

## АГРОНОМИЯ

## AGRONOMY

Научная статья

УДК 634.75:631.871

EDN BDNCVE

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-4-5-14>

**Влияние обработок маточных растений земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) водными экстрактами морских бурых водорослей на их продуктивность**

**Ольга Александровна Дахно<sup>1</sup>, Нина Григорьевна Клочкова<sup>2</sup>,  
Тимофей Григорьевич Дахно<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга  
Камчатский край, Петропавловск-Камчатский, Россия

<sup>2,3</sup> Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения  
Российской академии наук, Камчатский край, Петропавловск-Камчатский, Россия

<sup>1</sup> [o\\_dakhno@mail.ru](mailto:o_dakhno@mail.ru), <sup>2</sup> [ninakl@mail.ru](mailto:ninakl@mail.ru), <sup>3</sup> [tim.gri.d@mail.ru](mailto:tim.gri.d@mail.ru)

**Аннотация.** Эффективность высокорентабельного производства земляники садовой зависит от качества посадочного материала с маточных плантаций. Одним из перспективных методов экологизации сельского хозяйства является применение биостимуляторов из экстрактов морских водорослей, позволяющих повысить количество и качество дочерних розеток. Цель работы – оценка влияния концентрации и кратности обработок экстрактами морских водорослей на репродуктивные показатели маточных растений земляники садовой при возделывании в открытом грунте в условиях юго-востока Камчатки. В статье представлены результаты трехлетних полевых исследований (2019, 2020 и 2021 гг.) по изучению влияния некорневых обработок водными экстрактами бурых водорослей *Hedophyllum bongardianum* и *Alaria esculenta* на продуктивность маточных растений земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) сорта «Сюрприз Олимпиаде» в условиях юго-востока Камчатки. Установлено, что вид водоросли, концентрация рабочего раствора и кратность обработок оказывают значимое влияние на ростовые и репродуктивные показатели. Наибольшая эффективность выявлена при использовании 10 % концентрации экстракта *A. esculenta*. Однократная обработка этим экстрактом достоверно увеличила количество розеток на 55,2 %, количество листьев на 32,6 %, толщину корневой шейки на 41,2 % и длину корней на 13,1 % по сравнению с контролем. Выявлено, что применение экстракта *H. bongardianum*, особенно в высокой концентрации (25 %) и при двукратной обработке, в ряде случаев приводило к угнетению развития розеток. Результаты исследования показывают перспективность использования экстракта *A. esculenta* в качестве эффективного биостимулятора для повышения продуктивности маточных насаждений земляники садовой.

**Ключевые слова:** земляника садовая, *Fragaria ananassa*, водорослевый экстракт, *Hedophyllum bongardianum*, *Alaria esculenta*, количество розеток, качество розеток, биостимуляторы, Камчатка

**Финансирование:** финансовая поддержка работы осуществлена из средств гранта Российского научного фонда «Разработка технологии извлечения биостимуляторов роста растений из камчатских морских водорослей. Апробация их росто- и иммунопротекторного воздействия на выращиваемые на Камчатке тепличные культуры» (№ 25-26-20128).

**Для цитирования:** Дахно О. А., Клочкова Н. Г., Дахно Т. Г. Влияние обработок маточных растений земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) водными экстрактами морских бурых водорослей на их продуктивность // Дальневосточный аграрный вестник. 2025. Том 19. № 4. С. 5–14. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-4-5-14>.

## Original article

**The effect of treating garden strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) mother plants with aqueous extracts of brown seaweed on their productivity**

**Olga A. Dakhno<sup>1</sup>, Nina G. Klochkova<sup>2</sup>, Timofey G. Dakhno<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Vitus Bering Kamchatka State University

Kamchatka krai, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russian Federation

<sup>2,3</sup> Kamchatsky Branch of the Pacific Institute of Geography of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

Kamchatka krai, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russian Federation

<sup>1</sup> [o\\_dakhno@mail.ru](mailto:o_dakhno@mail.ru), <sup>2</sup> [ninakl@mail.ru](mailto:ninakl@mail.ru), <sup>3</sup> [tim.gri.d@mail.ru](mailto:tim.gri.d@mail.ru)

