

ЭФФЕКТИВНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ И ЭКОЛОГИЧНОЕ РАСТЕНИЕВОДСТВО

**С.Р. Аллахвердиев, доктор биологических наук
Н.О. Минькова, кандидат биологических наук**

Московский государственный гуманитарный университет имени М.А. Шолохова

Статья посвящена влиянию эффективных микроорганизмов на некоторые физиологические процессы в растениях, на их устойчивость к стрессовым факторам среды и биологическую активность почвы. В статье рассматриваются пути и методы оптимизации физиологических процессов в растениях и процессы стабилизации плодородия почв с помощью ЭМ-технологии в целях развития экологичного растениеводства.

Таинственный и незримый мир окружает нас повсюду. Бактерии, лучистые и плесневые грибки, вирусы, другие микроорганизмы присутствуют в воздухе, почве, воде и в живых организмах. Они встречаются в глубинах океанов, в кратерах вулканов, в горячих источниках и даже, в атомных реакторах. Им характерна высокая приспособляемость, не знающая ограничений.

Природа снабдила микроорганизмы оружием для нападения и защиты: химическими веществами, которые вырабатываются и накапливаются клеткой, и могут выделяться в окружающую среду.

Русский учёный И.И. Мечников создал научные основы теории антагонизма микробов и практического её использования для лечения инфекционных заболеваний и предотвращения старения. Он доказал, что молочнокислые бактерии подавляют развитие вредных для организма гнилостных бактерий, попадающих в кишечник человека и животных. Впервые в истории науки была сделана успешная попытка применения продуктов жизнедеятельности микробов-антагонистов для лечения и профилактики болезней, вызванных другими микробами, за что совместно с немецким врачом и бактериологом П. Эрлихом был удостоен Нобелевской премии.

Со временем, проникнув в мир вездесущих обитателей планеты, люди научились использовать разнообразные ценные качества микроорганизмов. В природе существуют микроорганизмы, способные получать энергию, в отличие от млекопитающих, не поглощая кислород воздуха, а путём брожения. Например, дрожжи преобразуют глюкозу в этиловый спирт и кислоту без доступа кислорода. Такие анаэробные микроорганизмы даже гибнут в кислородной атмосфере.

Известны бактерии, использующие для биосинтеза энергию солнечного света, как растения. Их называют фотосинтетическими или фототрофными. Местом их обитания являются серные источники, озёра, морские заливы и лиманы. Красные и зелёные плёнки на подводных камнях, кровавая окраска воды являются признаками скопления пурпурных и зелёных серных бактерий. Некоторые из них способны усваивать молекулярный азот или выделять молекулярный водород, а также окислять сероводород до серы и сульфатов.

В живой природе сосуществование – симбиоз – весьма распространённое явление. Один организм поселяется в другом, иного вида, и оба приносят друг другу пользу. Некоторые учёные считают, что именно симбиоз лежит в основе скачков в эволюционном преобразовании живой материи.

Живая клетка безмерно превосходит любой созданный человеком завод своей уникальной слаженностью процессов, экономичностью и рациональностью.

Одноклеточные микроорганизмы – это корни всего грандиозного дерева жизни, вершину которого представляет человек. Численность и плодовитость невидимок превосходит всё живое, а функции служат опорой и основой всего круговорота веществ на планете.

Микробная клетка, как бы мала она ни была, представляет собой необыкновенно сложную открытую систему, которая непрерывно обменивается веществами и энергией с окружающей средой.

Бактерии и сине-зелёные водоросли являются представителями прокариотов, организмов, не обладающих полностью оформленным ядром («кариос») клетки.

Дрожжи, как и все грибы, входят в надцарство высших растений и животных, называемое надцарство эукариотов. Это значит, что их клетки имеют истинное ядро, защищённое сложно устроенной оболочкой – мембраной.

