижения нитратов в субстрате может быть поглощение и преобразование нитрата бактериями рода *Bacillus* или *Pseudomonas* в растительную биомассу посредством солибилизации фосфатов, синтеза ИУК кислоты и других механизмов [3, 19]. Вне зависимости от используемого комплекса микробиологических препаратов уровень ПДК в исследованиях не превышал предельно допустимые значения, не более 400 мг/кг для огурцов защищенного грунта [9].

Средние значения содержания сахара в плодах огурца у всех гибридов выше при использовании микробиологических препаратов, но при математической обработке результатов, существенного влияния комплекса на увеличение процента сахара в плодах не выявлено (табл. 6).

Заключение

Семикратная обработка растений огурца комплексом микробиологических препаратов позволила существенно увеличить количество сырой и сухой биомассы в органах всех изучаемых гибридов.

Кроме этого, отмечен положительный эффект микроорганизмов на выход товарной продукции и итоговой урожайности. У всех гибридов общая урожайность увеличилась от 4,1 до 5,5 кг/м² в сравнении контрольными вариантами. Доля стандарта в общей структуре урожая заметней всего выросла у короткоплодного гибрида огурца Valigora F₁, разница с контролем составила 6,4%.

Установлено, что комплекс микробиологических препаратов способен снижать содержание нитратов в плодах огурца на 30,20-39,07 мг/кг в зависимости от гибрида.

• Литература

1. Пивоваров Ю.П., Королик В.В., Подунова Л.Г. Гигиена и экология человека : учебник для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по группе специальностей "Здравоохранение". Москва : Академия, 2012. (Среднее профессиональное образование. Здравоохранение). ISBN 978-5-7695-8108-3. <https://elibrary.ru/qmbmiz>
2. Hassan S.M., Ashour M., Sakai N., Zhang L., Hassanien H. A., Gaber A., Ammar G. Impact of seaweed liquid extract biostimulant on growth, yield, and chemical composition of cucumber (*Cucumis sativus*). *Agriculture*. 2021;11(4):320. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040320>
<https://elibrary.ru/etqqkz>
3. Бочарова М.А., Терехова В.И., Аниськина Т.С. Влияние микробиологических препаратов на процессы роста и развития, урожайность и качество урожая огурца в условиях зимних промышленных теплиц. *Вестник КрасГАУ*. 2024;2(203):100-110. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-2-100-110>
<https://elibrary.ru/fuetuc>
4. Коломиец Э.И., Купцов В.Н., Сверчкова Н.В., Евсегнеева Н.В., Мандрик-Литвинкович М.Н., Мишин Л.Т., Рапопорт А.И., Хрусталева Г. М. Бактерии *Pseudomonas aurantiaca* БИМ В-446 - основа биопрепарата «Экогрин» для защиты овощных и зеленных культур от болезней в условиях малообъемной гидропоники. *Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. Минск: Беларус. навука*, 2012. Т.4. С. 98-107.
5. Селиванова М.В., Проскурников Ю.П., Лобанкова О.Ю., Есаулко А.Н. Регулирование питания огурца в условиях защищенного грунта. *Вестник АПК Ставрополья*. 2011;4(4):14-17. <https://elibrary.ru/owpuwv>
6. Jiang F., Chen L., Belimov A.A., Shaposhnikov A.I., Gong F., Meng X., Hartung W., Jeschke D.W., Davies W.J., Dodd I.C. Multiple impacts of the plant growth-promoting rhizobacterium *Variovorax paradoxus* 5C-2 on nutrient and ABA relations of *Pisum sativum*. *Journal of Experimental Botany*. 2012;63(18):6421-6430. <https://doi.org/10.1093/jxb/ers301>
<https://elibrary.ru/rglert>
7. Mežaka I., Kronberga A., Berga M., Kaļāne L., Pastare L., Skudriņš G., Nakurte I. Biochemical and Physiological Responses of *Cucumis sativus* L. to Application of Potential Bioinsecticides —Aqueous *Carum carvi* L. Seed Distillation By-Product Based Extracts. *Agriculture*. 2023;13(5):1019. <https://doi.org/10.3390/agriculture13051019>
