Научная статья/Research Article
УДК 63.635.04
DOI: 10.36718/1819-4036-2024-2-100-110

Мария Алексеевна Бочарова[1✉], **Вера Ивановна Терехова**[2], **Татьяна Сергеевна Аниськина**[3]
[1,2]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия
[3]Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, Москва, Россия
[1,2,3]bocharova@rgau-msha.ru

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ПРОЦЕССЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ ЗИМНИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛИЦ

Цель исследования – определение влияния комплекса микробиологических препаратов отечественного производства на процессы роста на 39-е, 67-е и 95-е сутки выращивания, а также оценка влияния комплекса на производство биомассы растениями, урожайность и химический состав плодов культуры огурца (Cucumis sativus L.). Исследование проводили в условиях зимних промышленных теплиц в течение 2021–2022 гг. В качестве объектов исследования были выбраны партенокарпические гибриды огурца Mewa F1 и Valigora F1. Препарат вносили путем добавления в баковую смесь с тридцатидневным интервалом на протяжении всего периода выращивания. Биометрические замеры фиксировали еженедельно. В результате исследований выявлено положительное стимулирующее влияние комплекса микробиологических препаратов на процессы роста и развития, использование комплекса биопрепаратов позволило сократить срок вступления гибридов в фазу плодоношения в среднем на 2–3 дня, усилило накопление биомассы гибридами и способствовало увеличению урожайности и качества полученного урожая. Сравнительный анализ ростовых процессов и урожайности гибридов огурца Mewa F1 и Valigora F1 при применении корневых подкормок комплексом биопрепаратов показал большую эффективность от их применения. При применении биопрепаратов было отмечено положительное воздействие на рост и развитие растений огурца, а также на увеличение листовой пластинки и площади листовой поверхности (ИПЛ). Даты наступления единичного и массового цветения растений и единичного плодоношения наступали раньше при применении комплекса биопрепаратов на 1–5 суток. При оценке влияния комплекса биопрепаратов на развитие фотосинтетического аппарата установлено положительное влияние биопрепаратов на площадь и индекс листовой поверхности на 39-е, 67-е и 95-е сутки выращивания. Кроме того, выявлено достоверное влияние комплекса на увеличение урожайности с м^2 за оборот. В проведенных исследованиях увеличение урожайности происходило за счет увеличения массы и диаметра плодов. На общую высоту растений и недельный прирост комплекс препаратов практически не повлиял. Сравнительный анализ ростовых процессов и урожайности гибридов огурца Mewa F1 и Valigora F1 при применении корневых подкормок комплексом биопрепаратов показал большую эффективность от их применения.

Ключевые слова: *микробиологические препараты, культура огурца, микроорганизмы*

Для цитирования*: 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. С. 100–110. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-2-100-110.

© Бочарова М.А., Терехова В.И., Аниськина Т.С., 2024
Вестник КрасГАУ. 2024. № 2. С. 100–110.
Bulliten KrasSAU. 2024;(2):100–110.

Maria Alekseevna Bocharova[1✉], **Vera Ivanovna Terekhova**[2], **Tatyana Sergeevna Aniskina**[3]
[1,2]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia
[3]N.V. Tsitsin Main Botanical Garden ,The Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
[1,2,3]bocharova@rgau-msha.ru

MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS INFLUENCE ON GROWTH AND DEVELOPMENT PROCESSES, YIELD AND QUALITY OF CUCUMBER HARVEST IN WINTER INDUSTRIAL GREENHOUSES

The purpose of the study is to determine the influence of a complex of domestically produced microbiological preparations on growth processes on the 39th, 67th and 95th days of cultivation, as well as to assess the influence of the complex on the production of biomass by plants, the yield and the chemical composition of cucumber fruits (Cucumis sativus L.). The study was carried out in winter industrial conditions during 2021–2022. Parthenocarpic cucumber hybrids Mewa F1 and Valigora F1 were chosen as objects of study. The preparation was added by adding it to the tank mixture at thirty-day intervals throughout the entire growing period. Biometric measurements were recorded weekly. As a result of research, a positive stimulating effect of a complex of microbiological preparations on the processes of growth and development was revealed; the use of a complex of biological preparations made it possible to reduce the time for hybrids to enter the fruiting phase by an average of 2–3 days, enhanced the accumulation of biomass by hybrids and contributed to an increase in the yield and quality of the resulting crop. A comparative analysis of growth processes and yields of cucumber hybrids Mewa F1 and Valigora F1 when using root fertilizing with a complex of biological products showed greater efficiency from their use. When using biological products, a positive effect was noted on the growth and development of cucumber plants, as well as on an increase in leaf blade and leaf surface area (LSA). The dates of the onset of single and mass flowering of plants and single fruiting occurred earlier when using a complex of biological products by 1–5 days. When assessing the influence of a complex of biological products on the development of the photosynthetic apparatus, a positive effect of biological products on the area and leaf surface index on the 39th, 67th and 95th days of cultivation was established. In addition, a significant effect of the complex on increasing productivity per m2 per revolution was revealed. In the studies conducted, the increase in yield occurred due to an increase in the mass and diameter of the fruit. The complex of preparations had virtually no effect on the overall height of plants and weekly growth. A comparative analysis of growth processes and yields of cucumber hybrids Mewa F1 and Valigora F1 when using root fertilizing with a complex of biological products showed greater efficiency from their use.

***Keywords**: microbiological preparations, cucumber culture, microorganisms*

***For citation:** Bocharova M.A., Terekhova V.I., Aniskina T.S.* Microbiological preparations influence on growth and development processes, yield and quality of cucumber harvest in winter industrial greenhouses // Bulliten KrasSAU. 2024;(2): 100–110. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-2-100-110.