С помощью современных химических и физических методов исследования удалось установить много неожиданного и нового о роли и функциях внутриклеточных структур. Выделяя существенные различия в устройстве прокариотов и эукариотов, следует не забывать то общее, что их объединяет, что роднит все организмы, на каком бы высоком уровне развития они не находились: об их общем происхождении и общем, универсальном для всех, коде наследственности. Безусловно, одноклеточный организм вынужден сам выполнять подавляющее большинство функций, обеспечивающих его существование. В многоклеточном же организме происходит «разделение обязанностей». Так, клетке мозга животного не приходится заботиться о поступлении питательных веществ или кислорода. Эти функции выполняют другие специализированные клетки. Однако главный принцип и главные процессы, такие как синтез собственных белков, по программам нуклеиновых кислот и передача наследственных признаков являются одинаковыми у простейших бактерий и у высшего творения природы – человека.

Благодаря видовому иммунитету, мы не замечаем множества микробов и их продуктов, но именно микробы, в первую очередь, обеспечивают макроорганизмам устойчивость и возможность адаптации к изменениям внешней среды.

В природе нет никаких удобрений, есть компоненты питания обитателей почвы. Ни минералы, ни органика сами по себе не переходят в усвояемую форму. Эту функцию выполняют обитатели почв – бактерии, черви и прочие организмы. Суть плодородия почв заключается в правильном «кормлении бактерий и прочих живых существ».

Главным фактором устойчивого существования естественного плодородия земли является симбиоз почвенных микро- и макро-организмов, находящихся в постоянном динамическом равновесии. Именно они отвечают за стабилизацию глобального баланса углерода.

Процесс деградации земель во всём мире идёт в результате воздействия различных факторов, в том числе, изменения климата и хозяйственной деятельности человека. Это особо остро проявляется на территориях с высокой плотностью населения и большим сельскохозяйственным потенциалом.

Разрушительное природопользование (химизация, накопление промышленных отходов, отравляющие выбросы и прочие) уничтожает микрофлору и животных почвенного сообщества – основных воспроизводителей плодородия почвы.

Оживить землю, восстановить её плодородный слой (гумус) можно с помощью биокомпостов, содержащих в себе симбиотическую ассоциацию микроорганизмов (эффективные микроорганизмы) и органику.

В состав препарата "Байкал ЭМ-1" входят различные группы микроорганизмов. Вместе они составляют устойчивый симбиоз. Они поддерживают друг друга, поэтому длительно живут в почве. Вот наиболее крупные группы входящих в ЭМ - препарат микроорганизмов и основные выполняемые ими функции: фотосинтезирующие и молочнокислые бактерии, дрожжи и продукты их жизнедеятельности.

Фотосинтезирующие бактерии синтезируют аминокислоты, нуклеиновые кислоты, биологически активные вещества и сахара из корневых выделений растений, органических веществ, и ядовитых газов, используя солнечный свет, и тепло почвы как источники энергии. Эти вещества поглощаются растениями непосредственно и являются пищей для развивающихся бактерий. В ответ на увеличение числа фотосинтезирующих бактерий в почве растёт содержание других эффективных микроорганизмов. Например, содержание микоризных грибов увеличивается из-за доступности аминокислот. А микориза, в свою очередь, улучшает растворимость фосфатов в почвах, доставляя растениям недоступный ранее фосфор.

Молочнокислые бактерии вырабатывают молочную кислоту из сахара и других углеводов, произведенных фотосинтезирующими бактериями и дрожжами. Напитки типа йогурта и рассолов производят с использованием молочнокислых бактерий. Молочная кислота — сильный стерилизатор. Она подавляет вредные микроорганизмы и ускоряет разложение органического вещества. Кроме того, молочнокислые бактерии ферментируют лигнины и целлюлозу. Молочнокислые бактерии способны подавить распространение вредного микроорганизма *Fusarium*, вызывающего болезни растений. Увеличение численности *Fusarium* ослабляет растения, что вызывает развитие других болезней и часто заканчивается вспышкой нематод. Численность нематод падает постепенно, по мере того, как молочнокислые бактерии подавляют распространение *Fusarium*.

Дрожжи синтезируют антибиотики и полезные для растений вещества из аминокислот и сахаров, продуцируемых фотосинтезирующими бактериями, органическими веществами и корнями растений. Биологически активные вещества типа гормонов и ферментов, произведенные дрожжами, стимулируют рост корня. Они выделяют полезные субстраты для молочнокислых бактерий и актиномицетов.

