ЭКОБИОТЕХ
ISSN 2618-964X http://ecobiotech-journal.ru

АНАЛИЗ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН *TRITICUM AESTIVUM* L. НА БЕЗЖИЗНЕННЫХ СУБСТРАТАХ ПРИ СОВМЕСТНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЛАГОНАБУХАЮЩИХ ГИДРОГЕЛЕЙ И СУСПЕНЗИЙ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ

Сафиуллина Л.М., Габидуллина Г.Г., Мухаметова Г.М.

Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, Уфа
E-mail: saflilya@mail.ru

Приведены исследования по влиянию полимерных гидрогелей на морфометрические показатели клеток трех штаммов микроводорослей и совместного использования их на рост и развитие семян *T. aestivum*. Изучена жизнеспособность клеток микроводорослей при внесении гидрогелей, оценена всхожесть семян. При совместном их использовании выявлено увеличение всхожести семян *T. aestivum* сорта «Экада 70».

Ключевые слова: гидрогель, микроводоросли, *Triticum aestivum*, влияние, всхожесть

ANALYSIS OF THE GERMINATION OF SEEDS OF *TRITICUM AESTIVUM* L. ON LIFELESS SUBSTRATES WITH THE JOINT USE OF MOISTURE-SWOLLEN HYDROGELS AND SUSPENSIONS OF MICROALGAE

Safiullina L.M., Gabidullina G.G., Mukhametova G.M.

M. Akmullah Bashkir State Pedagogical University, Ufa
E-mail: saflilya@mail.ru

Studies on the effect of polymer hydrogels on the morphometric parameters of the cells of three microalgae strains are presented. And their use for the growth and development of seeds of *T. aestivum.* The viability of microalgae cells was studied when hydrogels were applied, and seed germination was evaluated. When used together, an increase in seed germination of *T. aestivum.*

Keywords: hydrogel, microalgae, *Triticum aestivum*, influence, germination

Поступила в редакцию: 24.09.2019

DOI: 10.31163/2618-964X-2019-2-4-588-593

ВВЕДЕНИЕ

Гидрофильные акриловые полимеры находят широкое применение в различных областях народного хозяйства как суперабсорбенты. Перспективной сферой их использования является производство влагоудерживающих препаратов для нужд сельского хозяйства, декоративного и приусадебного растениеводства [Наумов и др., 2011].

Внесение препаратов на основе полиакриламида (ПАА) в почву аридных областей имеет выраженное положительное влияние на рост и выживание растений [Hayat, 2004]. Кроме того, полиакриламидный гель может рассматриваться как потенциальный носитель для инсектицидов, фунгицидов, гербицидов и удобрений [Jhurry, 1997]. Гидрофильные полимеры могут изменять свойства почвы благодаря способности адсорбировать большое количество воды, в 400 и более раз превышающее собственную массу, что в свою очередь влияет на скорость инфильтрации и испарения, плотность и структуру почвы [Hayat, 2004].

В то же время, помимо воды, растениям необходима «подкормка», в виде удобрений. Последние несколько десятилетий ведутся работы по улучшению агрохимических свойств почвы. Достигается это, в основном, путем внесения минеральных удобрений. С их помощью имеется возможность корректировать нехватку питательных элементов в почве и повышать её плодородие [Цепляев, 2014]. Одним из видов органических удобрений

являются биомасса микроводорослей. Экспериментальным путем было доказано, что биомасса (культуральная жидкость) почвенных водорослей способна улучшать физико-химический режим почв [Голлербах, Штина, 1969]. Водорослевая биомасса обогащает почву азотом, фосфором, калием, йодом и значительным количеством микроэлементов, пополняет также её бактериальную микрофлору. При этом в почве микроводоросли разлагаются быстрее, чем навозные удобрения, и не засоряют её семенами сорняков, личинками вредных насекомых, спорами фитопатогенных грибов, оказывая значительную помощь в повышении плодородия почв, их рекультивации, пополнении запасов органических веществ и повышении урожайности сельскохозяйственных культур [Стифеев, 2012; Лукьянов, 2014]. Кроме того, экспериментальные исследования [Тлеукеева, Шайдуллина, и др., 2013] показали возможность использования гидрогелей для улучшения влагоудерживающей способности почв совместно с микроводорослями, в результате которых наблюдался эффект ростстимуляции.