Введение. Огурец (*Cucumis sativus* L.) – растение семейства тыквенных, которое широко культивируется во всем мире как в теплицах промышленного типа с применением светокультуры, что позволяет получать плоды в течение всего года, так и в открытом грунте. В настоящее время огурец возделывают почти во всех странах мира [1]. Такую популярность растение приобрело не только за счет освежающего вкуса плодов, но и за ценные питательные и нутрицевтические свойства, оказывающие положительное влияние на здоровье человека. В плодах огурца высокое содержание воды (96–97 %), они являются источником клетчатки, углеводов, белков, магния, железа, витаминов В и С, флавоноидов, фенольных соединений и антиоксидантов [1–3]. Плоды культуры огурца показаны в качестве профилактики людям, имеющим предрасположенность к таким заболеваниям, как избыточный вес, сахарный диабет, мочекаменные заболевания, проблемы с щитовидной железой, подагра [1, 2].

Огурец – самая распространенная и высокорентабельная культура среди овощей защищенного грунта отечественного производства [4–6]. Выращивание растений с применением электродосвечивания дает возможность употреблять плоды огурца в свежем виде круглый год [2, 7]. Для внесезонного получения свежей продукции огурца его выращивают в зимне-весеннем обороте. Площадь под культурой

огурца в зимне-весеннем обороте в России достигает 85 % и более [8].

Производство данной культуры увеличивается во многом за счет роста урожайности [9]. Крайне важно при тепличном производстве создавать все необходимые условия для полной реализации генетического потенциала выращиваемых гибридов огурца [1]. Заложенные в растении его сортовые характеристики, параметры микроклимата внутри теплицы, технологические приемы выращивания – это те факторы, которые напрямую влияют на величину и качество урожая плодов огурца, а также на получение экологически безопасной продукции [10]. Интенсификация производства овощной тепличной продукции, которая строится на применении минеральных ресурсов, химических средств защиты растений, дает возможность почти трехкратно повысить урожайность данной культуры [1], однако данные методы ведения сельского хозяйства, как правило, являются довольно дорогостоящими и могут создать серьезные проблемы для окружающей среды [11, 12]. В связи с этим в последнее время возродился интерес к экологически безопасному, устойчивому и органическому методу ведения сельского хозяйства [12]. Одним из способов повышения экологизации тепличной продукции является использование полезных микроорганизмов в составе биопрепаратов [2, 13]. Известно, что использование биоудобрений, содержащих полезные микроорганизмы, вместо неорганических химикатов положительно влияет на рост растений с точки зрения обеспечения их питательными веществами и может способствовать поддержанию здоровья окружающей среды и продуктивности субстрата [12]. Микроорганизмы, составляющие основу микробиологических препаратов, заселяя ризосферу корней, могут оказывать положительное влияние на рост растений с помощью прямых механизмов действия, например растворения минералов, выработки сидерафоров, которые растворяют и связывают железо, солюбилизации фосфора, биологической фиксации азота, продуцирования фитогармонов (ауксинов, цитокининов, гиббереллинов), производства регуляторов роста, выработки ферментов т.д., или с помощью косвенных механизмов, таких как стимуляция развития микоризы, биосинтез антимикробных соединений, выработка антибиотиков, конкурентное исключение патогенов или удаление фитотоксичных веществ, возникновение индуцированной системной резистентности, хелатирование доступного железа в ризосфере, синтез внеклеточных ферментов для гидролиза клеточной стенки и т.д. [2, 11, 13, 14].

Цель исследования – определение влияния комплекса микробиологических препаратов на рост, урожайность и качество продукции огурца.

Материалы и методы. 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. Использовали партенокарпические гибриды огурца Valigora F1 и Mewa F1 (оригинатор Rijk Zwaan, Голландия).

Опыт двухфакторный: фактор А – «генотип гибрида» огурца (Mewa F1, Valigora F1); фактор В – «комплекс микробиологических препаратов» (вариант I – контроль без обработки биопрепаратами, вариант II – обработка комплексом биопрепаратов БИОМ).

В комплекс входили следующие препараты:

- на основе клеток грибов *Trichoderma* («Трихохит», СП; «Тетрис», СП);
- на основе клеток бактерий *Lactobacillus plantarum*, клеток грибов *Trichoderma viride* («Бинал экстра», Ж);
- на основе клеток бактерий *Bacillus subtilis* («Пралин экстра», Ж);
- на основе клеток бактерий *Pseudomonas fluorescens* («Витариз экстра», Ж).

Микробиологические препараты вносили под вегетирующие растения через систему капельного полива с дозирующими инжекторами.

Препарат 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 момент первой запитки матов перед высадкой. Последующие внесения комплекса проводили с тридцатидневными интервалами на протяжении всего периода выращивания растений.

Опыт проводили каждый год на 48 модельных растениях, каждый вариант был представлен трехкратной повторностью по 4 растения. При проведении фенологических наблюдений опирались отмечали фазы начала и массового цветения и плодоношения. При проявлении данных фаз у 10 % растений фиксировали начало каждой фазы и полное вступление в эту же фазу при ее проявлении на 75 % растений.

С целью выявления влияния микробиологических препаратов на интенсивность роста проводили еженедельные линейные замеры высоты растения, диаметра стебля и площади листьев.

Для измерения сырой биомассы растений (г) отбирали по три растения еженедельно, разбирали их на лист, плоды и стебель, все элементы взвешивали при помощи аналитических весов марки AND GR-200. Содержание сухих веществ, сухую биомассу определяли в сушильном шкафу. Для этого растения высушивали до постоянного веса при температуре 65 °С.

