

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ НА РАЗВИТИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ КУЛЬТУР

М.И. Мраморнова¹, Л.П. Воронина¹, д.б.н., Н.Н. Малеванная², к.б.н., А.Г. Андреев³, к.б.н.,

¹Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, ²Некоммерческое научно-производственное партнёрство (ННПП) НЭСТ М, ³Ульяновский совхоз декоративного садоводства, Филиал «ГУП Мосзеленхоз» (УСДС)

Изучены физиологическо-морфологические особенности действия и агрохимическая эффективность удобрения ЭкоФус.

Ключевые слова: водоросли, декоративные культуры, органические удобрения, грунт, ЭкоФус.

В последние годы появляется все больше работ по изучению действия различных веществ из водорослей на растения. Так, препарат, полученный из бурой водоросли *Ecklonia maxima*, стимулировал образование корней у некоторых видов растений, ускорял рост и созревание томата, снижал его заражение нематодами. Полученные данные указывали на перспективность использования водорослей как источника антибактериальных и антигрибных препаратов для растений (Васьковский, 1998).

Использование водорослей в качестве удобрений весьма эффективно. В них высокое содержание макроэлементов (азота 1,69-2,7 %, фосфора 0,2-0,4%), а также микроэлементов, (йода, марганца, молибдена, бора и др.), необходимых для сельскохозяйственных культур. Водорослевые полисахариды, вступая в контакт с почвенной влагой, улучшают структурно-механические свойства поверхностного слоя почвы, а витамины и аминокислоты, содержащиеся в водорослях, – условия питания растений через их корневую систему и благоприятствуют их росту и развитию. Полисахариды проявляют значительную биологическую активность: вирусоцидную, противомикробную. Водоросли богаты также солями альгиновой кислоты, которая известна своими высокими радиоционно-защитными свойствами (Сиренко, 1988).

По данным производителя, действующим веществом удобрений на основе водорослей является арахидоновая кислота, которая обладает ценными биологическими свойствами – активирует иммунитет и жизнедеятельность растений. Растения становятся устойчивее к заболеваниям, резким перепадам температур и другим стрессам (Назаров, 2009; Воронина и др., 2013). При изучении возможности использования зеленых водорослей в качестве органического удобрения на злаковых культурах установлено, что всхожесть семян пшеницы при обработке испытуемыми удобрениями составила 90%, в растворе питательной среды – 70, при поливе дистиллированной водой – 60%. Кроме анализа всхожести семян была измерена также длина проростков, так на контроле она составила 10 мм, в группе с питательным раствором 15, в варианте с суспензией зеленых водорослей – 15-39 мм. Таким образом, было доказано положительное влияние зеленых водорослей на всхожесть и развитие злаковых культур (Тлеукеева, Шайдуллина, 2012).

Цель наших исследований – совершенствование системы выращивания декоративных культур с применением

новой органической формы удобрений – ЭкоФус.

Методика. Объект исследования – препарат фирмы «НЭСТ М» ЭкоФус, выделенный из водоросли фукус. Виды фукуса распространены у берегов холодных и умеренных морей Северного полушария.

ЭкоФус – удобрение с биологически активными веществами, которые содержатся в морепродуктах и насыщены альгиновыми кислотами и альгинатами, а также арахидоновой кислотой. Характеристика удобрения ЭкоФус приведена ниже.

Показатель	Единица измерения
Массовая доля макроэлементов:	Содержание на сухое вещество, %, не менее
азот общий	1,8
фосфор общий (P ₂ O ₅)	1,0
калий общий (K ₂ O)	2,0
Массовая концентрация микроэлементов:	г/л, не менее
железо	1,8
магний	0,5
марганец	1,2
медь	0,3
бор	0,4
цинк	0,3
кальций	0,25
молибден	0,2
кобальт	0,1
Кислотность (показатель активности водородных ионов)	
pH 1%-ного водного раствора	6,8-7,6

Характеристика питательного раствора. Испытуемые растения поливали стандартным питательным раствором, используемым в совхозе со следующим содержанием питательных веществ:

pH 5,5; Ес – 1,8-2,2; NH₄ – 10-20 мг/л, NO₃ – 120-140, K-18-200, P – 30-35, Ca – 200, Mg – 68, Cl – 10, Na – 10, S – 50, Fe – 10 мг/л.