<https://elibrary.ru/etqqkz>
8. Singh Ch., Kumari G., Lalita [et al.] Remediation of Saline Soils Using Halo-Tolerant Plant Growth Promoting *Rhizobacteria*. *International Journal of Environment and Climate Change*. 2024;14(6):24-35. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i64208>
<https://elibrary.ru/zepoma>
9. Бочарова М.А., Терехова В.И., Аниськина Т.С. Оценка влияния комплекса биопрепаратов на рост, развитие и урожайность огурца в условиях светокультуры. *Овощи России*. 2023;(5):73-78. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-73-78>
<https://elibrary.ru/oplmgp>
10. Kuzyakov Y., Razavi B.S. Rhizosphere size and shape: Temporal dynamics and spatial stationarity. *Soil Biology and Biochemistry*. 2019;(135):343-360. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.05.011>
<https://elibrary.ru/vsloet>
11. Войтка Д.В., Янковская Е.Н., Федорович М.В. [и др.] Стимулирующий эффект микробиологического активатора корнеобразования при выращивании овощных культур. *Защита растений*. 2021;(45):236-244. <https://doi.org/10.47612/0135-3705-2021-45-236-244>
<https://elibrary.ru/scconw>
12. Парамонова Н.Ю., Ситников А.В., Шарова Л.Г. [и др.] Актуальные вопросы обеспечения экологической безопасности при гидропонном выращивании плодов томатов. Вавиловские чтения - 2021 : Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 134-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова, Саратов, 24–25 ноября 2021 года. Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2022. С. 170-173. <https://elibrary.ru/wvdpgl>
13. Литвинов С.С. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. М: Изд-во НУ Всерос. Науч.-исслед. Ин-т овощеводства. 2011.
14. Nikonchuk N., Samoilenko M. The Influence of Biopreparations on the Growth and Development of Tomatoes under Biological Cultivation. *Ecological Engineering and Environmental Technology*. 2024;25(8):37-46. <https://doi.org/10.12912/27197050/189236>
<https://elibrary.ru/mkxrwa>
15. Rubin R.L., Hungate B.A., Van Groenigen K.J. Plant growth promoting Rhizobacteria are more effective under drought: a meta-analysis. *Plant and Soil*. 2017;416(1-2):309-323. <https://doi.org/10.1007/s11104-017-3199-8>
<https://elibrary.ru/ygghel>
16. Khatoon Z., Huang S., Rafique M. [et al.]Unlocking the potential of plant growth-promoting rhizobacteria on soil health and the sustainability of agricultural systems. *Journal of Environmental Management*. 2020;(273):111118. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111118>
<https://elibrary.ru/tpgrxy>
17. Kotsiras A., Olympios C.M., Drosopoulos J., Passam H.C. Effects of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. *Scientia Horticulturae*. 2002;95(3):175-183. <https://elibrary.ru/bbcvcr>
18. Воробьев М.В., Дыйканова М.Е., Бочарова М.А. Способы борьбы и мониторинга табачного трипса на огурце F₁ Мева в условиях тепличного комбината ООО «Луховицкие овощи». Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты : материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 08 февраля 2023 года. Том Часть 1. Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2023. С. 264-267. <https://elibrary.ru/erxuxe>
19. Limanska N., Ivanytsia T., Basiul O. [et al.] Effect of *Lactobacillus plantarum* on germination and growth of tomato seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2013;35(5):1587-1595. <https://doi.org/10.1007/s11738-012-1200-y>
<https://elibrary.ru/xncryf>