Учет урожая проводили каждый второй день в момент сбора плодов. При этом плоды взвешивали, определяли их количество, сортировали продукцию на стандартную и нестандартную. К нестандартной продукции относили все деформированные, уродливые плоды, с признаками заболеваний, нестандартной окраски.

Была проведена биохимическая оценка плодов [15]:

- сырую биомассу растений определяли путем взвешивания на электронных аналитических весах марки AND GR-200;
- процент и количество сухой биомассы, сухого вещества определяли в сушильном шкафу, высушивая образцы при температуре 65 °С до постоянного веса;
- содержание нитратов в огурцах (х, мг/кг) определяли по методам (ГОСТ 29270-95, 2010);
- минеральные вещества в плодах определяли при помощи системы капиллярного электрофореза «Капель-205».

Анализ данных проведен в MS Excel и в SPSS Statistics 25. Доверительные интервалы для средних арифметических рассчитаны с учетом стандартного отклонения (SD, p = 0.05). Нормальность распределения проверяли методом Колмагорова–Смирнова. Достоверность различий для признаков с нормальным распределением устанавливали методом ANOVA с апостериорным критерием Шеффе, а для непараметрических признаков использовали дисперсионный анализ по Краскела–Уоллиса.

Результаты и их обсуждение. В условиях защищенного грунта на скорость развития растения могут повлиять различные факторы, такие как, например, микроклиматические параметры, морфобиологические особенности подобранных для выращивания гибридов, или применяемые подкормки, или удобрения, в частности микробиологические [14].

По результатам фенологических наблюдений установлено, что корневое внесение комплекса микробиологических препаратов и у гибрида Mewa F1, и у гибрида Valigora F1 достоверно ускоряет фазы начала цветения и массового цветения в среднем на 1–3 дня в сравнении с контрольным вариантом. Также отмечено положительное влияние комплекса микробиологических препаратов на фазу начала плодообразования и массового плодоношения у гибрида огурца Mewa F1, данные фазы наступали у гибрида в среднем на 1–2 дня раньше, чем у контроля. У гибрида Valigora F1 комплекс микробиологичсеких препаратов оказал достоверное влияние только на фазу начала плодообразования, влияния комплекса на массовое плодоношения отмечено не было (рис. 1).

В целом можно отметить, что почти все фенологические фазы у гибридов наступали раньше в сравнении с контрольным вариантом, что в свою очередь дает возможность поступления выращенной продукции в более ранний срок.

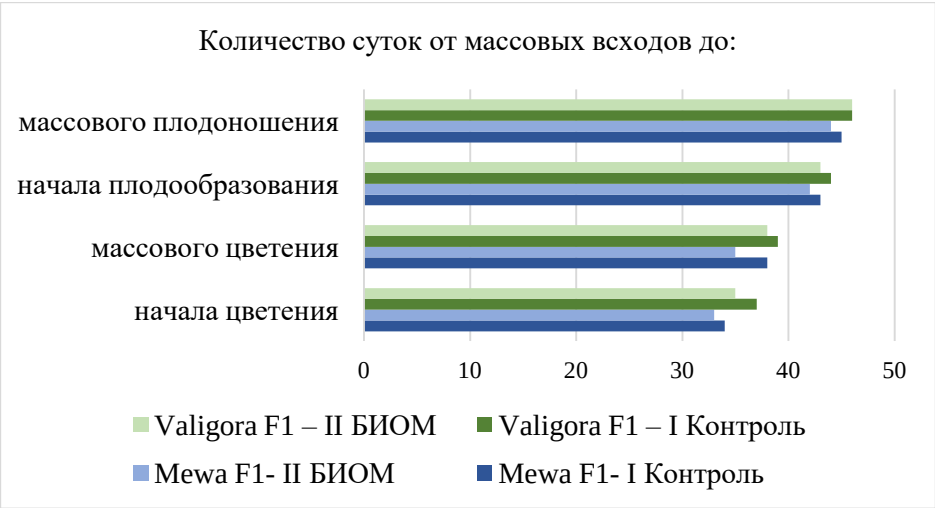

Рис. 1. Результаты фенологических наблюдений за гибридами огурца в зависимости от применения комплекса микробиологических препаратов, среднее за 2021–2022 гг.

Процессы роста, динамика развития растения или его отдельных частей могут оказывать определяющее влияние на изменения интенсивности формирования урожая [16].

В момент массового плодоношения, на 39-е сутки выращивания комплекс препаратов оказал значимое положительное влияние у гибридов огурца на площадь листа (у гибрида Mewa F1 в среднем показатель выше контроля на 224 см^2, у Valigora F1 данный показатель выше контроля на 105,61 см^2) и на диаметр стебля (у Mewa F1 в среднем показатель выше контроля на 0,43 см, у Valigora F1 – на 0,16 см). На высоту растений комплекса биопрепаратов значимого воздействия не обнаружено, гибриды достоверно различаются по высоте между собой, что обусловлено их гибридными особенностями.

Через месяц после первого внесения комплекса биопрепаратов, на 67-е сутки после появления массовых всходов, повторно была проведена оценка влияния комплекса на биометрические параметры растений. В этот период сохраняется положительное влияние биопрепаратов на площадь листа (см^2) (табл. 1), средние показатели диаметра стебля выше контрольного варианта, но эта разница не существенна. В этот же период наблюдается достоверное влияние комплекса на высоту растений, у гибрида огурца Mewa F1 разница с контролем составила 13,60 см, у Valigora F1 – 14,84 см.