Эксперименты заключались в исследовании влияния новой формы органических удобрений ЭкоФус на развитие декоративных культур. Опыты были заложены в июле и декабре 2012 г. в Ульяновском совхозе декоративного садоводства, Филиале «ГУП Мосзеленхоз» (УСДС) Московской обл.

Опыт 1. Цель опыта, поставленного летом 2012 г., было определение наиболее отзывчивых декоративных культур на испытуемые препараты. Продолжительность опыта – 35 дней. **Схема опыта:** 1-й вариант – контроль: полив питательным стандартным раствором, используемым в совхозе; 2-й вариант: удобрение ЭкоФус + полив питательным стандартным раствором, исполь-

зуемым в совхозе.

Подкормки испытуемым раствором в опытных вариантах и водой на контроле осуществляли 1 раз в 7 дней внесением их под корень.

Дозы подкормки. Разведение 1 : 200 (0,5%-ный раствор), объем рабочего раствора 100 мл/500 мг субстрата. Объем цветочного горшка – 1 л.

Опыт проводили в 6-кратной повторности. В качестве материала использовали различные виды декоративных горшечных культур в фазе вегетации – образование боковых побегов.

Виды растений: бальзамин, бегония рекс, герань, гибикус, глоксиния, кодиеум, колеус, петуния, петуния кашпо, примула, тагетес, (бархатцы), фуксия, хоста, цикламен, цинерария морская

Параметры учета наблюдений. Для регистрации воздействия испытуемых препаратов проводили учет и замеры в период вегетации растений. Следили за динамикой развития культур по следующим показателям: высота, число листьев, размеры листа, количество цветков, количество бутонов, диаметр цветка. Для визуализации результатов проводили фотосъемку.

Опыт 2. Цель опыта – исследовать влияние испытуемого препарата на отзывчивые культуры. По результатам первого опыта в качестве материала были использованы следующие отзывчивые культуры: бальзамин, глоксиния, цикламен.

Для опыта отбирали растения в начальной стадии вегетации в фазе 2-4-го листа. Готовили субстрат. Проводили набивку сосудов по массе и высаживали в них экспериментальные растения. Продолжительность опыта 80 дней, схема опыта и доза используемого удобрения соответствовали первому эксперименту.

Параметры учета наблюдений были дополнены. Образцы растительного материала и субстрата отобрали для химического анализа. Растительные образцы были проанализированы общепринятыми агрохимическими методами на содержание в них NPK, а также хлорофилла а и b. (Практикум по агрохимии, 2001).

Была измерена медленная индукция флуоресценции листьев, как показатель фотосинтетической активности. Для возбуждения флуоресценции использовали осветительную систему с галогеновой лампой мощностью 90 Вт и с дополнительной фокусирующей линзой. Сигнал, пропорциональный интенсивности флуоресценции, после соответствующего усиления подавали на компьютер, с помощью которого регистрировали индукцию флуоресценции (Караваев, 1990).

Статистическую обработку данных проводили с использованием программ Statistica 6.0 и Excel.

Результаты и их обсуждение. Наиболее отзывчивыми цветочными культурами, установленными в опыте 1, оказались бальзамин, глоксиния и цикламен, отклик которых на препарат был более полно исследован в опыте 2.

Учет *бальзамина* в опыте 2 проводили по числу листьев, длине и ширине листовой пластины, а также по числу бутонов, цветков и их диаметру.

