

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО
AGRONOMY, FORESTY AND WATER MANAGEMENT

Научная статья

УДК 634.75:631.81.589.2

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-7-14

**Применение биологически активных веществ для повышения
эффективности культивирования ремонтантной земляники
в условиях гидропоники**

**Елена Михайловна Егорова^{✉1}, Фарид Даутовна Таумурзаева²,
Елена Иналовна Степанян³, Адам Арсенович Абрегов⁴**

^{1,2}Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

³Институт экологии горных территорий имени А. К. Темботова РАН, ул. И. Арманд, 37а,
Нальчик, Россия, 360051

⁴ООО «Клубничная Поляна Плюс», ул. Лермонтова, 15, Нарткала, Россия, 361332

^{✉1}conf200606@inbox.ru

Аннотация. Данная работа посвящена изучению действия биологически активных веществ (Витазим, Этамон, Циркон, Максифол Рутфарм, Корневин) на основные показатели роста и развития земляники ремонтантной в условиях гидропоники. Основная проблема гидропонного выращивания – переувлажнение субстрата, которое приводит к неблагоприятным последствиям, в частности к нарушению аэробного дыхания корней, их загниванию и отмиранию, а также к дефициту энергии для обеспечения процессов жизнедеятельности. Применение биологически активных веществ улучшает развитие корней, повышает стрессоустойчивость и увеличивает урожайность растений. Цель исследований – изучение эффективности применения биологически активных препаратов, которые, по заявлению производителей, стимулируют корнеобразование, увеличивают урожай, повышают устойчивость к стрессовым условиям, возникающим при выращивании земляники на кокосовой копке методом гидропоники. Использование препаратов, а особенно Витазима и Максифола Рутфарма, привело к лучшему развитию корневой системы, формированию оптимального индекса листовой поверхности, повышению урожайности и выхода стандартной продукции по сравнению с контрольными и другими вариантами опыта. Наихудшие, но, тем не менее, достоверные по сравнению с контрольным вариантом результаты, дало применение препаратов Корневин и Циркон.

Ключевые слова: земляника, гидропоника, биологически активные вещества, Витазим, Максифол Рутфарм, Корневин, Циркон, Этамон

Для цитирования. Егорова Е. М., Таумурзаева Ф. Д., Степанян Е. Н., Абрегов А. А. Применение биологически активных веществ для повышения эффективности культивирования ремонтантной земляники в условиях гидропоники // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4(38). С. 7–14. doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-7-14

Original article

The use of biologically active substances to increase the efficiency of cultivation of repair strawberries in hydroponics conditions

Elena M. Egorova^{✉1}, Farida D. Taumurzaeva², Elena I. Stepanyan³, Adam A. Abregov⁴

^{1,2}Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

³Institute of Ecology of Mountain Territories, A.K. Tembotov RAS, Nalchik, 37a I. Armand street, Nalchik, Russia, 360051

⁴LLC "Strawberry Polyana Plus", 15 Lermontova street, Nartkala, Russia, 361332

✉¹conf200606@inbox.ru

Abstract. This work is devoted to the study of the effect of biologically active substances (Vitazim, Etamon, Zircon, Maxifol Rutfarm, Kornevin) on the main indicators of growth and development of remontant strawberries in hydroponics. The main problem of hydroponic cultivation is waterlogging of the substrate, which leads to adverse consequences, in particular to disruption of aerobic respiration of the roots, their rotting and dying, as well as to a shortage of energy to ensure life processes. The use of biologically active substances improves root development, increases stress resistance and increases plant yield. The purpose of the research is to study the efficiency of the use of biologically active drugs, which, according to manufacturers, stimulate root formation, increase yield, increase resistance to stressful conditions that arise when growing strawberries on coconut copra by hydroponics. The use of drugs, and especially Vitazim and Maxifol Rutpharm, led to better development of the root system, formation of optimal, increased yield and yield of standard products compared with control and other variants of the experiment. The worst, but nevertheless reliable results compared to the control variant, were given by the use of drugs Kornevin and Zircon.