В мае, в период активной вегетации растений (95-е сутки выращивания), действия микроорганизмов в составе комплекса на площадь ассимиляционного аппарата не обнаружено, в этот же период наблюдается снижение линейных параметров листа, площадь листовой поверхности ниже в сравнении с показателями 39-х и 67-х суток выращивая. Это может быть связано с тем, что в период массового и активного формирования плодов происходит усиление транспирации и площадь испаряющей поверхности увеличивается, что подтверждается и в наших исследованиях. Достоверных различий по высоте растений у гибридов огурца в этот период не наблюдалось. У гибрида огурца Valigora F1 отрицательное воздействие комплекса выявлено на диаметр стебля (меньше в сравнении с контролем на 1,8 см), влияния комплекса на этот же показатель у растений огурца гибрида Mewa F1 не выявлено.

Таблица 1

Влияние комплекса микробиологических препаратов на динамику ростовых процессов огурца, среднее за 2021–2022 гг.

Вариант опыта	Возраст растения (число дней от всходов)								
	39			67			95		
	Высота растения, см	Диаметр стебля, см	Площадь листа, см^2	Высота растения, см	Диаметр стебля, см	Площадь листа, см^2	Высота растения, см	Диаметр стебля, см	Площадь листа, см^2
Mewa F1 – I контроль	169,18± 9,32^a	8,06± 0,21^a	933,63± 73,79^b	420,74± 8,61^a	7,59± 0,16^a	1192,02± 99,12^b	700,6± 17,8^a	7,18± 0,46^a	898,1± 82,9^a
Mewa F1 – II БИОМ	171,41± 5,62^a	8,49± 0,38^b	1158,46± 57,26^c	434,34± 8,07^b	7,95± 0,32^a	1179,71± 138,00^b	714,4± 18,1^a	6,41± 0,39^a	807,9± 78,8^a
Valigora F1 – I контроль	198,77± 7,82^b	8,38± 0,39^{a,b}	759,20± 40,52^a	518,05± 13,35^d	9,22± 0,58^b	953,59± 98,69^a	828,1± 19,3^b	9,78± 1,23^c	889,4± 100,6^a
Valigora F1 – II БИОМ	200,00± 3,23^b	8,54± 0,22^b	864,81± 55,00^b	503,21± 6,13^c	9,70± 0,67^b	1208,63± 100,81^b	825,3± 13,5^b	8,09± 0,45^b	803,9± 71,8^a

Здесь и далее: одинаковые буквы означают отсутствие значимых различий между вариантами по критерию Шеффе в ANOVA (p = 0,05).

При изучении влияния микробиологических препаратов на накопление сухого вещества плодами огурца установлено, что комплексное применение микробиологических препаратов у всех изучаемых гибридов повышало количество сухого вещества относительно контрольного варианта и в значительной степени зависело от испытуемого гибрида. Так, количество сухого вещества в опытных образцах составило от 16,6 до 42,6 г/раст.

Кроме того, отмечено, что использование комплекса биопрепаратов повлияло не только на увеличение биомассы в плодах, но и отмечено существенное увеличение биомассы в листьях и побегах растений (табл. 2). Причиной подобного ростостимулирующего воздействия могла оказаться азотофиксирующая способ-

ность бактериальных препаратов, это один из наиболее вероятных механизмов действия, влияющих на рост растений [1], а также еще более доступное содержание фосфора [17]. Фосфор – необходимый элемент многих метаболических и физиологических процессов, таких как дыхание, фотосинтез, передача энергии [18]. Фосфор становится труднодоступен корневой системе растений из-за его быстрого комплексообразования с катионами Ca, Fe. Однако применение фосфатсолюбилизирующих микроорганизмов *Bacillus/Enterobacter/Microbacterium/ Pseudomonas* обеспечивает растения фосфором [19]. Основными механизмами обеспечения являются: фосфатная солюбилизация – производство и высвобождение органических кислот, ионов и протонов; биохимическая фосфатная минерализация – высвобождение внеклеточных ферментов; биологическая фосфатная минерализация – высвобождение внеклеточных ферментов [20].

Таблица 2

Влияние комплекса микробиологических препаратов на производство биомассы гибридами огурца, среднее 2021–2022 гг., г/раст

Вариант опыта	Масса листьев	Масса сухого вещества листа	Масса побега	Масса сухого вещества побега	Масса плодов	Масса сухого вещества плодов
Mewa F1 – I Контроль	452,8±78,5	39,7±10,5	159,5±17,4	7,7±1,4	292,9±77,1	34,3±7,6
Mewa F1 – II БИОМ	479,5±65,2	47,8±12,2	204,2±12,6	8,7±1,3	347,8±56,1	42,6±2,1
Valigora F1 – I Контроль	386,4±73,3	53,4±5,0	110,7±19,7	12,7±1,3	599,5±116,6	16,6±4,3
Valigora F1 – II БИОМ	421,1±42,2	58,8±3,1	140,9±17,9	14,8±1,1	708,5±98,2	20,9±5,6

Любой фактор, увеличивающий интенсивность фотосинтеза, увеличивает и содержание в них твердых растворимых веществ. Работа биопрепаратов увеличивает поступление ассимилятов, что в свою очередь усиливает интенсивность роста плодов [21]. В проведенных исследованиях выявлено достоверное влияние совместного действия микроорганизмов на величину средней массы плодов и их диаметра (табл. 3), что и определяет динамику отдачи урожая гибридами огурца Mewa F1 и Valigora F1. Количество плодов на растении поддерживалось на уровне 9–10 шт., разницы между гибридами по этому показателю не выявлено.