Максимальное число листьев (35) было в варианте ЭкоФус, что на 40% больше, чем в контрольном варианте.

Размеры листовой пластины: средняя длина листа 12,8-12,9 см, что на 28-29% больше контроля, средняя ширина листа 4,7-4,9 см, что на 24-29% больше контрольного варианта (табл. 1).

1. Биометрические показатели бальзамина

Вариант опыта	Среднее число листьев	% от контроля	Средняя длина листовой пластины, см	% от контроля	Средняя ширина листовой пластины, см	% от контроля
<i>Листья</i>						
Контроль	25	100	10	100	3,8	100
ЭкоФус	35	140	12,9	129	4,9	129
HCP ₀₅	1,7		0,7		0,5	
	Среднее число цветков	% от контроля	Диаметр цветка, см	% от контроля	Среднее число бутонов	% от контроля
<i>Цветки</i>						
Контроль	4	100	5,7	100	7	100
ЭкоФус	5	120	7	123	9	130
HCP ₀₅	0,9		0,4		0,8	

В варианте ЭкоФус в среднем на 5 растений число цветков составляет 5, что на 20% превышает их число на контроле (табл. 1). Среднее число бутонов в варианте ЭкоФус составляет 8, в контрольном варианте среднее число бутонов составляет 7.

Размеры цветка в опытном варианте значительно (на 23%) превышают таковые на контроле.

Даже по визуальной характеристике можно проследить значительное увеличение фитомассы, размеров листьев и цветков в варианте ЭкоФус в сравнении с контролем.

Учет *глоксинии* проводили по числу листьев, длине и ширине листовой пластины, а также по числу бутонов, цветков и их диаметру.

Среднее на 5 растений число листьев в варианте ЭкоФус составляет 16, на контроле – 15. По числу листьев у глоксинии наблюдается незначительное изменение при действии препарата (табл.2).

2. Биометрические показатели глоксинии

Вариант опыта	Среднее число	% от контроля	Средняя длина, см	% от контроля	Средняя ширина, см	% от контроля
<i>Листья</i>						
Контроль	12	100	15	100	12	100
ЭкоФус	16	133	19	127	15	125
HCP ₀₅	1,7		1,4		1,1	
	Среднее число	% от контроля	Диаметр, см	% от контроля	Среднее число бутонов	% от контроля
<i>Цветки</i>						
Контроль	3	100	3,5	100	14	100
ЭкоФус	7	210	9	270	18	129
HCP ₀₅	1,1		1,4		1,5	

Максимально испытуемый препарат повлиял на цветение растения.

В варианте ЭкоФус среднее число цветков 7, что превышает контроль более чем в 2 раза. Среднее число бутонов в варианте на 1 растение составило 18, что на 28% больше чем на контроле. Положительную динамику действия препарата можно также проследить визу-

ально.

Учет *цикламена* проводили по среднему числу листьев, длине и ширине листовой пластины. В варианте ЭкоФус отмечено наибольшее число листьев на 1 растении – 15, что на 36% превышает контрольный вариант. Применение препарата положительно повлияло на размеры листовой пластины цикламена: средняя длина листа превысила контроль на 19%, а средняя ширина листа – на 13%. (табл.3).

3. Биометрические показатели листьев цикламена

Вариант опыта	Среднее число	% от контроля	Средняя длина, см	% от контроля	Средняя ширина, см	% от контроля
Контроль	11	100	8	100	8,6	100
ЭкоФус	15	136	9,5	119	9,7	113
НСР ₀₅	1,3		0,4		0,4	

Регистрируя флуоресцентные показатели растительных объектов, можно судить об эффективности первичных процессов фотосинтеза и всего фотосинтетического процесса в различных условиях. Основное положение заключается в том, что уменьшение эффективности запасаения света в фотосинтезе приводит к увеличению интенсивности флуоресценции (Караваев, 1990). Удобрение ЭкоФус стимулировало фотосинтетическую активность у всех видов растений, флуоресценция в данном варианте снижалась (рис.).