**Abstract.** The efficiency of garden strawberry production depends on the quality of planting material from mother plantations. One promising method for greening agriculture is the use of biostimulants based on seaweed extracts, which can increase the quantity and quality of daughter rosettes. The aim of this study was to evaluate the effect of the concentration and frequency of seaweed extract treatments on the reproductive performance of garden strawberry mother plants grown outdoors in southeastern Kamchatka. This article presents the results of three years of field research (2019, 2020, and 2021) examining the effect of foliar treatments with aqueous extracts of the brown algae *Hedophyllum bongardianum* and *Alaria esculenta* on the productivity of garden strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) mother plants in southeastern Kamchatka. Research has proven that the type of algae, the concentration of the working solution and the frequency of treatments have a significant impact on growth and reproductive performance. The highest efficiency was found when using a 10% concentration of *A. esculenta* extract. A single treatment with this extract significantly increased the number of rosettes by 55.2%, the number of leaves by 32.6%, the root collar thickness by 41.2% and the length of the roots by 13.1% compared with the control. At the same time, the application of *H. bongardianum* extract, especially in high concentrations (25%) and with double treatment, in some cases led to inhibition of rosette development. The study results demonstrate the potential of using *A. esculenta* extract as an effective biostimulant for increasing the productivity of garden strawberry mother plantings.

**Keywords:** garden strawberry, *Fragaria ananassa*, algae extract, *Hedophyllum bongardianum*, *Alaria esculenta*, number of rosettes, rosette quality, biostimulants, Kamchatka

**Funding:** financial support for the work was provided from a grant from the Russian Science Foundation "Development of technology for the extraction of plant growth biostimulators from Kamchatka algae. Approbation of their growth and immunoprotective effects on greenhouse crops grown in Kamchatka" (No. 25-26-20128).

**For citation:** Dakho O. A., Klochkova N. G., Dakho T. G. The effect of treating garden strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) mother plants with aqueous extracts of brown seaweed on their productivity. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2025;19;4:5–14. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-4-5-14>.

**Введение.** Земляника садовая (*Fragaria × ananassa* Duch.) является одной из наиболее рентабельных ягодных культур, чье производство в значительной степени зависит от обеспечения промышленных насаждений высококачественным, сертифицированным посадочным материалом [1, 2].

Ключевым технологическим звеном в этом процессе является маточная плантация, основной функцией которой служит продуцирование маточными рас-

тениями физиологически полноценных дочерних розеток (усов). Именно количество и качество розеток определяет эффективность работы питомниково-дикорастительных хозяйств и последующую продуктивность закладываемых из этого материала товарных плантаций [3, 4].

В рамках экологизации сельского хозяйства и снижения пестицидной нагрузки особую актуальность приобретают технологии применения биологически активных препаратов. Одним из наибо-

лее перспективных направлений является использование экстрактов морских водорослей, которые представляют собой комплексные биостимуляторы нового поколения [5, 6].

Многочисленные исследования подтверждают, что экстракты бурых морских водорослей содержат уникальный комплекс биологически активных соединений. К их числу относятся фитогормоны (ауксины и цитокинины), олигосахарины, маннит, а также макро- и микроэлементы в хелатной форме. Помимо этого, в их состав входят осмопротекторы, такие как бетаины, и антистрессовые метаболиты – фукоидан и альгинаты. Благодаря такому богатому составу, в научных исследованиях отмечают многофункциональность водорослевых экстрактов: они не только стимулируют рост растений, но и существенно повышают их устойчивость к абиотическим стрессам [7–9].

Механизм действия водорослевых экстрактов связан с модуляцией метаболических путей растения, активацией антиоксидантной системы и усилением синтеза хлорофилла, что в конечном итоге положительно сказывается на продуктивности сельскохозяйственных культур [10]. Однако, как показывают научные исследования, фитоэффективность этих препаратов в значительной степени зависит от целого ряда технологических параметров, среди которых решающее значение имеют концентрация рабочего раствора и кратность его применения [11].

Несмотря на очевидный потенциал экстрактов водорослей, в научной литературе сохраняется дефицит систематизированных данных, позволяющих целенаправленно управлять процессом усвообразования у земляники садовой. Остается недостаточно изученным влияние различных доз и режимов обработок экстрактами водорослей на ключевые параметры продуктивности маточных растений: количество продуцируемых усов и дочерних розеток, их линейные размеры и качественные характеристики. Все это предопределило проведение представленных в настоящей статье исследований.