Keywords: strawberries, hydroponics, biologically active substances, Vitazim, Maxifol Rutpharm, Kornevin, Zircon, Etamon

For citation. Egorova E.M., Taumurzaeva F.D., Stepanyan E.N., Abregov A.A. The use of biologically active substances to increase the efficiency of cultivation of remontant strawberries in hydroponics. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;4(38):7–14. (In Russ.).

doi: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-7-14

Введение. Выращивание земляники садовой в защищенном грунте в промышленных масштабах – новая отрасль на территории РФ. В нашей стране низкое потребление земляники, хотя каждому человеку необходимо ежегодно съесть не менее 2-3 кг этих ягод. Ценно и то, что земляника созревает сравнительно рано, когда в нашей зоне выбор свежей ягодной продукции в открытом грунте весьма ограничен [1]. Поскольку площадь теплиц с малообъемной гидропоникой из года в год увеличивается, важно уделять особое внимание внедрению дополнительных элементов, улучшающих жизнедеятельность растений, рост, развитие, повышающих их урожайность и качество.

В условиях малообъемной гидропонии корневые системы выращиваемых культур, ограниченные в пространстве, часто оказываются в ус-

ловиях переувлажнения субстрата, что приводит к угнетению аэробного и усилению анаэробного дыхания корней и существенно угнетает растения. Проблема активизации процесса аэробного дыхания в условиях избыточной влажности явилась основанием для подбора биологически активных веществ, действие которых направлено на повышение стрессоустойчивости растений, улучшение состояния их корней [2].

Одним из важнейших резервов в повышении урожайности земляники является научно обоснованное применение регуляторов роста растений [3]. В работах Егоровой Е. М. подтверждается высокая эффективность витаминов и других биологически активных веществ при выращивании огурца на минеральной вате в условиях малообъемной гидропонии [4].

Основные типы природных стимуляторов роста растений – это ауксины, гиббереллины и цитокинины. В настоящее время отечественными и зарубежными производителями выпускается ряд синтетических веществ аналогичного действия. Согласно регламенту применения, некоторые из них оказывают не только стимулирующее действие на растения, в том числе на корневую систему, но и повышают их стрессоустойчивость [5]. Опыт культивирования клеток и тканей в «*in vitro*» выявил благотворное влияние на формирование и функционирование корневой системы ряда витаминов [6], которые наряду с регуляторами роста растений включены в состав препаратов.

Цель исследования – изучение влияния биологически активных веществ (БАВ) на рост и развитие земляники ремонтантной, ее урожайность и качество ягод.

Методы проведения работ. Закладка опытов, наблюдения и учеты выполнялись согласно методике, принятой в агрономии. Задачи наших исследований состояли в изучении влияния БАВ на вегетативное, генеративное развитие, развитие корневых систем, урожайность и качество ягод.

Опыт закладывался по следующей схеме:

1. Этамон 0,004%.
2. Циркон 0,02%.
3. Витазим 0,2%.
4. Максифол Рутфарм 0,2%.

5. Корневин 0,1%.

6. Контроль (пролив стандартным питательным раствором).

Экспериментальная база. Исследования проводились в течение двух лет в условиях КФХ «Клубничная Поляна Плюс» (г. Нарткала, КБР). Первый год – от посадки на маты (июль 2020 года) до окончания эксплуатации земляники (июнь 2021 года) с перерывом на зимний период. И, аналогично, во второй год – с июля 2021 по июнь 2022 года. Полученные данные обрабатывались статистически [7, 8]. В работе приведены средние данные для двух циклов культивирования земляники ремонтантной «Ирма».

Исследуемые биологически активные вещества мы добавляли к стандартным питательным растворам макро- и микроэлементов минерального питания для земляники по этапам развития. Во всех вариантах опыта проводилось по 5 внесений изучаемых препаратов с июля до середины сентября 2020 и 2021 годов и по 6 внесений с начала марта по май 2021 и 2022 годов включительно с периодичностью 1 раз в 2 недели. Итого – по 11 внесений за период выращивания культуры.