В связи с этим, возможность совместного использования полимерного гидрогеля и культуральной жидкости микроводорослей рассматривается как перспективное решение проблем в сельском хозяйстве в засушливых регионах и нарушенным почвенным покровом.

Целью работы было изучить влияние гидрогелей разных производителей на клетки микроводорослей и на всхожесть семян *Triticum aestivum L.* на безжизненных субстратах. В задачи исследования входило: оценить влияние гидрогелей разных производителей на морфометрические показатели трех штаммов микроскопических водорослей; проанализировать совместное воздействие влагонабухающих гидрогелей и культуральной жидкости микроводорослей на всхожесть, рост и жизнеспособность проростков *T. aestivum* в различных видах грунта.

ОБЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в два этапа. В первую очередь, необходимо было определить влияние выбранных гидрогелей на микроскопические водоросли. Контролем являлась культуральная жидкость исследуемого вида без внесения гидрогеля.

Для эксперимента были взяты следующие гидрогели:

1. На основе сополимера диаллилдиметилламоний хлорида и акриламида, разработанный на кафедре химии БГПУ им. М. Акмуллы (далее «БГПУ»);
2. Аквасорб 3005 KL (средний), страна производитель - Франция (далее «Франция»);
3. Штокосорб 660 микро, страна производитель - Германия (далее «Германия»).

Впитывающая способность гидрогеля «БГПУ» составляет на 1 грамм - 1 литр жидкости, у гидрогелей «Франция» и «Германия» на 1 грамм – 0,3 л жидкости.

В качестве тест-объекта были использованы следующие штаммы микроводорослей:

1. *Chlorella vulgaris* (76.532-06*): **BCAC 76*.** (*Chlorella vulgaris* var. *viridis* Chodat 1913). Chodat R. (Geneva strain 45). Изолирован из пресного водоема. Деп.: SAG (211-12);
2. *Eustigmatos magnus* (Baikal)**: BCAC 234.** Россия, Республика Бурятия, территория Фролихинского государственного охотничьего заказника. Изолирован из почвы.
3. *Scotiellopsis sp.* (*Scotiellopsis rubescens* Р3): **BCAC 302.** Республика Башкортостан. Окрестности села Павловка, еловый лес: лиственный опад. Изолирован из почвы.

Микроорганизмы культивировали в течение двух недель, с последующим учетом числа клеток в счетной камере Горяева (6,34 × 10^6 $см^3$ – *Ch. vulgaris*, 0,76 × 10^6 $см^3$ – *E. magnus.*, 0,75 × 10^6 $см^3$ – *S. sp.*). Оптическую плотность культуральной жидкости определяли с

помощью фотоэлектроколориметра (КФК-3-«ЗОМЗ»), которая была проведена на обоих этапах исследования (Табл. 1).

Таблица 1. Оптическая плотность микроводорослей

№ измерения / исследуемая жидкость	H_2O (дист.)	*Ch. vulgaris*	*E. magnus*	*S. sp.*
1	0,000	0,256±0,28	0,199±0,32	0,197±0,26
2	0,000	0,252±0,30	0,198±0,30	0,193±0,32
3	0,000	0,251±0,27	0,193±0,28	0,193±0,37

В пробирки с гидрогелем заливали по 10 мл культуральной жидкости. Просмотр проводили в двух повторностях на 3, 7, 14, 21 и 28 сутки, учитывая процентное соотношение живых/мертвых клеток, морфометрические изменения, окраску клеток, влияние на процесс автоспорообразования. В каждом просмотре проводили измерения диаметра 50 клеток.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В контроле, вплоть до 28 суток с начала просмотра, морфологические показатели клеток штаммов *Ch. vulgaris, E. magnus* и *S. sp.* в контроле соответствовали описанию диагноза вида [Андреева, 1998; Ettl, Gartner, 1995]: границы внутреннего содержимого клетки были хорошо очерчены, структуры четко различимы, окраска клеток - ярко зеленая, наблюдалось наличие автоспор. Влияние гидрогеля «БГПУ» на *Ch. vulgaris* уже на 3 сутки вызывало гомогенность внутреннего содержимого (структуры слабо очерчены), при этом они сохраняли ярко зеленую окраску, единично имелись автоспоры. Для *E. magnus* подобные нарушения были выявлены на 7 сутки просмотра в трех экспериментальных пробах. Кроме того в пробе «Франция» окраска всей культуры изменилась на бледно-желтую, наблюдался высокий процент мертвых клеток (10,52%). В оставшихся двух пробах подобная окраска и увеличение лизиса клеток этого штамма зафиксированны на 21 сутки просмотра. При этом воздействие гидрогеля «Франция» вызвало плазмолиз 90% клеток и в последствии, на 28 сутки, полную гибель культуры.