**Цель исследований – оценка влияния концентрации и кратности обработок экстрактами морских водорослей на репродуктивные показатели маточных**

*растений земляники садовой при возделывании в открытом грунте в условиях юго-востока Камчатки.*

**Материалы и методы исследований.** Работа выполнена в рамках Межведомственной программы комплексных научных исследований Камчатского полуострова и сопредельных акваторий, реализуемых Камчатским государственным университетом имени Витуса Беринга, а также государственного задания Камчатского филиала Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения РАН по теме «Структурно-функциональная организация, динамика и продуктивность наземных и прибрежных экосистем на Дальнем Востоке РФ. Разработка научных основ и экономических инструментов устойчивого природопользования».

Полевые исследования осуществляли в 2019–2021 гг. на территории экспериментального участка Камчатского научно-исследовательского института сельского хозяйства, расположенного в Елизовском районе (п. Сосновка, Камчатский край).

Агрохимический анализ вулканической охристой почвы опытного участка выявил следующие показатели (мг/100 г): подвижный фосфор – 6,23; обменный калий – 25,74; аммиачный и нитратный азот – 4,31 и 2,54 соответственно. Гидролитическая кислотность соответствовала значению 5,12 мг-экв./100 г при рН – 5,74. Непосредственно перед закладкой опыта поле содержалось по типу чистого пара.

В качестве объектов исследований использовали водные экстракты, полученные из морских бурых водорослей *Hedophyllum bongardianum* (Postels et Ruprecht) Yendo и *Alaria esculenta* (Linnaeus) Greville (Laminariales), а также растения садовой земляники (*Fragaria × ananassa* Duch.) сорта «Сюрприз Олимпиаде». Получение водных экстрактов предусматривало использование 1 кг водорослевого сырья. В качестве экстрагента применялась дистиллированная вода при гидромодуле 1:5. Процесс вели в сушильном шкафу СШ-80-02 СПУ на протяжении 36 часов, поддерживая температуру 40 °С. Полученные экстракты хранили в холодильнике при температуре 4 °С и при необходимости использовали для получе-

ния рабочих водных экстрактов с концентрациями 10 и 25 %.

*Опыт заложили в соответствии со следующей схемой:*

*Вариант 1 (контроль). Обработка растений водой.*

*Вариант 2. Обработка 10-процентным экстрактом водорослей *H. bongardianum*.*

*Вариант 3. Обработка 25-процентным экстрактом водорослей *H. bongardianum*.*

*Вариант 4. Обработка 10-процентным экстрактом водорослей *A. esculenta*.*

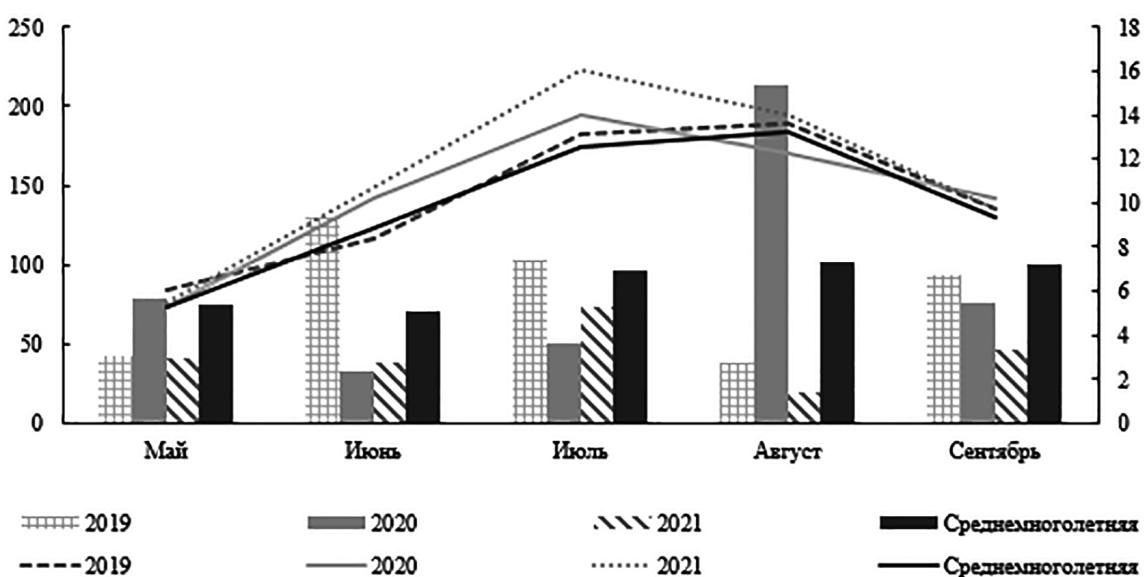
*Вариант 5. Обработка 25-процентным экстрактом водорослей *A. esculenta*.*