Результаты исследования. Начальные учеты действия изучаемых препаратов выполнялись через 2 недели после их первого применения (июль 2020 и 2021 гг.). Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние вариантов опыта на вегетативный рост растений (в начале вегетации)

Table 1. Influence of experience variants on vegetative plant growth (at the beginning of the growing season)

Показатели Варианты опыта	Высота растений, см	Количество листьев, шт/растение	Средний диаметр листа, см	Средняя площадь одного листа, см ²	Средняя площадь листьев на 1 растении, дм ²	Индекс листовой поверхности
Корневин	22,3	5	18	126	6,3	0,54
Максифол Рутфарм	26,7	6	21	176,5	10,6	0,9
Витазим	28	6	20,7	172,5	10,4	0,88
Циркон	22	5	18,2	131	6,6	0,56
Этамон	24,7	6	20	148,5	8,9	0,76
Контроль	20	5	15,3	90,5	4,5	0,38
НСР ₀₅	1,8	1	2,3	14,5	0,9	0,12

Как видно из данной таблицы, наиболее эффективно применение Витазима и Максифола Рутфарма. Хорошие результаты показал Этамон, а препараты Корневин и Циркон оказались менее эффективны. Индекс листовой поверхности на фоне применения Витазима и Максифола Рутфарма близок к 1. Таким образом, уже в начале вегетации состояние ассимиляционного аппарата приблизилось к оптимальному для растений земляники (1,0-1,3). В контроле этот показатель примерно вдвое меньше (0,38).

Гидропонная технология предполагает эффективное использование всего доступного объема субстрата. Актуальным становится лучшее развитие корневой системы, следовательно, ее наибольшая работоспособность. Результаты наблюдений за формированием корневой системы по вариантам опыта приведены в таблице 2.

Таблица 2. Формирование корневой системы по вариантам опыта

Table 2. Formation of the root system according to the experience options

Показатели Варианты опыта	Количество корешков, шт/дм ² боковой поверхности мата	Состояние корней, в баллах
Корневин	78	2
Максифол Рутфарм	98	4
Витазим	112	4
Циркон	68	2
Этамон	82	3
Контроль	54	1
НСР ₀₅	11	

Примечание: 1 балл – корешки очень тонкие, без визуально различимых корневых волосков, коричневатые, рано отмирающие;
2 балла – корешки тонкие, желтоватые, но жизнеспособные, без визуально различимых корневых волосков или с редкими корневыми волосками;
3 балла – корешки более прочные, в средней степени с визуально различимыми корневыми волосками, белые или немного желтоватые, кончики корней рано прекращают рост и могут темнеть;
4 балла – корешки прочные, белые, с густыми белыми корневыми волосками.

Анализ результатов показал, что наибольшая эффективность применения БАВ была достигнута на фоне Витазима и Максифола Рутфарма. Хороший результат на фоне применения Этамона. Эффективность Циркона и Корневина, по сравнению с другими БАВ, наименьшая, но позитивная разница является достоверной.

Ускоренное формирование мощного листового аппарата и хорошее развитие корневой системы улучшают водный режим растений, минеральное питание, что помогает им лучше проявить себя и в генеративном развитии. Данные учета генеративного развития приведены в таблице 3.

Таблица 3. Влияние вариантов опыта на генеративное развитие растений
Table 3. Influence of experience variants on generative development of plants

Показатели Варианты опыта	Количество завязей на 1 цветоносе, шт	Количество цветоносов, шт/мат	Количество завязей, шт/мат
Корневин	6	20	120
Максифол Рутфарм	8	22	176
Витазим	8	23	184
Циркон	6	20	120
Этамон	7	21	147
Контроль	5	18	90
НСР ₀₅	1,2	1,7	13,5

Наилучшее влияние на формирование генеративных органов оказали препараты Максифол Рутфарм и Витазим. Это связано с тем, что именно на фоне этих БАВ были лучше сформированы вегетативные органы земляники. Корневин и Циркон оказали наименьшее влияние, но, тем не менее, положительное и существенно отличающееся от контроля.

Данные учета урожая и качества ягод приведены в таблицах 4 и 5.

Урожай земляники учитывался в период с конца августа 2020 года до начала июня 2021 года и с конца августа 2021 года до начала июня 2022 года. Весь урожай по вариантам опыта собирался в отдельные ящики, сортировался на «стандарт» и «не стандарт», взвешивался по сортам. Определялись средние показатели за два года исследований.