Согласно химическому анализу содержания нитратов в плодах растений огурца, установлено, что ни генотип растений (фактор А), ни микробиологический препарат (фактор Б) не оказали влияния на накопление нитратов плодами огурца, различий между вариантами опыта выявлено не было. Вне зависимости от используемого комплекса микробиологических препаратов уровень ПДК в наших исследованиях не превышал предельно допустимые значения. Для тепличных огурцов значения ПДК не должны быть выше 400 мг/кг.

Таблица 3

Влияние комплекса микробиологических препаратов на качество урожая гибридов огурца, среднее за 2021–2022 гг.

Показатель	Вариант опыта			
	Mewa F1 – I контроль	Mewa F1 – II БИОМ	Valigora F1 – I контроль	Valigora F1 – II БИОМ
Средний вес плода, г	347,62±3,56^{c}	368,65±2,21^{d}	100,51±4,20^{a}	108,23±2,23^{b}
Количество плодов на растении, шт.	9,41±0,43^{c}	10,88±0,91^{bc}	10,98±0,51^{b}	9,28±0,81^{b}
Масса плодов на растении, г	3271,10±1,53^{a}	4010,91±2,01^{b}	1103,60±2,14^{c}	1004,37±1,81^{d}
Диаметр плода, см	42,58±0,42^{b}	44,01±0,31^{c}	34,15±0,68^{a}	35,94±0,90^{bc}
Нитраты, мг/кг	171,95±40,10^{a}	147,53±43,22^{a}	135,64±43,07^{a}	122,31±24,62^{a}

В овощеводстве важно оценить динамику отдачи урожая. На рисунке 2 приведена накопительная гистограмма урожайности гибридов огурца в зависимости от применяемых микробиологических препаратов по месяцам. Существенное увеличение урожая с использованием биопрепаратов отмечено у гибридов только первые три месяца выращивания. Скорее, это связано с тем, что с возрастом растения становятся чувствительнее к переменам в условиях культивирования, а увеличение периода выращивания постепенно приводит к концу оборота к уменьшению урожайности и формированию большего процента выхода нестандартной продукции [14]. В летние месяцы (июль, август) средняя урожайность с 1 м^2 у гибридов чуть выше контрольного варианта, но эта разница не существенна. Самая высокая урожайность к концу оборота зафиксирована у гибрида огурца Mewa F1 с применением комплекса препаратов – 66,8 кг/м^2, итоговая урожайность к концу оборота у этого же гибрида в контрольном варианте – 64,2 кг/м^2, у гибрида огурца Valigora F1 итоговая урожайность за период выращивания с применением микробиологических препаратов составила 35,1 и 30,9 кг/м^2 в контрольном варианте. Разница в итоговой урожайности между гибридами обусловлена исключительно гибридными особенностями изучаемых растений.

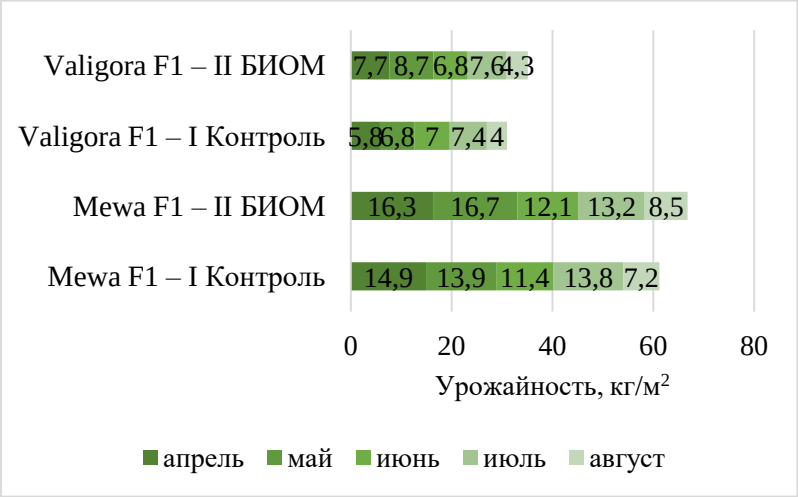

Рис. 2. Влияние комплекса микробиологических препаратов на динамику отдачи урожая гибридами огурца по месяцам, среднее за 2021–2022 гг.

Биопрепараты в опыте оказали положительное воздействие на рост и развитие растений, также положительное влияние препаратов выявлено при оценке товарности плодов. Для реализации продукции в крупные торговые сети крайне важно, чтобы она была стандартной и качественной. Самым отзывчивым на внесение микробиологических удобрений оказался гибрид огурца Valigora F1, у данного гибрида отмечено существенное уменьшение количества нестандартной продукции в сравнении с контрольным вариантом. В то же время у гибрида огурца Valigora F1 выход нестандартной продукции больше в сравнении со вторым гибридом, особенно сильно товарность плодов уменьшалась к концу оборота у гибрида и выражалась в изменении формы плодов (плоды приобретали грушевидную форму).

Влияния комплекса на выход стандартной продукции у второго гибрида огурца Mewa F1 выявлено не было (рис. 3).

Процессы роста и развития растений, урожайность ограничены транспортными процессами и активностью биохимических процессов, проходящих в органах растений, которые зависят от количества поступивших в них веществ – ассимилянтов [22]. Известно, что в молодой клетке растения в составе хлорофилла содержится 10–12 % магния, он действует как конкурент кальцию и калию и участвует в формировании структуры нуклеиновых кислот [23].