Растения размещали индивидуально с плотностью посадки 1,3×0,6 м. Опыт проводили в трехкратной повторности, объем каждой опытной группы составлял 30 растений. Некорневую обработку растений земляники садовой осуществляли в режиме одно- и двукратного применения с интервалом 7 дней. Первое опрыскивание было приурочено к фенологической фазе начала образования усов. Комплекс агротехнических мероприятий по уходу включал двукратную механизированную

обработку междурядий и четырехкратную ручную прополку в рядах.

Учеты и наблюдения при проведении эксперимента включали подсчет количества усов и розеток на маточном растении (кусте) и листьев на дочернем растении (розетке); биометрические измерения высоты растения (розетки) и длины корней растения (розетки), толщины корневой шейки растения (розетки). Они осуществлялись в соответствии с общепринятыми программами и методиками изучения ягодных культур [12, 13]. Статистическую обработку полученных экспериментальных данных осуществляли с использованием табличного процессора Microsoft Excel.

Метеорологические условия в годы проведения исследований отличались по тепло- и влагообеспеченности от средних многолетних величин (рис. 1). В 2019 г. среднемесячная температура воздуха в июле и августе превышала многолетние нормы на 0,6 °C и 0,4 °C соответственно. Наибольшее количество осадков зафиксировано в июне (129,2 мм), что практически вдвое превысило среднемноголетнюю



по вертикали слева – атмосферные осадки (гистограмма), мм;

по вертикали справа – температура воздуха, °C (график)

the vertical axis on the left shows precipitation (histogram), mm;

the vertical axis on the right shows air temperature, °C (graph)

**Рисунок 1 – Среднемесячные данные температуры воздуха и атмосферных осадков весенне-летнего периода в годы исследований**

**Figure 1 – Average monthly air temperature and precipitation data for the spring and summer periods during the study years**

норму (71,0 мм). В августе, напротив, наблюдался резкий дефицит осадков ( выпало 38,6 мм при норме 102,0 мм).

В 2020 г. температура воздуха в июне, июле и сентябре также превышала многолетние значения на 1,3 °С, 1,5 °С и 0,9 °С соответственно. По осадкам отмечалась высокая контрастность: в августе выпало 213,6 мм, что более чем в два раза превысило норму; в июне (33,4 мм) отмечался их существенный недостаток.

В 2021 г. среднемесячные температуры воздуха в течение всего вегетационного периода превышали многолетние показатели, особенно существенно в июле (16,0 °С). Количество осадков было неравномерным: в июне (37,6 мм) и августе (18,9 мм) отмечался их резкий дефицит, тогда как в июле (73,0 мм) значения были близки к норме.

Таким образом, все три года исследований были теплее климатической нормы, но существенно различались по режиму увлажнения: 2019 г. характеризовался избытком осадков в начале лета и их дефицитом в конце; 2020 г. – экстремально влажным августом, а 2021 г. – выраженной засушливостью в июне и августе.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Данные изучения влияния водорослевых экстрактов на основные показатели продуктивности маточных растений земляники крупноплодной, представленные в таблице 1, демонстрируют, что наибольшее количество усов сформировалось

при однократной некорневой обработке 10-процентным экстрактом *A. esculenta*. Показатель составил 7,5 штук с растения, что является максимальным значением среди всех опытных вариантов, достоверно превышая контроль на 27,1 %. Двукратное опрыскивание 25-процентным экстрактом *A. esculenta* также обеспечило увеличение количества усов до 6,9 штук с растения, превысив контрольные значения на 21,1 %. Полученные данные позволяют предположить наличие кумулятивного эффекта при использовании более концентрированных экстрактов [5].