Таблица 4. Влияние изучаемых препаратов на продуктивность растений земляники ремонтантной

Table 4. The effect of the studied drugs on the productivity of strawberry plants

Показатели Варианты опыта	Масса урожая по сортам		Общая масса урожая, кг/м ²
	первый сорт, кг/м ²	второй сорт, кг/м ²	
Корневин	3,5	2,1	5,6
Максифол Рутфарм	5,2	1,1	6,3
Витазим	5,7	0,7	6,4
Циркон	3,6	1,9	5,5
Этамон	4,1	1,7	5,8
Контроль	3	2,1	5,1
НСР ₀₅			0,32

Таблица 5. Влияние изучаемых препаратов на качество продукции

Table 5. The influence of the studied drugs on the quality of products

Показатели Варианты опыта	Общая масса урожая, кг/м ²	Распределение продукции по сортам качества, в %	
		первый сорт	второй сорт
Корневин	5,6	63	37
Максифол Рутфарм	6,3	83	17
Витазим	6,4	89	11
Циркон	5,5	65	35
Этамон	5,8	71	29
Контроль	5,1	60	40
НСР ₀₅	0,32		

Наилучшая прибавка по продуктивности наблюдалась на фоне Витазима (25% по сравнению с контролем). Препарат способствовал большему выходу стандартной продукции 1 сорта. Максифол Рутфарм дал 24%-ю прибавку урожая. Средний результат получен на фоне Этамона, прибавка в урожае на 13% выше по сравнению с контролем. Хуже проявили себя Циркон и Корневин, увеличение продуктивности составило 8,4% и 8,5% соответственно.

Оценка органолептических свойств ягод по вариантам опыта была проведена путем дегустации по 5-балльной шкале.

Применение БАВ способствовало существенному повышению содержания сахара в ягодах по сравнению с контролем. Далее приведена таблица по содержанию сахара и органолептической характеристике продукции (табл. 6).

Таблица 6. Влияние вариантов опыта на содержание сахара в ягодах и органолептические свойства ягод

Table 6. The influence of experimental variants on the sugar content in berries and the organoleptic properties of berries

Показатели Варианты опыта	содержание сахара, %	Органолептические свойства, балл
Корневин	9,5	3
Максифол Рутфарм	10,8	5
Витазим	10,9	5
Циркон	9,6	3
Этамон	10,2	4
Контроль	8,7	3
НСР ₀₅	0,52	

Примечание: 1 балл – ягоды кислые, плотные, со слабым ароматом, неравномерно окрашенные; 2 балла – ягоды кислые, со слабым ароматом, консистенция неравномерная; 3 балла – ягоды кисло-сладкие, плотные, аромат слабый; 4 балла – ягоды сладкие, умеренно плотные, ароматные, равномерно окрашенные; 5 баллов – ягоды очень сладкие, умеренно плотные, с ярким ароматом, равномерно окрашенные.

Варианты опыта с использованием Витазима и Максифола Рутфарма по накоплению сахара в ягодах показали наилучшие результаты по сравнению с контролем, 10,9% и 10,8% соответственно, что на 2,2% и 2,1% больше контроля. Ягоды очень ароматные, в меру плотные, внутри нет твердого стержня, прожилок. При этом отмечено некоторое различие в эффекте применения этих препаратов. У ягод на фоне применения Витазима более яркий вкус земляники по сравнению с ягодами в варианте с применением Максифола Рутфарма, но у последних сильнее аромат.

В варианте с применением Этамона ягоды слаще контроля. Отмечено повышение содержания сахара на 1,5% по сравнению с контролем, что больше НСР₀₅.

На фоне применения Корневина и Циркона наблюдалось повышение содержания сахара на 0,8% и 0,9% соответственно, что также больше НСР₀₅.

Таким образом, систематическое применение Витазима и Максифола Рутфарма при выращивании земляники на гидропонике повышает ее продуктивность, улучшает вкус ягод, обеспечивает больший выход стандартной продукции. В меньшей степени улучшение показателей происходит на фоне Этамона. Еще меньший, но достоверно положительный результат показали Циркон и Корневин.

Выводы. Проведенные нами исследования по изучению влияния БАВ на показатели роста и развития, а также урожайности земляники ремонтантной позволили сделать следующие выводы:

1. На вегетативное развитие растений земляники наибольшее влияние оказали Витазим

и Максифол Рутфарм. Однако Максифол Рутфарм проявил больший эффект на рост листьев, а Витазим – на развитие корней. Наименьшее влияние, по сравнению с другими вариантами опыта, но существенно улучшающее контроль, оказали препараты Циркон и Корневин.

2. Наибольшее положительное влияние на рост и развитие оказали препараты Максифол Рутфарм и Витазим, так как на фоне их применения наблюдалось хорошее формирование корневой системы и листового аппарата. Препараты Корневин и Циркон оказали наименьшее влияние.