Воздействие гидрогелей «Франция» и «Германия» до 21 суток не вызывало изменений морфологических показателей клеток *Ch. vulgaris*. Однако на 7 сутки просмотра для клеток *S. sp.* эти же гидрогели обнаруживали гомогенность и единично плазмолиз внутреннего содержимого, при этом культура сохраняла ярко зеленую окраску. На 21 сутки в образцах «БГПУ» и «Германия» процент мертвых клеток *Ch. vulgaris* составлял больше 10%, клетки имели также гомогенное внутреннее содержимое. На 28 сутки в клетках двух проб с гидрогелем наблюдался плазмолиз 30% клеток. В пробе «БГПУ» клетки элиминировали. Данный гидрогель выявил достаточно сильное токсическое воздействие на два исследуемых штамма водорослей, в то же время *S. sp.* показал высокую устойчивость к нему во всех сроках просмотра, не выявив никаких морфологических отклонений от диагноза вида.

В ходе эксперимента изменений средних минимальных размерных показателей у исследуемых видов микроводорослей обнаружено не было (Рис.), диаметр клеток оставался в диапазоне, указанном в определителях [Андреева, 1998; Ettl, Gartner, 1995]. Только в

образцах «БГПУ» по сравнению с контролем наблюдалась тенденция к уменьшению диаметра клеток *Ch. vulgaris,* средний минимальный размер клеток в данной пробе составил 3,43 мкм. Максимальный показатель (до 4,57 мкм) был в пробе «Франция». Для штамма *E. magnus* средний наименьший диаметр клеток наблюдался в образце «Франция» (9,91 мкм), максимальный - «Германия» (11,67 мкм). Средняя величина минимального размера клеток *S. sp.* была в пробе «Германия» - 9,52 мкм, максимум показал образец «БГПУ» - 9,9 мкм.

В целом, угнетение роста клеток соответствовало нарушению морфологических параметров микроводорослей и выявило индивидуальность по отношению к токсическому воздействию на конкретно изученный штамм.