Следует отметить, что остальные экспериментальные варианты не показали статистически значимого увеличения количества усов по сравнению с контролем. Более того, практически во всех вариантах с *H. bongardianum*, кроме однократной обработки 25-процентным экстрактом, отмечалась тенденция к снижению показателей, что может говорить о видовой и концентрационной специфичности действия экстрактов.

При оценке воздействия экстрактов на количество розеток, являющееся непосредственным показателем продуктивности маточных растений, выявлен стабильно положительный эффект как при однократной, так и при двукратной обработке *A. esculenta* – 9,0 шт./растение, превысивший контроль на 55,2 и 32,4 % соответственно, что может быть связано с оптимальным содержанием биологиче-

**Таблица 1 – Влияние одно- и двукратных некорневых подкормок водорослевыми экстрактами разной концентрации на продуктивность маточных растений земляники садовой (2019–2021 гг.)**

**Table 1 – Effect of single and double foliar feeding with algal extracts of different concentrations on the productivity of garden strawberry mother plants (2019–2021)**

Вариант обработки	Количество усов, шт./растение		Количество розеток, шт./растение	
	1	2	1	2
Контроль (обработка водой)	5,9±3,1	5,7±3,5	5,8±2,9	6,8±1,8
Экстракт <i>Hedophyllum bongardianum</i> (10 %)	5,0±4,1	5,2±3,6	8,0±1,9	6,8±2,9
Экстракт <i>Hedophyllum bongardianum</i> (25 %)	6,0±3,6	5,2±4,8	7,7±2,5	3,0±1,4
Экстракт <i>Alaria esculenta</i> (10 %)	7,5±4,8	6,5±3,9	9,0±3,7	9,0±3,4
Экстракт <i>Alaria esculenta</i> (25 %)	5,5±3,7	6,9±3,8	7,3±2,9	7,8±3,0
HCP <sub>0,5</sub>	1,34	1,03	1,83	1,91

Примечание: 1 – после однократной обработки, 2 – после двукратной обработки.

ски активных веществ, стимулирующих ростовые процессы [6]. Этот результат был особенно выражен в условиях засушливого периода вегетации 2021 г., что может указывать на адаптогенные свойства экстракта. Водорослевый экстракт *H. bongardianum* при однократной обработке 10 и 25-процентным раствором также увеличивал количество розеток, однако эффект резко снижался при двукратной обработке и повышении концентрации до уровня 25 %. По мнению некоторых исследователей, это может указывать на возможный фитотоксический эффект высоких доз данного водорослевого экстракта или наличие в его составе веществ, ингибирующих развитие при накоплении [14].

Результаты, представленные в таблице 2, свидетельствуют о значимом влиянии вида, концентрации и кратности обработки водорослевыми экстрактами на толщину корневой шейки и длину корней у розеток земляники садовой. Наибольшее положительное воздействие на толщину корневой шейки отмечено при использовании экстракта *A. esculenta*. Однократная обработка 25-процентным экстрактом обеспечила увеличение данного показателя до 2,7 см, что превышает контроль на 58,8 %. Двукратная обработка 10-процентным экстрактом *A. esculenta* также показала стабильный результат – 2,4 см, что на 26,3 % выше контроля. В то же время 10-процентный экстракт *H. bongardianum* при одно-

кратном применении привел к снижению толщины шейки до 1,2 см.

При этом наибольшая длина корней у розеток отмечена при двукратной обработке 25-процентными экстрактами у обоих видов водорослей: *H. bongardianum* (13,8 см) и *A. esculenta* (13,7 см), превышая контрольные значения соответственно на 32,7 и 31,7 %. Однократная обработка 10-процентным экстрактом *A. esculenta* также способствовала увеличению длины корней до 12,1 см.

Согласно данным таблицы 3, наибольший стимулирующий эффект на высоту розеток земляники садовой оказала двукратная обработка 25-процентным экстрактом *H. bongardianum*. В этом варианте показатель высоты достиг 22,2 см, что на 58,6 % выше контрольных значений. Однократная обработка 10-процентным экстрактом *A. esculenta* также положительно повлияла на высоту розеток, обеспечив прирост на 21,4 % по сравнению с контролем. Наибольший эффект наблюдался в 2019 г., для которого были характерны температуры, близкие к средним многолетним значениям, а также достаточное количество атмосферных осадков.