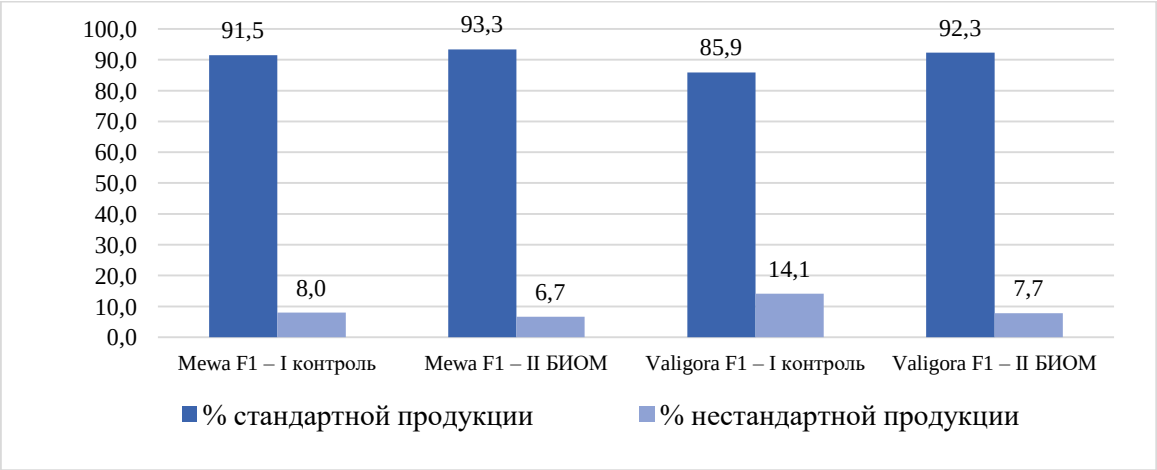

Рис. 3. Влияние комплекса микробиологических препаратов на процентный выход стандартной и нестандартной продукции в структуре общего урожая, среднее за 2021–2022 гг.

Полученные данные подтверждают, что в результате более интенсивного роста, увеличения линейных параметров фотосинтетического аппарата, растение накапливает больше биогенных элементов. В проведенных исследованиях внесение микробиологических удобрений существенно повлияло на увеличение содержания минеральных элементов K, Na, Mg, Ca в плодах (табл. 4).

Более высокому содержанию минеральных элементов могли способствовать содержащиеся в составе комплекса как бактериальные препараты, продуцирующие растительные гормоны, так и органоминеральные компоненты [24, 25].

Таблица 4

Влияние комплекса микробиологических препаратов на химический состав плодов огурца (среднее за 2021–2022 гг.), мг/г

Вариант опыта	K	Na	Mg	Ca
Mewa F1 – I контроль	176,87±82,31	13,12±2,39	30,54±7,50	125,30±38,45
Mewa F1 – II БИОМ	255,10±70,66	7,66±0,41	38,43±3,72	169,74±38,45
Valigora F1 – I контроль	139,04±8,99	12,40±3,05	29,35±3,33	116,59±9,42
Valigora F1 – II БИОМ	178,91±16,34	8,72+2,97	35,41±1,27	137,92±7,76

Заключение. Микробиологические препараты способствовали ускорению в среднем на 1–3 дня наступления таких фенологических фаз, как начала и массового цветения, начала и массового плодообразования у гибрида огурца Mewa F1, на этот же срок сократились фазы начала и массового цветения, а также фаза начала плодообразования у гибрида огурца Valigora F1. Выявлено достоверное влияние комплекса биопрепаратов на увеличение накопления гибридами сухой биомассы всеми частями растений. При оценке влияния комплекса на урожай и его качество установлено, что увеличение общего урожая у изучаемых гибридов происходит главным образом за счет средней массы товарного плода и его диаметра, выход стандартной продукции достоверно больше при использовании комплекса. При оценке отдачи урожая гибридами в динамике выявлено, что комплекс оказывал существенное влияние на урожай с квадратного метра только первые два месяца выращивания. Влияния комплекса биопрепаратов на накопление нитратов плодами огурца не выявлено.

Список источников

1. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Improve Growth and Fruit Quality of Cucumber under Greenhouse Conditions / *G. Zapata-Sifuentes* [et al.] // Plants. 2022. 11;1612. DOI: 10.3390/plants11121612.
2. Использование биопрепарата «ПРОБИОТИКС» при выращивании овощей и земляники садовой (в условиях гидропонной теплицы Белгородского государственного аграрного университета) / *Т.Н. Лушпина*

