

УДК 635.63:631.87:635.044

UDC 635.63:631.87:635.044

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

4.1.3. Agrochemistry, agro-soil science, plant protection and quarantine (agricultural sciences)

ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В СИСТЕМЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

THE USE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN THE CUCUMBER MINERAL NUTRITION SYSTEM IN PROTECTED SOIL CONDITIONS

Селиванова Мария Владимировна
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
selivanowa86@mail.ru
Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

Selivanova Maria Vladimirova
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, selivanowa86@mail.ru
Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

Применение биологически активных веществ в составе различных росторегуляторов или в виде чистых химических соединений в овощеводстве защищенного грунта ориентировано на снижение влияния стрессовых факторов на растения, активизацию их физиологических процессов, повышение продуктивности овощных культур и улучшение качества продукции. Цель исследований – изучить влияние обработки растений огурца биологически активными веществами в системе минерального питания на накопление химических соединений и урожайность культуры при малообъемной технологии выращивания. Период закладки опытов – летне-осенние обороты огурца 2021-2023 гг. В опыте были изучены два фактора: субстрат (кокосовый и минераловатный) и биологически активное вещество (глицин, триптофан, 2-диэтиламиноэтил гексаноат, аспарагиновая, глутаминовая и 4-хлорфеноксиуксусная кислоты). В результате фолиарных обработок растений биологически активными веществами была отмечена тенденция увеличения макроэлементов в вегетативных и генеративных органах огурца, а также повышения содержания хлорофилла и каротиноидов в листьях, что свидетельствует об интенсификации процессов метаболизма и эффективном усвоении элементов из питательных растворов. Активизация метаболизма растений обеспечила увеличение урожайности и выхода товарной продукции огурца. Наибольшая эффективность из изучаемых БАВ была получена при использовании 2-диэтиламиноэтил гексаноата. В результате обработки растений биологически активными веществами в течение летне-осеннего оборота огурца прибавка урожайности в среднем по опыту составила 0,6-1,9 кг/м²

The implementation of the valuable properties of biologically active substances in the composition of various growth regulators or in the form of pure chemical compounds in protected soil vegetable growing is aimed at reducing the impact of stress factors on plants, activating their physiological processes, increasing the productivity of vegetable crops and improving the quality of products. The purpose of the research is a comprehensive assessment of the effectiveness of biologically active substances in the mineral nutrition system of greenhouse cucumber on the content of chemical compounds and yield with low-volume cultivation technology. Research on this goal was conducted during the period of cucumber cultivation in the summer and autumn turnovers from 2021 to 2023. The substrate (mineral wool, coconut) and biologically active substances (aspartic, glutamic and 4-chlorophenoxyacetic acids, glycine, tryptophan, 2-diethylaminoethyl hexanoate) were studied in the greenhouse. Spraying cucumber plants with biologically active substances caused an increase in the concentration of macroelements in the plant material of the cucumber, as well as an increase in the amount of carotenoids and chlorophyll in the leaves, which proves the intensification of metabolism and absorption of mineral elements from nutrient solutions. Activation of metabolic processes in plants guaranteed an increase in the yield and marketable fruits of cucumber. Analysis of the studied parameters showed that the greatest efficiency was obtained when using 2-diethylaminoethyl hexanoate. As a result of treating plants with biologically active substances in the summer-autumn cultivation of cucumber, the yield was higher than the control (an average of 0.6-1.9kg/m²

Ключевые слова: ОГУРЕЦ, БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО, МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ, СУБСТРАТ, МАЛООБЪЕМНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ, ХЛОРОФИЛЛ, УРОЖАЙНОСТЬ

Keywords: CUCUMBER, BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCE, MINERAL NUTRITION, SUBSTRATE, LOW-VOLUME CULTIVATION TECHNOLOGY, CHLOROPHYLL, YIELD

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-204-042>

Введение. Современное овощеводство защищенного грунта характеризуется высокими темпами развития, главная цель отрасли – обеспечение населения свежей продукцией в течение всего года. Согласно данным Росстата огурец считается главной культурой в теплицах нашей страны и выращивается повсеместно в зимне-весенних и в летне-осенних оборотах. Отличительными характеристиками растений огурца являются быстрые темпы формирования урожая, раннее наступление плодоношения в сравнении с другими овощными культурами, и в целом высокая урожайность [1].