Литературные данные свидетельствуют о том, что «Байкал ЭМ1» не обладает мутагенным, тератогенным, канцерогенным, аллергогенным и пирогенным действием, не содержит генетически измененных микроорганизмов и эти особенности препарата очень важны с точки зрения его влияния на здоровье человека и окружающую среду. Как правильно отмечает Блинов В.А. (Саратовский государственный аграрный университет), «ЭМ – технология» является единственной современной технологией, которая охватывает все области АПК: почву, растения, животных, переработку сельскохозяйственного сырья, получение экологически чистой продукции».

Известно, что минеральное питание растений обеспечивается деятельностью почвенных микроорганизмов, которые превращают органику в водорастворимые минеральные соединения, попадающие в виде раствора в растения. Проблема взаимоотношения высших растений с микроорганизмами является одной из актуальных, а это связано с тем, что оптимальное функционирование растений может осуществляться лишь при тесном взаимодействии с различными не патогенными по действию микроорганизмами.

Нами, на различных лесных и сельскохозяйственных культурах проведены широкомасштабные испытания микробиологического препарата «Байкал ЭМ1».

Объектами исследования явились следующие виды культурных растений: каштан (*Castanea sativa* Mill.), бук восточный (*Fagus orientalis* Lipsky), ольха чёрная (*Alnus glutinosa* Mill.), ель восточная (*Picea orientalis* Link), сосна калабрийская (*Pinus brutia* L.), сосна чёрная (*Pinus nigra* Arnold), белая акация (*Robinia pseudoacacia*), амарант (*Amaranthus cruentus* L.), амарант (*Amaranthus tricolor* L.), шафран (*Saffron crocus*), томаты (*Lycopersicon esculentum*).

Опыты были заложены в питомниках и теплицах (томаты). Предварительно были выполнены лабораторные исследования на семенах древесных пород, с целью выявления оптимальной концентрации ЭМ - препарата. Известно, что семена некоторых древесных пород, являющихся

многолетними культурами, обладают низкой всхожестью, а всходы долго формируются. Видимо, по этой причине, многие исследователи работают с однолетними культурами и имеют возможность за короткий период оценить действие того или иного препарата на растительный организм.

«Байкал ЭМ1» применялся перед посадкой семян в почву, в виде их замачивания в водном растворе препарата и последующем опрыскивании всходов на протяжении вегетационного периода, ежемесячно один раз. Семена замачивались в водном растворе препарата, в концентрации 1:100 (на 10 литров воды 100 мл. препарата), а опрыскивание – 1:2000 (0,5 мл. препарата на один литр воды). Время замачивания семян, в зависимости от их структуры (твёрдые или мягкие, крупные или мелкие) составляло 10-14 часов. Первое опрыскивание проводилось через 3 дня после появления всходов, которые полностью смачивались. Внекорневое опрыскивание саженцев и рассады проводилось в вечерние часы, чтобы предотвратить ожог листьев от солнечных лучей, наиболее активных в дневное время.

На примере пшеницы следует отметить следующее: препарат «Байкал ЭМ1» оказывает существенное влияние на энергию прорастания (93-96%) и всхожесть (97-98%) семян. Всходы обработанных семян появились на 3-5 дней раньше, чем не обработанных препаратом и имели более интенсивную окраску. Максимальная прибавка урожая в обработанных препаратом вариантах составила, в среднем, 25,4%. Следует отметить, что на участках, где росла пшеница обработанная препаратом, засоренность была, в среднем, на 50% меньше.

Несмотря на то, что нами не проводились анализы, связанные с определением фунгитоксичности препарата, на протяжении всей вегетации растений органолептически не отмечены заболевания различного рода грибами (корневые гнили, бурая ржавчина), что может свидетельствовать о фунгитоксической активности препарата «Байкал ЭМ1». Аналогичный эффект установлен на хлебных злаках, бобовых и кукурузе (Сидорова З.И., АО «Центр испытательной техники», Украина, 2001).