[и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. № 56. С. 76–81.
3. *Cortés R.M., Chiralt B.A., Puente D.L.* Functional foods: a history with a lot of present and future // Vitae. 2005. Т. 12, № 1. P. 5–14.
4. *Карпухин М.Ю., Юрина А.В.* Селекция партенокарпических гибридов огурца для весенних теплиц на Среднем Урале // Юбилейные чтения: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию проф. А.В. Юриной и Л.А. Котова. Екатеринбург, 2009. С. 54–61.
5. *Федоренко В.Ф., Колчина Л.М., Горячева И.С.* Мировые тенденции технологического развития производства овощей в защищенном грунте. 2-е изд. М.: Юрайт, 2023. 199 с.
6. *Бочарова М.А., Терехова В.И.* Влияние источников досвечивания на урожайность огурца в зимне-весеннем обороте промышленных теплиц // Овощеводство – от теории к практике: сб. ст. по мат-лам VI регион. науч.-практ. конф. молодых ученых (Краснодар, 13 декабря 2022 г.) / отв. за вып. *Р.А. Гиш*. Краснодар: Кубан. гос. аграр. ун-т им. И.Т. Трубилина, 2022. С. 5–8. EDN KXBOLU.
7. *Бочарова М.А., Терехова В.И.* Сравнительная оценка биометрических параметров и урожайности партенокарпических гибридов огурца в зимних промышленных теплицах // Мат-лы Всерос. с междунар. участ. науч. конф. молодых ученых и специалистов, посвящ. 155-летию со дня рождения Н.Н. Худякова: сб. ст. (Москва, 7–9 июня 2021 г.) / Рос. гос. аграр. ун-т, Москов. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. М., 2021. Т. 2. С. 328–331. EDN GNYPDR.
8. Гибрид огурца F1 Кураж: технология выращивания партенокарпического гибрида / *С.Ф. Гавриш* [и др.]. М.: НИИОЗГ, 2005.152 с.
9. Совершенствование технологии возделывания томата и конструкции весенних теплиц для получения экологически безопасной продукции / *Т.В. Чернова* [и др.] // Картофель и овощи. 2020. № 5. С. 11–16. DOI: 10.25630/PAV.2020.10.27.002. EDN NLYWWI.
10. Оценка эффективности биологических препаратов при выращивании картофеля / *О.Н. Терехина* [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2017. № 4 (30). С. 3.
11. *Петровский А.С., Каракотов С.Д.* Микробиологические препараты в растениеводстве. Альтернатива или партнерство // Защита и карантин растений. 2017. № 2. С. 14–18. EDN XWPXOH.
12. Effects of foliar application of plant growth promoting bacterium on chemical contents, yield and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) / *A. Dursun* [et al.] // Pak J Bot. 2010. Т. 42, № 5. P. 3349–3356.
13. *Vessey J.K.* Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers // Plant and soil. 2003. Т. 255. P. 571–586.
14. *Король В.Г.* Потенциальная урожайность пчелоопыляемого гибрида огурца F_1 Атлет и особенности сортовой технологии в зимне-весеннем обороте // Гавриш. 2006. № 1. С. 16–18. EDN KVLYPN.
15. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / *В.Ф. Белик* [и др.]; под ред. *В.Ф. Белика*. М.: Агропромиздат, 1992. 318 с.
16. *Андрианова Е.Ю., Тарчевский И.А.* Хлорофилл и продуктивность растений. М.: Наука, 2000. 135 с.
17. Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants Physiological Responses to Abiotic Stresses / *F. Khan* [et al.] // Plants. 2023. 12; 2861. DOI: 10.3390/plants12152861.
18. Plant growth promotion by phosphatesolubilizing fungi-current perspective / *M.S. Khan* [et al.] // Arch Agron Soil Sci. 2010. № 56. P. 73–98.
19. *Bhattacharyya P.N., Jha D.K.* Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence inagriculture // World J Microbiol Biotechnol. 2012. № 28. P. 1327–1350.
20. Phosphate solubilizing microbes: sustain-able approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils / *S.B. Sharma* [et al.] // Springer Plus. 2013. 2:587, 19.
21. Влияние различного соотношения спектральных участков ФАР на фотосинтетический метаболизм растений огурца / *Т.П. Астафурова* [и др.] // Вестник Башкирского университета. 2001. № 2. С. 9–11.
22. *Медведев С.С.* Механизмы регуляции морфогенеза растений // Мат-лы VII съезда общества физиологов растений России: мат-лы докл.: в 2 ч. (Н. Новгород, 4–10 июля 2011 г.). Н. Новгород, 2011. Ч. 2. С. 470–471.
23. *Олива Т.В., Манохина Л.А., Кузьмина Е.А.* Использование хелатного микроудобрения и гумата в технологии выращивания тепличного огурца // Успехи современной нау-

ки и образования. 2016. Т. 7, № 12. С. 139–144. EDN XHECYJ.
24. *Dursun A., Ekinci M., Dönmez M.* Effects of foliar application of plant growth promoting bacterium on chemical contents, yield and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) // Pakistan Journal of Botany. 2010. № 42. P. 3349–3356.
25. *Воробьев М.В., Дыйканова М.Е.* Эффективность применения арочных кистедержателей Paskal на томате в условиях весенней пленочной теплицы // Перспективы развития садоводства и садово-паркового строительства. М.: Мегаполис, 2022. С. 149–156. EDN MRSMSZ.