Плоды огурца имеют высокую пищевую и диетическую ценность и характеризуются содержанием воды на уровне 94-97 %, золы – 0,38-0,55 %, клетчатки – 0,38-0,69 %, сахарозы – 0,52-0,68 %, азотистых веществ – 0,65-0,95 %, также в их состав входят минеральные соли калия, фосфора, кальция, витамины В1, С, РР, каротин, ферменты. Ценный диетический и биохимический состав плодов огурца обуславливает высокий спрос на них [2].

По сравнению с овощеводством открытого грунта в тепличном овощеводстве необходимо комплексно и оптимально сочетать все элементы технологии выращивания овощной культуры [3]. Для корреляции процессов роста и развития растений производители тепличной продукции применяют регуляторы роста, различающиеся по своей природе и принципам воздействия на растительный организм. Широкий ассортимент росторегуляторов, основная часть которых имеет комплексный состав из биологически активных веществ и элементов питания (часто азот, калий и микроэлементы), обуславливает проблематику в точном понимании системы их влияния на растительный

<http://ej.kubagro.ru/2024/10/pdf/42.pdf>

организм, и определяет значимость осуществления научных испытаний данных препаратов, особенно в тепличных условиях. Реализация ценных свойств биологически активных веществ в составе различных росторегуляторов или в виде чистых химических соединений в овощеводстве защищенного грунта ориентирована на снижение влияния стрессовых факторов на растения, активизацию их физиологических процессов, повышение продуктивности овощных культур и улучшение качества продукции [4].

Цель исследований – оценка влияния внекорневых обработок огурца биологически активными веществами в системе минерального питания на химический состав растений и урожайность культуры.

Материалы и методы исследований. Место исследований – теплица типа Venlo, расположенная в шестой световой зоне. Огурец Бьёрн F1 выращивали в течение летне-осенних оборотов с 2021 по 2023 гг. Согласно программе исследований, были изучены два фактора: А – субстрат (минераловатный и кокосовый), В – биологически активное вещество (глицин, триптофан, 2-диэтиламиноэтил гексаноат, аспарагиновая, глутаминовая и 4-хлорфеноксисукусная кислоты). БАВ применяли в виде фолиарных обработок с начала цветения огурца, и в последующем – через две недели.

Фоном для всех вариантов опыта и контролем была схема питания, сбалансированная по количеству элементов питания в течение вегетации огурца. Питательные растворы в опыте имели уровень ЕС в диапазоне 1,8-2,5 мСм/см, рН – 5,8-6,2 (табл. 1).

Таблица 1 – Схемы питания для огурца (контроль и фон), мг/л

| Период оборота | N- NO ₃ ⁻ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | P ⁵⁺ | SO ₄ ²⁻ | Fe ²⁺ | Mn ²⁺ | Zn ²⁺ | B ⁺ | Cu ²⁺ |
|--|------------------------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|
| Запитка кубиков и матов | 224 | 240 | 200 | 50 | 39 | 44 | 0,84 | 0,55 | 0,33 | 0,27 | 0,05 |
| Нарастание листовой массы (до начала плодоношения) | 224 | 310 | 180 | 60 | 39 | 44 | 0,84 | 0,55 | 0,33 | 0,27 | 0,05 |
| Массовое плодоношение | 238 | 340 | 200 | 60 | 39 | 44 | 0,84 | 0,55 | 0,33 | 0,27 | 0,05 |

Малообъемная технология выращивания огурца была традиционная для шестой световой зоны: посев был в первой декаде августа, ликвидация культуры – в первой декаде декабря. Режим и показатели полив огурца рабочими питательными растворами зависели от периода вегетации огурца. Лабораторные анализы по химическому составу растений и учёты урожайности проводили согласно общепринятым методикам.

Результаты исследований. Понимание химического состава и тенденции его изменения позволяют представить общую картину протекания интенсивности физиологических процессов в растении. В результате фолиарных обработок растений биологически активными веществами была отмечена тенденция увеличения макроэлементов в вегетативных и генеративных органах огурца, что свидетельствует об интенсификации процессов метаболизма и эффективном усвоении элементов из питательных растворов. При применении БАВ концентрация азота в плодах огурца в среднем по анализируемым данным превышало контрольные значения на 0,05-0,14 %, фосфора – на 0,03-0,013, калия – на 0,06-0,16 на сухое вещество, различия в количестве макроэлементов в листьях составили соответственно 0,04-0,16, 0,05-0,11 и 0,09-0,24 % на сухое вещество. Больше всего макроэлементов в растениях огурца было получено в результате фолиарных обработок огурца веществом 2-

диэтиламиноэтил гексаноатом, полученные данные на этом варианте были не существенно больше относительно варианта с 4-хлорфеноксиуксусной кислотой. Концентрации макроэлементов в растительном материале огурца между вариантами аспарагиновой и глутаминовой кислотой были в пределах НСР₀₅.