Применение препарата «Байкал ЭМ1» на томатах (замачивание семян и опрыскивание всходов) способствовало увеличению количества и массы плодов на кустах, а также урожая с единицы площади. В обработанных вариантах сформировалось от 50 до 55 плодов на 1 куст, что было на 10-15 плодов больше, чем в необработанных препаратом вариантах. При этом на плодах опытных вариантов наблюдалось более раннее покраснение плодов.

Известно, что фитофтороз (*Phytophthora infestans*) является распространенным заболеванием томатов, вызывающим преждевременное усыхание листьев и стеблей, а также загнивание плодов. В наших опытах, при обработке семян и всходов препаратом «Байкал ЭМ1» томаты не поражались этим патогенным грибом, что очень важно как с биологической, так и экономической точек зрения. Для научного подтверждения данного феномена, на наш взгляд, необходимо проведение в лабораторных условиях серии микробиологических опытов, имея при этом культуру гриба и растения томатов.

Результаты опытов с буком восточным (*Fagus orientalis* Lipsky) показали, что препарат «Байкал ЭМ1» стимулирует процессы роста и развития, выраженные в формировании надземной и корневой систем растений. Подтверждением тому явились физиологические и биохимические анализы листьев на содержание в них азота, протеинов, ДНК и РНК.

Содержание этих необходимых для растительного организма метаболитов при обработке данным препаратом, в листьях бука восточного увеличивается, что может быть связано с оптимизацией функционального состояния клеточных органелл.

Аналогичное действие препарата выявлено на амаранте и шафране, что свидетельствует о высокой физиологической активности эффективных микроорганизмов. В растениях опытных вариантов («Байкал ЭМ1») выявлена коррелятивная связь между содержанием нуклеиновых кислот и протеинов в листьях обеих культур.

Таблица 1.

Действие препаратов «Байкал ЭМ1» и Биогумус на содержание азота и протеинов в листья *Amaranthus caudatus L.* и *Amaranthus tricolor L.* (в % на сухой вес)

Варианты	Дата анализов	<i>Amaranthus caudatus L.</i>		<i>Amaranthus tricolor L.</i>	
		Азот	Протеины	Азот	Протеины
Контроль	15.07.2006	0,55	3,43	0,62	3,87
«Байкал ЭМ1»		1,38	8,62	1,44	9,00
Биогумус		1,30	8,12	1,36	8,50
Контроль	15.08.2006	1,15	7,18	1,22	7,62
«Байкал ЭМ1»		2,11	13,18	2,20	13,75
Биогумус		2,00	12,50	2,14	13,37
Контроль	15.09.2006	1,75	10,93	1,94	12,12
«Байкал ЭМ1»		3,07	19,18	3,20	20,00
Биогумус		2,89	18,06	3,08	19,25

В период формирования листьев (июль) содержание азота и протеинов как у *Amaranthus caudatus L.*, так и у *Amaranthus tricolor L.*, более чем в два раза превышает контрольные показатели. В поздние стадии вегетации растений (август, сентябрь) также максимум азота и протеинов в листьях обоих видов амаранта накапливается благодаря деятельности эффективных микроорганизмов препарата «Байкал ЭМ1». Следует отметить, что листья *Amaranthus tricolor L.* на всех этапах вегетации синтезируют больше азота и протеинов, чем листья вида *Amaranthus caudatus L.* Биогумус, как видно из таблицы, также стимулирует синтез исследуемых параметров в листьях амаранта, однако несколько уступает препарату «Байкал ЭМ1».

Таблица 2.

Действие препаратов «Байкал ЭМ1» и Биогумус на содержание нуклеиновых кислот в листьях амаранта (в мг % на сырой вес)

Варианты	Дата анализов	<i>Amaranthus caudatus L.</i>		<i>Amaranthus tricolor L.</i>	
		РНК	ДНК	РНК	ДНК
Контроль	15.07.2006	94,42	25,56	96,77	27,68
«Байкал ЭМ1»		105,31	33,44	108,83	36,42
Биогумус		102,65	31,58	103,26	33,54
Контроль	15.08.2006	112,87	28,76	116,35	30,22
«Байкал ЭМ1»		155,94	42,35	167,48	45,67
Биогумус		144,73	36,66	148,54	37,88
Контроль	15.09.2006	156,84	32,44	162,35	35,71
«Байкал ЭМ1»		227,52	45,76	239,46	49,59
Биогумус		213,82	40,37	220,84	42,63