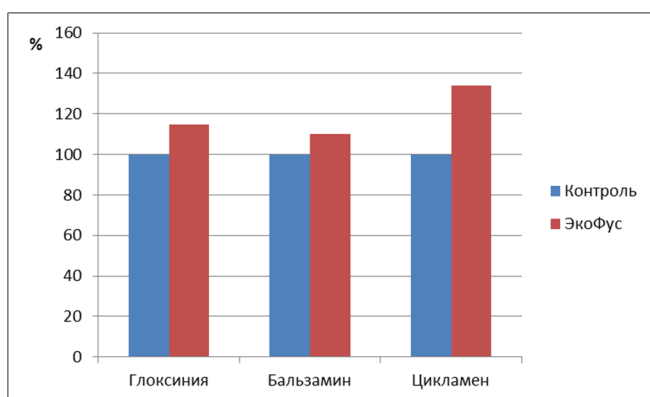


Рис. Относительное изменение фотосинтетической активности растений

На основании характеристики грунта можно сделать вывод об обеспеченности его элементами питания: с внесением удобрений в субстрате она улучшилась. Существенно улучшилось питание азотом и содержание водорастворимого фосфора в почве увеличивалось в зависимости от применяемого удобрения по сравнению с контролем. Наблюдается также увеличение содержания водорастворимого калия в зависимости от применяемого удобрения. Максимальная обеспеченность калием отмечена в варианте ЭкоФус (табл. 4). Содержание калия в почве коррелирует с его содержанием в растениях, видовое различие по содержанию калия незначительно, общее содержание во всех растениях достаточно высокое – 7,2-7,9%.

Содержание азота в листьях различается в зависимости от вида растений. Максимальное количество азота у глоксинии, у бальзамина и цикламена оно меньше (табл. 5). Применение удобрений положительно отразилось на содержании азота в листьях растений. У всех трех видов растений в вариантах ЭкоФус наблюдается

достоверное увеличение содержания азота. У бальзамина содержание азота в листьях в варианте ЭкоФус увеличилось на 25% к контролю, у глоксинии – на 19 и у цикламена – на 18% к контролю (табл. 5). Отмечается прямая корреляция между содержанием аммонийного и нитратного азота в почве и содержанием общего азота в растениях. Максимальное содержание азота у глоксинии в варианте ЭкоФус, что коррелирует с максимальным значением азота в почве. Согласно литературным данным, оптимальное содержание N в листьях бальзамина составляет 2,9-4,8% (Frantz, Locke, 2007).

4. Состав грунта опытных вариантов, мг/л

Вариант опыта	N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅ , водный	K ₂ O, водный
Бальзамин: контроль	82,6	6,9	117	117,6
ЭкоФус	101,2	10,32	128,2	193,2
Глоксиния: контроль	71,2	6,24	125,9	113,4
ЭкоФус	94	9,06	136,9	181,2
Цикламен: контроль	91,6	7,5	132,3	111,6
ЭкоФус	104,8	9,84	137,4	190,8
Оптимальное значение	80-130	2-10	15-20	110-170

5. Среднее содержание азота, фосфора и калия в листьях растений, %

Показатель	Контроль	ЭкоФус	НСР ₀₅
Содержание азота:			
бальзамин	2,43	3,05	0,21
глоксиния	3,52	4,2	0,11
цикламен	2,11	2,49	0,15
Содержание фосфора:			
бальзамин	0,69	0,75	0,08
глоксиния	0,58	0,63	0,07
цикламен	0,41	0,46	0,06
Содержание калия:			
бальзамин	6,29	6,72	0,18
глоксиния	7,21	7,75	0,35
цикламен	7,2	7,92	0,14

Содержание фосфора зависит от вида растения. Наибольшее оно у бальзамина, а наименьшее у цикламена. Достоверного увеличения содержания фосфора в листьях исследуемых растений при применении испытуемых удобрений не наблюдается (см. табл. 5). В удобренных вариантах отмечена тенденция к небольшому увеличению содержания фосфора у всех видов растений. Согласно литературным данным, оптимальное содержание фосфора в листьях бальзамина составляет 0,3-0,5% (Frantz, Locke, 2007).