Выращивание растений огурца на кокосе способствовало накоплению концентрации химических элементов в растениях в большем количестве чем на минеральной вате (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние БАВ на концентрацию макроэлементов в растительном материале огурца, % на сухое вещество (среднее за 2021-2023 гг.)

| Субстрат (фактор А) | БАВ (фактор В) | Плоды | | | Листья | | |
|------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | N _{общ.} | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N _{общ.} | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Кокосовый субстрат | Контроль (фон) | 3,65 | 0,91 | 3,72 | 3,05 | 0,61 | 4,09 |
| | Фон + триптофан | 3,73 | 1,03 | 3,86 | 3,17 | 0,69 | 4,29 |
| | Фон + глицин | 3,69 | 0,93 | 3,77 | 3,09 | 0,64 | 4,18 |
| | Фон + 2-диэтиламиноэтил гексаноат | 3,75 | 1,04 | 3,88 | 3,19 | 0,73 | 4,32 |
| | Фон + 4-хлорфеноксиуксусная кислота | 3,7 | 0,95 | 3,8 | 3,11 | 0,65 | 4,22 |
| | Фон + аспарагиновая кислота | 3,71 | 0,99 | 3,82 | 3,13 | 0,66 | 4,25 |
| | Фон + глутаминовая кислота | 3,72 | 0,99 | 3,84 | 3,14 | 0,67 | 4,27 |
| Минеральная вата | Контроль (фон) | 3,52 | 0,85 | 3,63 | 2,97 | 0,55 | 3,94 |
| | Фон + триптофан | 3,68 | 0,96 | 3,77 | 3,12 | 0,69 | 4,16 |
| | Фон + глицин | 3,58 | 0,88 | 3,69 | 3,01 | 0,61 | 4,02 |
| | Фон + 2-диэтиламиноэтил гексаноат | 3,7 | 0,97 | 3,79 | 3,14 | 0,71 | 4,19 |
| | Фон + 4-хлорфеноксиуксусная кислота | 3,6 | 0,89 | 3,73 | 3,04 | 0,64 | 4,06 |
| | Фон + аспарагиновая кислота | 3,63 | 0,92 | 3,75 | 3,07 | 0,66 | 4,11 |
| | Фон + глутаминовая кислота | 3,63 | 0,94 | 3,76 | 3,09 | 0,68 | 4,14 |
| НСР ₀₅ (А) | | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,01 | 0,11 |
| НСР ₀₅ (В) | | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,04 |
| НСР ₀₅ (АВ) | | 0,08 | 0,06 | 0,09 | 0,06 | 0,04 | 0,15 |

Рост и развитие растений являются результатом взаимосвязанных физиологических процессов, протекающих под действием комплекса

внешних факторов. Главным «строительным» материалом при нарастании вегетативных и генеративных органов является энергия солнца, участвующая в фотосинтезе.

Фотосинтез – это важный процесс зеленых растений, итогом которого является трансформация энергии солнечного света в химическую энергию. Суть фотосинтеза заключается в том, что из простых соединений CO_2 и H_2O накапливаются различные органические вещества и как следствие происходит изменение химических связей: замена связей С–О и Н–О на вновь образованные С–С и С–Н, имеющие более высокий энергетический уровень [5]. Результат процесса фотосинтеза представляет собой возрастание биомассы растений и выращиваемой продукции, благодаря этому исследование параметров фотосинтеза у сельскохозяйственных культур, в том числе растений в защищенном грунте, приобретает существенную роль при оценке эффективности различных агротехнических приемов [6].

Содержание в листьях хлорофилла взаимосвязано с ростом и развитием растений. В некоторых научных работах приводятся данные о том, что применение различных ростостимуляторов способствует оптимизации функционального состояния клеточных органелл [7, 8].