Из данных таблицы 2 следует, что наибольшее количество нуклеиновых кислот на всех стадиях вегетации накапливается в листьях *Amaranthus tricolor L.* Независимо от вида и сроков анализа, содержание в листьях РНК выше, чем ДНК. Согласно литературным

данным, нуклеиновые кислоты участвуют в построении живой клетки и её органоидов, в синтезе протеинов и передаче наследственных свойств. Следует отметить, что в наших опытах наблюдается коррелятивная связь между содержанием нуклеиновых кислот и протеинов в листьях обоих видов амаранта.

В опытах с каштаном установлено стимулирующее действие микробиологического удобрения на метаболические процессы. Обработка семян каштана этим препаратом увеличивала их всхожесть и энергию прорастания. Кроме того, обработанные препаратом растения отличались более дружными всходами, наибольшим количеством листьев в пересчете на одно растение, ярко выраженной зеленой окраской листьев, более развитой корневой системой, большей устойчивостью к высоким температурам и патогенным микроорганизмам. Вышеуказанные параметры непосредственно связаны с физиологическими и биохимическими процессами в растениях, которые активизируются под действием препарата «Байкал ЭМ1». В результате оптимизации фотосинтеза, дыхания, транспирации и работы ферментных систем создаются предпосылки, укрепляющие иммунитет растений по отношению к стрессовым факторам среды обитания. На всех, без исключения культурах, по сравнению с контролем, отмечено положительное влияние ЭМ - препарата, выраженное в следующем: наибольший процент всхожести семян и энергии прорастания, более дружные всходы, наибольшее количество листьев на одно растение, тёмно-зелёная окраска листьев, утолщённые стебли, более развитая корневая система и более высокая устойчивость по отношению к абиотическим и биотическим стрессам. Известно, что каштаны начинают плодоносить в 5-7 летнем возрасте. В наших опытах, обработанные ЭМ - препаратом саженцы плодоносили на 3-ий или 4-ый год вегетации. Следовательно, ЭМ - препарат способствует ускорению плодоношения каштанового дерева, что имеет немаловажное экономическое значение.

Полученные данные свидетельствуют о том, что ЭМ - препарат способствует оптимизации физиологических процессов (фотосинтеза, дыхания, транспирации и ферментных систем) в растениях, т.е. активизирует процессы роста и развития, и одновременно создаёт предпосылки, укрепляющие иммунитет растений к патогенным микроорганизмам и стрессовым факторам среды обитания.

Нами, в ранее проведенных исследованиях с различными культурами (овощные, зерновые, древесные) на слабозасоленных (0,1-0,3%) почвах установлено, что эффективные микроорганизмы оптимизируют физиологические и биохимические процессы (рост, развитие, продуктивность, фотосинтез, ДНК, РНК, белок) в растительной клетке, стимулируют фотосинтез и, самое важное, укрепляют иммунную систему растения. Следовательно, применение микробиологического удобрения «Байкал ЭМ1» на слабозасоленных почвах даст возможность выращивать культуры, слабо адаптированные к данным почвенным условиям.

Результаты многолетних исследований привели нас к следующему заключению: эффективные микроорганизмы препарата «Байкал ЭМ1» стимулируют физиологические процессы в изученных нами растениях, выраженные в увеличении ростовых процессов и продуктивности; повышают биологическую активность почвы, разлагая органические соединения и переводя их продукты в легкоусвояемые неорганические формы; повышают устойчивость растений к стрессовым факторам среды (высокая температура, недостаток воды, сорные растения, патогенные микроорганизмы), тем самым укрепляют иммунную систему растений; обогащают почву продуктами своих выделений – аминокислотами, полисахаридами и другими биологически активными соединениями. Главное достоинство препарата «Байкал ЭМ1» - это его безвредность для здоровья человека и животных, и окружающей среды.