Максимальное количество листьев розетки (5,7 шт./растение) было отмечено при однократной обработке 10-процентным экстрактом *A. esculenta*, что превышает контрольный показатель на 32,6 %. Однако двукратное применение того же

**Таблица 2 – Влияние одно- и двукратных некорневых подкормок водорослевыми экстрактами разной концентрации на качественные показатели розеток растений земляники садовой (2019–2021 гг.)**

**Table 2 – Effect of single and double foliar feeding with algae extracts of different concentrations on the quality indicators of garden strawberry plant rosettes (2019–2021)**

Вариант обработки	Толщина корневой шейки, см		Длина корней, см	
	1	2	1	2
Контроль (обработка водой)	1,7±0,3	1,9±0,3	10,7±4,4	10,4±5,4
Экстракт <i>Hedophyllum bongardianum</i> (10 %)	1,2±0,2	2,0±0,4	11,7±4,8	11,5±4,1
Экстракт <i>Hedophyllum bongardianum</i> (25 %)	2,4±0,3	2,1±0,4	10,7±4,3	13,8±3,8
Экстракт <i>Alaria esculenta</i> (10 %)	2,4±0,5	2,4±0,3	12,1±4,5	11,6±4,2
Экстракт <i>Alaria esculenta</i> (25 %)	2,7±0,4	2,3±0,3	9,8±3,9	13,7±4,9
HCP <sub>0,5</sub>	0,11	0,13	1,63	1,84

Примечание: 1 – после однократной обработки, 2 – после двукратной обработки.

**Таблица 3 – Влияние одно- и двукратных некорневых подкормок водорослевыми экстрактами разной концентрации на морфометрические показатели розеток земляники садовой (2019–2021 гг.)**

**Table 3 – Effect of single and double foliar feeding with algal extracts of different concentrations on the morphometric parameters of garden strawberry rosettes (2019–2021)**

Вариант обработки	Высота, см		Количество листьев, шт./растение	
	1	2	1	2
Контроль (обработка водой)	14,0±2,2	14,0±2,1	4,3±2,1	4,0±1,9
Экстракт <i>Hedophyllum bongardianum</i> (10 %)	12,8±1,9	19,2±4,1	3,7±1,7	5,0±1,9
Экстракт <i>Hedophyllum bongardianum</i> (25 %)	10,6±5,3	22,2±6,9	2,3±2,3	3,0±1,8
Экстракт <i>Alaria esculenta</i> (10 %)	17,0±3,5	18,8±2,0	5,7±2,3	3,0±2,3
Экстракт <i>Alaria esculenta</i> (25 %)	11,6±4,5	19,0±4,6	3,3±1,7	4,3±1,8
HCP <sub>0,5</sub>	3,81	4,09	1,14	1,73

Примечание: 1 – после однократной обработки, 2 – после двукратной обработки.

экстракта снижало данный показатель до 3,0 шт./растение, что может свидетельствовать об ингибирующем эффекте при повторном опрыскивании. При этом экстракт *H. bongardianum* в концентрации 10 % при двукратной некорневой обработке увеличивал число листьев до 5,0 шт./растение, тогда как повышение концентрации до 25 % при том же режиме обработки приводило к снижению значения до 3,0 шт./растение. Последнее также указывает на возможное фитотоксическое действие высоких доз [14].

**Заключение.** Проведенное исследование выявило высокую эффективность применения водного экстракта буровой водоросли *Alaria esculenta* для стимуляции продуктивности маточных растений земляники садовой.

Установлено, что однократная обработка экстрактом в минимальной испытальной концентрации увеличивает количество розеток на 55,2 % и улучшает их морфометрические показатели, к которым относятся количество листьев, толщина шейки и длина корней.

При этом результативность двукратного применения данного экстракта является неоднозначной и зависит от применяемой концентрации и складывающихся метеорологических условий.

Таким образом, исследованиями подтверждено, что однократная некорневая обработка 10-процентным водным водорослевым экстрактом *Alaria esculenta* является наиболее оптимальным вариантом для повышения продуктивности маточных растений земляники садовой.