Пигменты хлорофиллы *a* и *b* и каротиноиды являются ведущими компонентами фотосинтеза при перемещении кислорода, окислительного и фотосинтетического фосфорилирования растений и в общих процессах ассимиляции растительного организма. Количественные сопоставления хлорофиллов *a* и *b*, их суммы к каротиноидам дает возможность оценить жизнестойкость растений к разным длинам волны спектрального состава солнечного света [6].

Проведение фолиарных обработок биологически активными веществами способствовало увеличению пигментов в листьях огурца. Содержание хлорофилла *a* при применении БАВ в сравнении с контролем

было существенно больше на 0,07-0,21 мг/г сырой массы в среднем по опыту, хлорофилла *b* – на 0,04-0,15, сумма данных пигментов - на 0,1-0,35 мг/г сырой массы, вещество 2-диэтиламиноэтил гексаноата способствовало наибольшему увеличению показателей. Повышение хлорофилла при применении биологически активных веществ в листьях показывает поддержание его концентрации растением в различных стрессовых условиях теплицы и способствует активности фотосинтеза в листьях, что особенно актуально в летне-осенний оборот при снижении прихода солнечной радиации. При изучении накопления хлорофилла в листьях в зависимости от используемого субстрата отмечено, что выращивание растений огурца на кокосе обеспечивало повышение количества хлорофилла *a* и *b* и их суммы в сравнении с минеральной ватой: различия были на уровне 0,05, 0,04 и 0,09 мг/г сырой массы соответственно (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние БАВ на содержание хлорофилла и каротиноидов в листьях огурца, мг/г сырой массы (среднее за 2021-2023 гг.)

| Субстрат (фактор А) | БАВ (фактор В) | Хлорофилл <i>a</i> | Хлорофилл <i>b</i> | Хлорофилл <i>a + b</i> | Каротиноиды |
|------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|-------------|
| Кокосовый субстрат | Контроль (фон) | 1,11 | 0,64 | 1,75 | 0,13 |
| | Фон + триптофан | 1,28 | 0,74 | 2,02 | 0,16 |
| | Фон + глицин | 1,18 | 0,67 | 1,85 | 0,15 |
| | Фон + 2-диэтиламиноэтил гексаноат | 1,31 | 0,78 | 2,09 | 0,17 |
| | Фон + 4-хлорфеноксиуксусная кислота | 1,2 | 0,67 | 1,87 | 0,15 |
| | Фон + аспарагиновая кислота | 1,2 | 0,69 | 1,89 | 0,16 |
| | Фон + глутаминовая кислота | 1,24 | 0,70 | 1,94 | 0,16 |
| Минеральная вата | Контроль (фон) | 1,05 | 0,59 | 1,64 | 0,11 |
| | Фон + триптофан | 1,23 | 0,71 | 1,94 | 0,15 |
| | Фон + глицин | 1,11 | 0,63 | 1,74 | 0,14 |
| | Фон + 2-диэтиламиноэтил гексаноат | 1,26 | 0,74 | 2,0 | 0,16 |
| | Фон + 4-хлорфеноксиуксусная кислота | 1,14 | 0,64 | 1,78 | 0,15 |
| | Фон + аспарагиновая кислота | 1,16 | 0,66 | 1,82 | 0,14 |
| | Фон + глутаминовая кислота | 1,19 | 0,67 | 1,86 | 0,15 |
| НСР ₀₅ (А) | | 0,04 | 0,03 | 0,07 | 0,01 |
| НСР ₀₅ (В) | | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,02 |
| НСР ₀₅ (АВ) | | 0,09 | 0,06 | 0,13 | 0,03 |

Содержание каротиноидов также позволяет оценить физиологическое состояние растения. Каротиноиды участвуют в антиоксидантных процессах растений и являются сдерживающим фактором при влиянии свободных радикалов [9]. Содержание каротиноидов в листьях огурца в результате внекорневых обработок биологически активными веществами было больше чем в контроле в среднем на 0,03-0,05 мг/г сырой массы с наибольшим преимуществом с 2-диэтиламиноэтил гексаноатом. Причем различия между биологически активными веществами в большинстве случаев сравнения были незначительными. Содержание каротиноидов на вариантах с минеральной ватой были не достоверно больше относительно кокосового субстрата на 0,01 мг/г сырой массы.