3. Наилучшее влияние на урожайность и качество ягод оказали препараты Максифол Рутфарм и Витазим, а наименьшее – Корневин и Циркон.

4. Применение препаратов Максифол Рутфарм и Витазим улучшает качество ягод земляники. В меньшей степени улучшение наблюдалось на фоне применения Этамона. Еще меньший, но существенный эффект оказывают Циркон и Корневин.

Список литературы

1. Понамарева Я. В. Влияние регуляторов роста растений на всхожесть семян и развитие земляники садовой в технологии гидропонике // Роль и значение науки и техники для развития современного общества: сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 15 октября 2017 г. 2017. С. 39–42.
2. Галиулина А. А. Влияние регуляторов роста растений на рост и развитие земляники // Вестник Оренбургского государственного университета. 2008. № 87. С. 11–13.
3. Ступина А. Ю. Особенности регуляции продукционного процесса земляники садовой // Современное садоводство. 2018. № 4. С. 54–60.
4. Егорова Е. М. Эффективность применения витаминов в питании огурца в закрытом грунте // Актуальные и новые направления сельскохозяйственной науки: материалы V Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 2009.
5. Егорова Е. М. Эффективность биологически активных веществ при выращивании огурцов // Аграрная наука. 2013. № 11. С. 20–21.
6. Бутенко Р. Г. Биология культивируемых клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. Москва: ФБК-Пресс, 1999. 160 с.
7. Лебедев Е. Я. Биометрия в MS Excel: учебное пособие. Москва: Лань, 2018. 593 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Книга по требованию, 2012. 352 с.

References

1. Ponamareva Ya.V. The influence of plant growth regulators on seed germination and the development of garden strawberries in hydroponics technology. *Rol' i znachenie nauki i tekhniki dlya razvitiya*

sovremennogo obshchestva [The role and importance of science and technology for the development of modern society]: *sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Ufa. 2017. Pp. 39–42. (In Russ.)

2. Galiulina A.A. The influence of plant growth regulators on the growth and development of strawberries. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2008;(87):11–13. (In Russ.)

3. Stupina A.Yu. Features of regulation of the production process of strawberry. *Contemporary horticulture*. 2018;(4):54–60. (In Russ.)

4. Egorova E.M. The effectiveness of the use of vitamins in the nutrition of cucumbers in closed ground. *Aktual'nye i novye napravleniya selsko-hozyaystvennoy nauki* [Actual and new directions of agricultural production sciences]: *Materialy V mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoi konferencii, Vladikavkaz, 2009*. (In Russ.)

5. Egorova E.M. Efficiency of biological active substances at cucumber growing efficiency of biological active substances at cucumber growing. *Agrarian Science*. 2013;(11):20–21. (In Russ.)

6. Butenko R.G. *Biologiya kul'tiviruyemykh kletok vysshikh rasteniy invitro i biotekhnologii na ikh osnove* [Biology of cultured cells of higher plants invitro and biotechnology based on them]. Moscow: FBK-Press, 1999. 160 p. (In Russ.)

7. Lebedko E.Ya. *Biometriya v MSeXel*. [Biometrics in MS Excel]: *uchebnoe posobie*. Moscow: Lan', 2018. 593 p. (In Russ.)

8. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: *Kniga po trebovaniyu*, 2012. 352 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Егорова Елена Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 806839

Степанян Елена Иналовна – инженер-исследователь лаборатории геоботанических исследований, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии горных территорий им. А. К. Темботова РАН, SPIN-код: 9426-4222, Author ID: 1093186

Таумурзаева Фарида Даутовна – студент, направление подготовки «Агрономия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Абрегов Адам Арсенович – агроном ООО «Клубничная Поляна Плюс»

Information about the authors

Elena M. Egorova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 806839

Elena I. Stepanyan – Research Engineer of the Laboratory of Geobotanical Research Institute of Ecology of Mountain Territories named after A.K. Tembotov Russian Academy of Sciences, SPIN-code: 9426-4222, Author ID: 1093186

Farida D. Taumurzaeva – Student of the direction of preparation "Agronomy", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Adam A. Abregov – Agronomist LLC "Strawberry Polyana Plus"

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 14.11.2022;
одобрена после рецензирования 02.12.2022;
принята к публикации 07.12.2022.*

*The article was submitted 14.11.2022;
approved after reviewing 02.12.2022;
accepted for publication 07.12.2022.*