Применение удобрений незначительно повлияло на изменение содержания калия в растениях по вариантам. Содержание калия высокое у всех растений вследствие высокой обеспеченности почвы легкорастворимым калием во всех вариантах опыта. В вариантах с внесением удобрений наблюдается лишь тенденция к увеличению содержания калия у всех видов растений. По литератур-

ным данным, оптимум содержания калия в листьях бальзамина составляет 3,5-5,2% (Frantz, Locke, 2007).

Выводы: 1. Максимально отзывчивыми декоративными культурами на удобрения на основе фукусовых водорослей были бальзамин, глоксиния и цикламен. 2. Применение удобрения ЭкоФус увеличило количество листьев на 35-40% в зависимости от вида растения. В вариантах с удобрениями растения зацветали на 1 нед раньше, цветки были значительно крупнее, чем на контроле, наблюдалась стимуляция фотосинтетической активности у всех трех видов растений.

Литература

1. Васильковский В.Е. Морские макрофиты. Систематика, биохимия, использование // Биология. – 1998. – №7. – С.51-57.
2. Воронина Л.П., Черкашина Н.Ф., Ильина И.И. Роль арахидоновой кислоты в регуляции роста и развития ячменя (*Hordeum vulgare* L.).

Теоретическая и прикладная экология, 2013. Вып.1. – С. 77-82.

3. Караваев В.А. Нелинейные регуляторные процессы в фотосинтезе высших растений. // Дисс.докт. физ.-мат. наук. – М.: МГУ, 1990. – 416 с.
4. Назаров П.Е., Мягкова Г.И., Гроза Н.В. Полиненасыщенные жирные кислоты как универсальные эндогенные регуляторы. // Вестник МИТХТ. – 2009. Т.4. – №6. – С. 3-18.
5. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г.Минеева. – М.: МГУ, 2001. – 689 с.
6. Сиренко Л.А., Козицкая В.Н. Биологически активные вещества водорослей и качество воды // Киев: Наукова думка, 1988. – 256 с.
7. Тлеукеева А.Е., Шайдуллина Л.Ш. Возможность использования органических удобрений на основе зелёных водорослей, повышающих урожайность злаковых культур // ФЭН-Наука. – 2012. – №8(11). – С.14-16.
8. Frantz J. M., Locke J. C. Impact of Applied Nitrogen Concentration on Growth of Flatiron Begonia and New Guinea Impatiens and Susceptibility of Begonia to Botrytis cinerea // J.Amer.Soc.Hort.Sci – 2007. – Vol.132(2). – P.193-201.

EFFECT OF ALGAE FERTILIZERS ON THE DEVELOPMENT OF DECORATIVE CROPS

M.I. Mramornova¹, L.P. Voronina¹, N.N. Malevannaya², A.G. Andreev³

¹Moscow State University, Moscow, 119991 Russia

²NNPP NEST M, pr. Mira 36-1, office 4, Moscow, 129110 Russia

³Landscape Gardening Farm, Branch of GUP Moszelenkhoz,
a/yu 39, Moskovskii, Leninskii raion, Moscow oblast, 142784 Russia

e-mail: Luydavonina@yandex.ru

In the growing range of new organic fertilizers, of special interest are biologically active substances, the acting mechanism of which is also linked to hormonal regulation. The production and application of new preparations based on brown and fucus algae increase. Physiological and morphological features of the action and efficiency of the agrochemical fertilizer EkoFus have been studied.

Keywords: algae, decorative crops, organic fertilizers, substrate, EkoFus.