Влияние биологически активных веществ на растения огурца выражалось в оптимизации процессов метаболизма, накоплении хлорофилла и как следствие увеличении урожайности культуры. Урожайность огурца на кокосовом субстрате была больше чем на минеральной вате на 0,8 кг/м² в среднем по опыту (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние БАВ на показатели урожайности огурца
(среднее за 2021-2023 гг.)

| Субстрат (фактор А) | БАВ (фактор В) | Урожайность, кг/м | Прибавка к контролю, % | Выход стандартной продукции, % |
|------------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------|
| Кокосовый субстрат | Контроль (фон) | 10,1 | - | 76 |
| | Фон + триптофан | 11,6 | 14,9 | 87 |
| | Фон + глицин | 10,8 | 6,9 | 80 |
| | Фон + 2-диэтиламиноэтил гексаноат | 11,8 | 16,8 | 89 |
| | Фон + 4-хлорфеноксиуксусная кислота | 11,0 | 8,9 | 82 |
| | Фон + аспарагиновая кислота | 11,3 | 11,9 | 85 |
| | Фон + глутаминовая кислота | 11,5 | 13,9 | 86 |
| Минеральная вата | Контроль (фон) | 9,5 | - | 80 |
| | Фон + триптофан | 10,9 | 14,7 | 89 |
| | Фон + глицин | 9,9 | 4,2 | 85 |
| | Фон + 2-диэтиламиноэтил гексаноат | 11,0 | 15,8 | 91 |
| | Фон + 4-хлорфеноксиуксусная кислота | 10,3 | 8,4 | 86 |
| | Фон + аспарагиновая кислота | 10,5 | 10,5 | 87 |
| | Фон + глутаминовая кислота | 10,6 | 11,6 | 88 |
| НСР ₀₅ (А) | | 0,6 | - | 2 |
| НСР ₀₅ (В) | | 0,4 | - | 3 |
| НСР ₀₅ (АВ) | | 0,9 | - | 5 |

Обработки растений биологически активными веществами способствовали увеличению урожайности огурца в среднем по опыту на 0,6-1,9 кг/м² относительно контроля, прибавка составила – 4,2-16,8 %. Применение в агротехнологии глицина и 4-хлорфеноксиуксусной кислоты увеличило значения урожайности тепличной культуры на 0,6 и 0,9 кг/м² соответственно в среднем по опыту, при применении триптофана, аспарагиновой и глутаминовой кислоты – на 1,1-1,5 кг/м². Наибольшая урожайность была получена в результате обработки растений 2-диэтиламиноэтил гексаноатом – 11,4 кг/м² в среднем по анализируемым данным, прибавка относительно контроля была 16,3 %.

Экономически значимым показателем в защищенном грунте считается выход стандартной продукции, от которого зависит доля более дорогой продукции при ее реализации. Количество стандартной продукции в течение оборота зависит от элементов агротехники, возраста растений и их реакции на стрессовые факторы. В результате обработки растений биологически активными веществами процент стандартной продукции в опыте был достоверно больше чем в контроле в среднем по опыту на 5-12 % с максимальными значениями на варианте с 2-диэтиламиноэтил гексаноатом.

Заключение. В результате исследований выявлено, что внекорневые обработки огурца биологически активными веществами способствуют активизации физиологических процессов в растениях, в частности накоплению макроэлементов в листьях и плодах и повышению содержания в листовой массе суммы хлорофилла $a+b$ на 0,1-0,35 мг/г сырой массы относительно контроля в среднем по опыту, каротиноидов – на 0,03-0,05 мг/г сырой массы. Активизация метаболизма растений обеспечила увеличение урожайности и выхода товарной продукции огурца. Урожайность огурца на кокосовом субстрате была больше на 0,8 кг/м², чем на минеральной вате в среднем по анализируемым данным. В результате обработки растений БАВ в агротехнологии тепличного огурца урожайность существенно превышала контрольные значения на 0,6-1,9 кг/м² в среднем по опыту. Анализ изучаемых показателей показал, что наибольшая эффективность была получена при использовании 2-диэтиламиноэтил гексаноата.

Литература

1. Павловская Н.Е., Гнеушева И.А. Применение стимуляторов роста растений на основе растительных и грибных метаболитов в овощеводстве закрытого грунта // Биология в сельском хозяйстве. 2015. № 4. С. 2-6.
2. Пушкарев В.Г., Мартынова Е.Ю. Урожайность огурца в условиях защищенного грунта на Северо-Западе России // The Scientific Heritage. 2021. № 58-1(58). С. 15-16. DOI 10.24412/9215-0365-2021-58-1-15-16.