• References

1. Pivovarov Yu.P., Korolik V.V., Podunova L.G. Hygiene and human ecology: a textbook for students of educational institutions of secondary vocational education studying in the group of specialties "Healthcare". Moscow : Academy, 2012. – (Secondary vocational education. Healthcare). ISBN 978-5-7695-8108-3. (in Russ.) <https://elibrary.ru/qmbmiz>

2. Hassan S.M., Ashour M., Sakai N., Zhang L., Hassanien H. A., Gaber A., Ammar G. Impact of seaweed liquid extract biostimulant on growth, yield, and chemical composition of cucumber (*Cucumis sativus*). *Agriculture*. 2021;11(4):320. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040320>
<https://elibrary.ru/etqqkz>
3. Bocharova M., Terekhova V., Aniskina T. Microbiological preparations influence on growth and development processes, yield and quality of cucumber harvest in winter industrial greenhouses. *Bulletin of KSAU*. 2024;2(203):100-110. (in Russ.)
<https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-2-100-110>
<https://elibrary.ru/fuetuc>
4. Kolomiets E.I. [et al.] *Pseudomonas aurantiaca* bacteria BIM B-446 - the basis of the biopreparation "Ecogrin" for the protection of vegetable and green crops from diseases in conditions of low-volume hydroponics. Microbial biotechnologies: fundamental and applied aspects: c6. scientific tr. - Minsk: Belarus. Navuka, 2012. Vol. 4. P. 98-107. (in Russ.)
5. Selivanova M.V., Proskurnikov Yu.P., Lobankova O.Yu., Yesaulko A.N. Regulation of cucumber nutrition in conditions of protected soil. *Agricultural bulletin of Stavropol Region*. 2011;4(4):14-17. (in Russ.)
<https://elibrary.ru/owpuwv>
6. Jiang F., Chen L., Belimov A.A., Shaposhnikov A.I., Gong F., Meng X., Hartung W., Jeschke D.W., Davies W.J., Dodd I.C. Multiple impacts of the plant growth-promoting rhizobacterium *Variovorax paradoxus* 5C-2 on nutrient and ABA relations of *Pisum sativum*. *Journal of Experimental Botany*. 2012;63(18):6421-6430.
<https://doi.org/10.1093/jxb/ers301>
<https://elibrary.ru/rglert>
7. Mežaka I., Kronberga A., Berga M., Kaļāne L., Pastare L., Skudriņš G., Nakurte I. Biochemical and Physiological Responses of *Cucumis sativus* L. to Application of Potential Bioinsecticides —Aqueous *Carum carvi* L. Seed Distillation By-Product Based Extracts. *Agriculture*. 2023;13(5):1019. <https://doi.org/10.3390/agriculture13051019>
<https://elibrary.ru/etqqkz>
8. Singh Ch., Kumari G., Lalita [et al.] Remediation of Saline Soils Using Halo-Tolerant Plant Growth Promoting *Rhizobacteria*. *International Journal of Environment and Climate Change*. 2024;14(6):24-35.
<https://doi.org/10.9734/ijec/2024/v14i64208>
<https://elibrary.ru/zepoma>
9. Bocharova M.A., Terekhova V.I., Aniskina T.S. Assessment of the effect of a complex of biological products on the growth, development and yield of cucumber in light culture. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):73-78. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-73-78>
<https://elibrary.ru/oplmgp>
10. Kuzyakov Y., Razavi B.S. Rhizosphere size and shape: Temporal dynamics and spatial stationarity. *Soil Biology and Biochemistry*. 2019;(135):343-360. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.05.011> <https://elibrary.ru/vsloet>
11. Voitka D.V., Yankovskaya E.N., Fedorovich M.V. [et al.] Stimulating effect of microbiological activator of root formation in the cultivation of vegetable crops. *Plant protection*. 2021;(45):236-244.
<https://doi.org/10.47612/0135-3705-2021-45-236-244>
<https://elibrary.ru/scconw>
12. Paramonova N.Y., Sitnikov A.V., Sharova L.G. [et al.] Topical issues of ensuring environmental safety in hydroponic cultivation of tomato fruits. Vavilov readings - 2021 : Collection of articles of the International scientific and practical conference dedicated to the 134th anniversary of the birth of Academician N.I. Vavilov, Saratov, November 24-25, 2021. Saratov: Amirit Limited Liability Company, 2022. P. 170-173. (in Russ.) <https://elibrary.ru/wvdpgl>
13. Litvinov S. S. The methodology of experimental business in vegetable growing and melon growing. Moscow: Publishing House NU Vseros. Scientific research. 2011. (in Russ.)
14. Nikonchuk N., Samoilenko M. The Influence of Biopreparations on the Growth and Development of Tomatoes under Biological Cultivation. *Ecological Engineering and Environmental Technology*. 2024;25(8):37-46.
<https://doi.org/10.12912/27197050/189236>
<https://elibrary.ru/mkxrwa>
15. Rubin R.L., Hungate B.A., Van Groenigen K.J. Plant growth promoting *Rhizobacteria* are more effective under drought: a meta-analysis. *Plant and Soil*. 2017;416(1-2):309-323.
<https://doi.org/10.1007/s11104-017-3199-8>
<https://elibrary.ru/ygghel>
16. Khatoon Z., Huang S., Rafique M. [et al.] Unlocking the potential of plant growth-promoting rhizobacteria on soil health and the sustainability of agricultural systems. *Journal of Environmental Management*. 2020;(273):111118.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111118>
<https://elibrary.ru/tpgrxy>
17. Kotsiras A., Olympios C.M., Drosopoulos J., Passam H.C. Effects of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. *Scientia Horticulturae*. 2002;95(3):175-183. <https://elibrary.ru/bbcvcr>
18. Vorobyov M.V., Dyikanova M.E., Bocharova M.A. Methods of control and monitoring of tobacco thrips on cucumber F₁ Meva in the conditions of the greenhouse complex LLC "Lukhovitsky vegetables". Actual problems of agricultural science: applied and research aspects : materials of the III All-Russian (national) Scientific and Practical Conference, Nalchik, February 08, 2023. Volume Part 1. Nalchik: Kabardino-Balkarian State Agrarian University, 2023. P. 264-267. (in Russ.) <https://elibrary.ru/erxuxe>
19. Limanska N., Ivanytsia T., Basiul O. [et al.] Effect of *Lactobacillus plantarum* on germination and growth of tomato seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2013;35(5):1587-1595. <https://doi.org/10.1007/s11738-012-1200-y>
<https://elibrary.ru/xncryf>

Об авторах:

Мария Алексеевна Боcharова – ассистент кафедры овощеводства, SPIN-код: 7600-4810, <https://orcid.org/0000-0002-6422-2767>, автор для переписки, bocharova@rgau-msha.ru

Вера Ивановна Терехова – кандидат с-х. наук, доцент кафедры овощеводства, SPIN-код: 2985-1970, <https://orcid.org/0000-0001-8867-6539>, v_terekhova@rgau-msha.ru

About the Authors:

Maria A. Bocharova – Assistant of the Department of Vegetable Growing, SPIN-code: 7600-4810, <https://orcid.org/0000-0002-6422-2767>, Corresponding Author, bocharova@rgau-msha.ru

Vera I. Terekhova – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Vegetable Growing, SPIN-code: 2985-1970, <https://orcid.org/0000-0001-8867-6539>, v_terekhova@rgau-msha.ru