### Список источников

1. Bruno M., Giampieri F., Zhang Y., Zhong C. Status of strawberry breeding programs and cultivation systems in Europe and the rest of the world // Journal of Berry Research. 2018. Vol. 8. No. 3. P. 205–221. <https://doi.org/10.3233/JBR-180314>.
2. Гореликова О. А. Экономическая эффективность выращивания сортов садовой земляники интенсивного типа в Краснодарском крае // Субтропическое и декоративное садоводство. 2019. № 71. С. 245–250. <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2019-71-245-250>.
3. Зубкова М. И., Хрыкина Т. А., Панфилова О. В. Оценка усвообразовательной способности перспективных сортов земляники садовой маточного насаждения // Современное садоводство. 2018. № 1 (25). С. 50–54. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10108>. EDN LBJRPV.

4. Макарова К. С., Петров А. Ф., Семенюк Ю. А. Совершенствование технологии производства земляники садовой в условиях лесостепи Западной Сибири // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2025. № 1. Р. 40–46. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2025-74-1-40-46>. EDN CZAUJR.
5. Шибаева Т. Г., Шерудило Е. Г., Титов А. Ф. Экстракты морских водорослей как биостимуляторы растений // Труды Карельского научного центра РАН. 2021. № 3. С. 36–67. <http://dx.doi.org/10.17076/eb1383>. EDN ADUAJF.
6. Ali O., Ramsubhag A., Jayaraman J. Biostimulant properties of seaweed extracts in plants: Implications towards sustainable crop production // Plants. 2021. Vol. 10. No. 3. P. 531. <https://doi.org/10.3390/plants10030531>.
7. Rabhi M. L., Derbak L., Bendif H., Boufahja F., Abu-Elsaoud A. M., Garzoli S. Seaweed-derived biostimulants for sustainable crop production: A review // Journal of Biotechnology. 2025. Vol. 408. P. 201–216. <https://doi.org/10.1016/j.biotec.2025.09.013>.
8. Rengasamy K. R., Mahomoodally M. F., Aumeeruddy M. Z., Zengin G., Xiao J., Kim D. Bioactive compounds in seaweeds: An overview of their biological properties and safety // Food and Chemical Toxicology. 2020. Vol. 135. P. 111013. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.111013>.
9. Deolu-Ajayi A. O., van der Meer I. M., van der Werf A., Karlova R. The hower of seaweeds as plant biostimulants to boost crop production under abiotic stress // Plant Cell Environ. 2022. Vol. 45. P. 2537–2553. <https://doi.org/10.1111/pce.14391>.
10. Ertani A., Francisco O., Tinti A., Schiavon M., Pizzeghello D., Nardi S. Evaluation of seaweed extracts from *Laminaria* and *Ascophyllum nodosum* spp. as biostimulants in *Zea mays* L. using a combination of chemical, biochemical and morphological approaches // Frontiers in Plant Science. 2018. Vol. 9. P. 428. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00428>.
11. Shukla P. S., Mantin E. G., Adil M., Bajpai S., Critchley A. T., Prithiviraj B. *Ascophyllum nodosum* – based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management // Frontiers in Plant Science. 2019. Vol. 10. P. 655. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00655>.
12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел : Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 1999. 606 с.
13. Программно-методические указания по агротехническим опытам с плодовыми и ягодными культурами. Мичуринск, 1972. 184 с.
14. Stirk W. A., Van Staden J. Plant growth regulators in seaweeds: occurrence, regulation and functions // Advances in Botanical Research. 2014. Vol. 71. P. 125–159. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408062-1.00005-6>.

## References

1. Bruno M., Giampieri F., Zhang Y., Zhong C. Status of strawberry breeding programs and cultivation systems in Europe and the rest of the world. Journal of Berry Research, 2018;8;3:205–221. <https://doi.org/10.3233/JBR-180314>.
2. Gorelikova O. A. Economic efficiency of growing intensive garden strawberry varieties in the Krasnodar krai. *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo*, 2019;71:245–250. <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2019-71-245-250> (in Russ.).
3. Zubkova M. I., Khrykina T. A., Panfilova O. V. Evaluation of the whisker-forming capacity of promising varieties of garden strawberries from mother plantings. *Sovremennoe sadovodstvo*, 2018;1(25):50–54. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10108>. EDN LBJRPV (in Russ.).
4. Makarova K. S., Petrov A. F., Semenyuk Yu. A. Improvement of technology for production of garden strawberries in the forest-steppe conditions of Western Siberia. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2025;1:40–46. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2025-74-1-40-46> EDN CZAUJR (in Russ.).