References

1. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Improve Growth and Fruit Quality of Cucumber under Greenhouse Conditions / *G. Zapata-Sifuentes* [et al.] // Plants. 2022. 11;1612. DOI: 10.3390/plants11121612.
2. Ispol'zovanie biopreparata «PROBIOTIKS» pri vyraschivanii ovoschej i zemlyaniki sadovoj (v usloviyah gidroponnoj teplicy Belgorodskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta) / *T.N. Lushpina* [i dr.] // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2019. № 56. S. 76–81.
3. *Cortés R.M., Chiralt B.A., Puente D.L.* Functional foods: a history with a lot of present and future // Vitae. 2005. T. 12, № 1. P. 5–14.
4. *Karpuhin M.Yu., Yurina A.V.* Selekciya partenokarpicheskih gibridov ogurca dlya vesennih teplic na Srednem Urale // Yubilejnye chteniya: mat-ly Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 80-letiyu prof. A.V. Yurinoj i L.A. Kotova. Ekaterinburg, 2009. S. 54–61.
5. *Fedorenko V.F., Kolchina L.M., Goryacheva I.S.* Mirovye tendencii tehnologicheskogo razvitiya proizvodstva ovoschej v zaschischennom grunte. 2-e izd. M.: Yurajt, 2023. 199 s.
6. *Bocharova M.A., Terehova V.I.* Vliyanie istochnikov dosvechivaniya na urozhajnost' ogurca v zimne-vesennem oborote promyshlennyh teplic // Ovoschevodstvo – ot teorii k praktike: sb. st. po mat-lam VI region. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh (*Krasnodar, 13 dekabrya 2022 g.) / otv. za vyp. *R.A. Gish*. Krasnodar: Kuban. gos. agrar. un-t im. I.T. Trubilina, 2022. S. 5–8. EDN KXBOLU.
7. *Bocharova M.A., Terehova V.I.* Sravnitel'naya ocenka biometricheskih parametrov i urozhajnosti partenokarpicheskih gibridov ogurca v zimnih promyshlennyh teplicah // Mat-ly Vseros. s mezhdunar. uchast. nauch. konf. Molodyh uchenyh i specialistov, posvyasch. 155-letiyu so dnya rozhdeniya N.N. Hudyakova: sb. st. (Moskva, 7–9 iyunya 2021 g.) / Ros. gos. agrar. un-t, Moskov. s.-h. akad. im. K.A. Timiryazeva. M., 2021. T. 2. S. 328–331. EDN GNYPDR.
8. Gibrid ogurca F1 Kurazh: tehnologiya vyraschivaniya partenokarpicheskogo gibrida / *S.F. Gavrish* [i dr.]. M.: NIIOZG, 2005.152 s.
9. Sovershenstvovanie tehnologii vozdelyvaniya tomata i konstrukcii vesennih teplic dlya polucheniya `ekologicheski bezopasnoj produkcii / *T.V. Chernova* [i dr.] // Kartofel' i ovoschi. 2020. № 5. S. 11–16. DOI: 10.25630/PAV.2020.10.27.002. EDN NLYWWI.
10. Ocenka `effektivnosti biologicheskih preparatov pri vyraschivanii kartofelya / *O.N. Terehina* [i dr.] // Agro`EkoInfo. 2017. № 4 (30). S. 3.
11. *Petrovskij A.S., Karakotov S.D.* Mikrobiologicheskie preparaty v rastenievodstve. Al'ternativa ili partnerstvo // Zaschita i karantin rastenij. 2017. № 2. S. 14–18. EDN XWPXOH.
12. Effects of foliar application of plant growth promoting bacterium on chemical contents, yield and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) / *A. Dursun* [et al.] // Pak J Bot. 2010. T. 42, № 5. P. 3349–3356.
13. *Vessey J.K.* Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers // Plant and soil. 2003. T. 255. P. 571–586.
14. *Korol' V.G.* Potencial'naya urozhajnost' pcheloopylyaemogo gibrida ogurca F_1 Atlet i osobennosti sortovoj tehnologii v zimne-vesennem oborote // Gavrish. 2006. № 1. S. 16–18. EDN KVLYPN.
15. Metodika opytnogo dela v ovoschevodstve i bahchevodstve / *V.F. Belik* [i dr.]; pod red. *V.F. Belika*. M.: Agropromizdat, 1992. 318 s.
16. *Andrianova E.Yu., Tarchevskij I.A.* Hlorofill i produktivnost' rastenij. M.: Nauka, 2000. 135 s.
17. Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants Physiological Responses to Abiotic Stresses / *F. Khan* [et al.] // Plants. 2023. 12; 2861. DOI: 10.3390/plants12152861.
18. Plant growth promotion by phosphatesolubilizing fungi-current perspective / *M.S. Khan*

[et al.] // Arch Agron Soil Sci. 2010. № 56. P. 73–98.
19. *Bhattacharyya P.N., Jha D.K.* Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence inagriculture // World J Microbiol Biotechnol. 2012. № 28. P. 1327–1350.
20. Phosphate solubilizing microbes: sustain-able approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils / *S.B. Sharma* [et al.] // Springer Plus. 2013. 2:587, 19.
21. Vliyanie razlichnogo sootnosheniya spektral'nyh uchastkov FAR na fotosinteticheskij metabolizm rastenij ogurca / *T.P. Astafurova* [i dr.] // Vestnik Bashkirskogo universiteta. 2001. № 2. S. 9–11.
22. *Medvedev S.S.* Mehanizmy regulyacii morfogeneza rastenij // Mat-ly VII s`ezda obschestva fiziologov rastenij Rossii: mat-ly dokl.: v 2 ch. (N. Novgorod, 4–10 iyulya 2011 g.). N. Novgorod, 2011. Ch. 2. S. 470–471.
23. *Oliva T.V., Manohina L.A., Kuz'mina E.A.* Ispol'zovanie helatnogo mikroudobreniya i gumata v tehnologii vyraschivaniya teplichnogo ogurca // Uspehi sovremennoj nauki i obrazovaniya. 2016. T. 7, № 12. S. 139–144. EDN XHECYJ.
24. *Dursun A., Ekinci M., Dönmez M.* Effects of foliar application of plant growth promoting bacterium on chemical contents, yield and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) // Pakistan Journal of Botany. 2010. № 42. P. 3349–3356.
25. *Vorob'ev M.V., Dyjkanova M.E.* `Effektivnost' primeneniya arochnyh kistederzhatelej Paskal na tomate v usloviyah vesennej plenochnoj teplicy // Perspektivy razvitiya sadovodstva i sadovo-parkovogo stroitel'stva. M.: Megapolis, 2022. S. 149–156. EDN MRSMSZ.

Статья принята к публикации 30.05.2023 / The article accepted for publication 30.05.2023.

Информация об авторах:

Мария Алексеевна Бочарова[1], ассистент кафедры овощеводства
Вера Ивановна Терехова[2], доцент кафедры овощеводства, кандидат сельскохозяйственных наук
Татьяна Сергеевна Аниськина[3], научный сотрудник лаборатории культурных растений

Information about the authors:

Maria Alekseevna Bocharova[1], Assistant at the Department of Vegetable Growing
Vera Ivanovna Terekhova[2], Associate Professor at the Department of Vegetable Growing, Candidate of Agricultural Sciences
Tatyana Sergeevna Aniskina[3], Researcher at the Laboratory of Cultivated Plants