3. Эффективность применения регуляторов роста на огурце в защищенном грунте / Н.В. Смолин, А.С. Савельев, Н. В. Потапова [и др.] // Аграрный научный журнал. 2019. № 1. С. 21-25. DOI 10.28983/asj.v0i1.686.

4. Селиванова М.В. Параметры продуктивности тепличного томата при применении биологически активных веществ // Органическое сельское хозяйство - перспективы развития : материалы ежегодной Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Махачкала, 21 октября 2022 года. Махачкала: Б. и., 2022. С. 187-191.

5. Архипов Б.М., Юферев Л.Ю. Особенности влияния углекислого газа CO на развитие и рост растений, произрастающих в условиях защищенного грунта (теплицах) // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 3(13). С. 288-290.

6. Сравнительная характеристика коллекционных образцов огурца по некоторым фотосинтетическим показателям в условиях весенне-летнего оборота в поликарбонатных теплицах / Ф.Н. Агаев, З.К. Алиева, Х.Ф. Гасанлы, С.В. Пашазаде // Орошаемое земледелие. 2022. № 3(38). С. 47-50. DOI 10.35809/2618-8279-2022-3-11.

7. Ионова Л.П. Влияние биопрепаратов на фотосинтетический потенциал и продуктивность ранних гибридов огурца в пленочной теплице // Успехи современного естествознания. 2010. № 6. С. 40–43.

8. Аллахвердиев С.Р., Ерошенко В.И. Современные технологии в органическом земледелии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 1. С. 76–79.

9. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб: Изд-во СПб ун-та, 2002. 244 с.

References

1. Pavlovskaya N.E., Gneusheva I.A. Primenenie stimulyatorov rosta rastenij na osnove rastitel'nyh i gribnyh metabolitov v ovoshchevodstve zakrytogo grunta // Biologiya v sel'skom hozyajstve. 2015. № 4. S. 2-6.

2. Pushkarev V.G., Martynova E.YU. Urozhajnost' ogurca v usloviyah zashchishchennogo grunta na Severo-Zapade Rossii // The Scientific Heritage. 2021. № 58-1(58). S. 15-16. DOI 10.24412/9215-0365-2021-58-1-15-16.

3. Effektivnost' primeneniya regulyatorov rosta na ogurce v zashchishchennom grunte / N.V. Smolin, A.S. Savel'ev, N. V. Potapova [i dr.] // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2019. № 1. S. 21-25. DOI 10.28983/asj.v0i1.686.

4. Selivanova M.V. Parametry produktivnosti teplichnogo tomata pri primeneni biologicheskii aktivnyh veshchestv // Organicheskoe sel'skoe hozyajstvo - perspektivy razvitiya : materialy ezhegodnoj Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii (s mezhdunarodnym uchastiem), Mahachkala, 21 oktyabrya 2022 goda. Mahachkala: B. i., 2022. S. 187-191.

5. Arhipov B.M., YUferev L.YU. Osobennosti vliyaniya uglekislogo gaza CO na razvitie i rost rastenij, proizrastayushchih v usloviyah zashchishchennogo grunta (teplicah) // Innovacii v sel'skom hozyajstve. 2015. № 3(13). S. 288-290.

6. Sravnitel'naya harakteristika kollekcionnyh obrazcov ogurca po nekotorym fotosinteticheskim pokazatelyam v usloviyah vesenne-letnego oborota v polikarbonatnyh teplicah / F.N. Agaev, Z.K. Alieva, H.F. Gasanly, S.V. Pashazade // Oroschaemoe zemledelie. 2022. № 3(38). S. 47-50. DOI 10.35809/2618-8279-2022-3-11.

7. Ionova L.P. Vliyanie biopreparatov na fotosinteticheskij potencial i produktivnost' rannih gibridov ogurca v plenochnoj teplice // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2010. № 6. S. 40–43.

8. Allahverdiev S.R., Eroshenko V.I. Sovremennye tekhnologii v organicheskom

zemledelii // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2017. № 1. S. 76–79.

9. CHirkova T.V. Fiziologicheskie osnovy ustojchivosti rastenij. SPb: Izd-vo SPb un-ta, 2002. 244 s.