5. Shibaeva T. G., Sherudilo E. G., Titov A. F. Seaweed extracts as plant biostimulants. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN*, 2021;3:36–67. <http://dx.doi.org/10.17076/eb1383>. EDN ADUAJF (in Russ.).
6. Ali O., Ramsubhag A., Jayaraman J. Biostimulant properties of seaweed extracts in plants: Implications towards sustainable crop production. *Plants*, 2021;10;3:531. <https://doi.org/10.3390/plants10030531>.
7. Rabhi M. L., Derbak L., Bendif H., Boufahja F., Abu-Elsaoud A. M., Garzoli S. Seaweed-derived biostimulants for sustainable crop production: A review. *Journal of Biotechnology*, 2025; 408:201–216. <https://doi.org/10.1016/j.biotec.2025.09.013>.
8. Rengasamy K. R., Mahomoodally M. F., Aumeeruddy M. Z., Zengin G., Xiao J., Kim D. Bioactive compounds in seaweeds: An overview of their biological properties and safety. *Food and Chemical Toxicology*, 2020;135:111013. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.111013>.
9. Deolu-Ajayi A. O., van der Meer I. M., van der Werf A., Karlova R. The power of seaweeds as plant biostimulants to boost crop production under abiotic stress. *Plant Cell Environ*, 2022;45: 2537–2553. <https://doi.org/10.1111/pce.14391>.
10. Ertani A., Francisco O., Tinti A., Schiavon M., Pizzeghello D., Nardi S. Evaluation of seaweed extracts from *Laminaria* and *Ascophyllum nodosum* spp. as biostimulants in *Zea mays* L. using a combination of chemical, biochemical and morphological approaches. *Frontiers in Plant Science*, 2018;9:428. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00428>.
11. Shukla P. S., Mantin E. G., Adil M., Bajpai S., Critchley A. T., Prithiviraj B. *Ascophyllum nodosum* – based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. *Frontiers in Plant Science*, 2019;10: 655. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00655>.
12. *Program and methodology for variety testing of fruit, berry, and nut crops*, Orel, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut selektsii plodovykh kul'tur, 1999, 606 p. (in Russ.).
13. *Program and methodological guidelines for agronomic experiments with fruit and berry crops*, Michurinsk, 1972, 184 p. (in Russ.).
14. Stirk W. A., Van Staden J. Plant growth regulators in seaweeds: occurrence, regulation and functions. *Advances in Botanical Research*, 2014;71:125–159. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408062-1.00005-6>.

© Дахно О. А., Ключкова Н. Г., Дахно Т. Г., 2025

Статья поступила в редакцию 24.10.2025; одобрена после рецензирования 19.11.2025; принята к публикации 21.11.2025.

The article was submitted 24.10.2025; approved after reviewing 19.11.2025; accepted for publication 21.11.2025.

#### Информация об авторах

**Дахно Ольга Александровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга, ORCID: 0000-0001-6824-4229, Author ID: 745630, [o\\_dakhno@mail.ru](mailto:o_dakhno@mail.ru);

**Ключкова Нина Григорьевна**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, ORCID: 0000-0003-3430-4056, Author ID: 344281, [ninakl@mail.ru](mailto:ninakl@mail.ru);

**Дахно Тимофей Григорьевич**, научный сотрудник, Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного филиала Российской академии наук, ORCID: 0009-0003-5629-6904, Author ID: 745699, [tim.gri.d@mail.ru](mailto:tim.gri.d@mail.ru)

***Information about the authors***

**Olga A. Dakhno**, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Vitus Bering Kamchatka State University, ORCID: 0000-0001-6824-4229, Author ID: 745630, [o\\_dakhno@mail.ru](mailto:o_dakhno@mail.ru);

**Nina G. Klochkova**, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Kamchatsky Branch of the Pacific Institute of Geography of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, ORCID: 0000-0003-3430-4056, Author ID: 344281, [ninakl@mail.ru](mailto:ninakl@mail.ru);

**Timofey G. Dakhno**, Researcher, Kamchatsky Branch of the Pacific Institute of Geography of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, ORCID: 0009-0003-5629-6904, Author ID: 745699, [tim.gri.d@mail.ru](mailto:tim.gri.d@mail.ru)

**Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.**  
**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

**Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.**  
**The authors declare no conflicts of interests.**