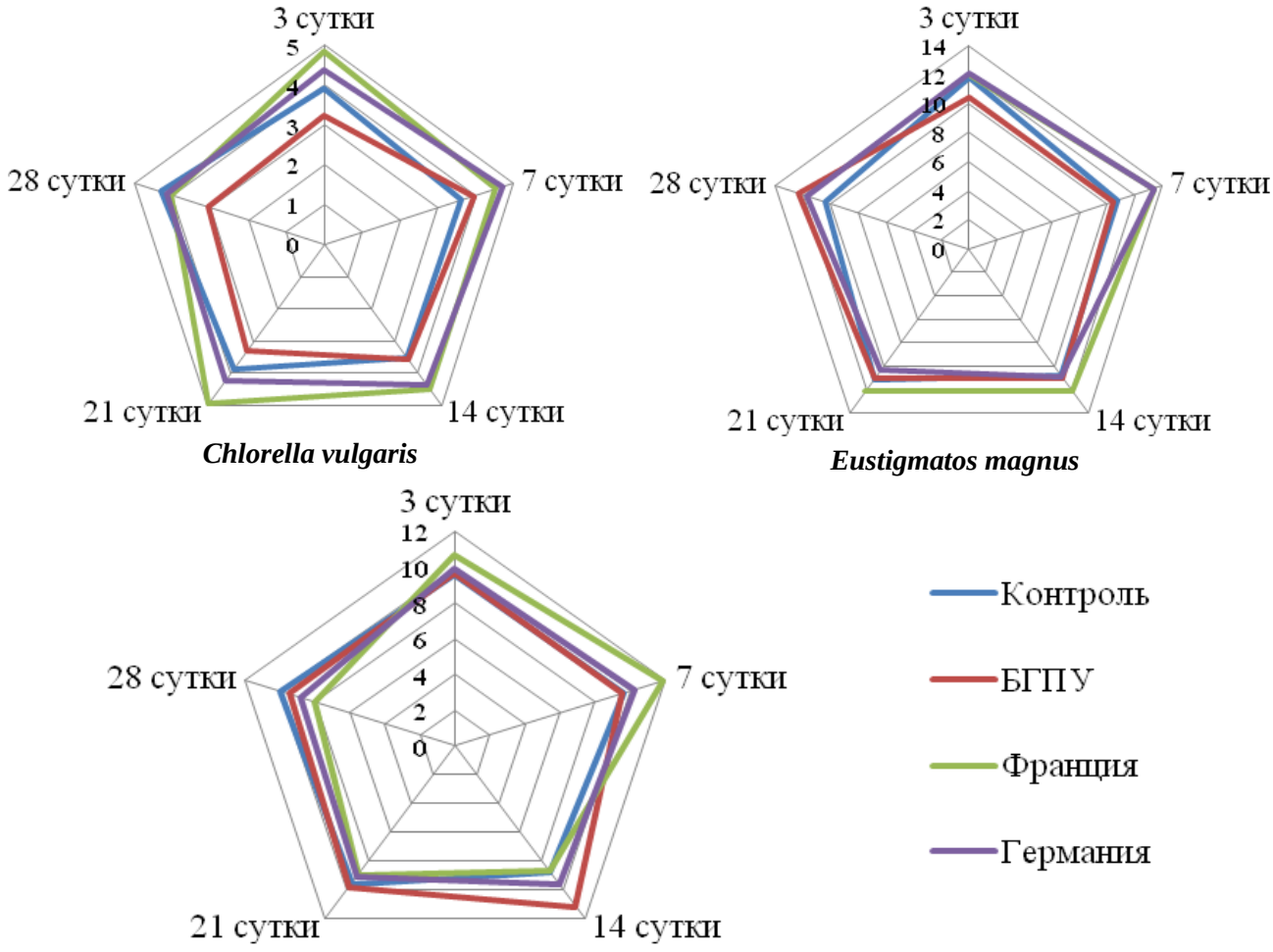

Рисунок. Влияние влагонабухающих гидрогелей на морфометрические показатели микроводорослей (средний минимальный размер клеток, *мкм*)

Второй этап заключался в оценке совместного влияния исследуемых гидрогелей и культуральных жидкостей микроводорослей на всхожесть семян *T. aestivum* на различных безжизненных субстратах, в качестве которых были взяты глина, песок и мелкофракционный керамзит.

Для проведения исследований использовали культуру *T. aestivum* (сорт «Экада 70»). Семена, в количестве 50 штук в каждой закладке эксперимента, предварительно замачивали в течение суток в культуральной жидкости изученных штаммов микроводорослей. В пробирки с грунтом насыпали гидрогель («БГПУ» в количестве 0,01 г, «Франция»,

«Германия» - 0,03 г), закладывали семена и поливали культуральной жидкостью. Процент всхожести семян *T. aestivum* определяли на 10 сутки по стандартной методике [Кабиров, Сугачкова, 2005].

Результаты эксперимента во всех образцах грунта совместно с тремя видами гидрогеля, в контроле, показали очень низкую всхожесть семян *T. aestivum*. В песке при использовании гидрогеля «БГПУ» она составила лишь 10%, тогда как в тех же условиях, при внесении культуральных жидкостей *Ch. vulgaris, E. magnus* и *S. sp.* всхожесть значительно увеличилась (64%, 74% и 64% соответственно). Остальные виды грунта и гидрогелей совместно с водорослями, по сравнению с контролем, также благоприятно воздействовали на данный показатель. Исключение составили лишь посев на глине с гидрогелями «Германия» для *Ch. vulgaris,* «Франция» для *E. magnus* и оба вида образца для *S. sp.* Их всхожесть была на 2% ниже контрольной и составила 16%, 26% и 20% соответственно (Табл. 2).

Таблица 2. Всхожесть семян T. aestivum

Глина											
Контроль			**Эксперимент**								
H_2O дист.			***Ch. vulgaris***			***E. magnus***			***S. sp.***		
БГПУ	Франция	Германия	БГПУ	Франция	Германия	БГПУ	Франция	Германия	БГПУ	Франция	Германия
34	28	18*	40	62**	16*	40	26	48	40	18*	20
Песок											
Контроль			**Эксперимент**								
H_2O дист.			***Ch. vulgaris***			***E. magnus***			***S. sp.***		
БГПУ	Франция	Германия	БГПУ	Франция	Германия	БГПУ	Франция	Германия	БГПУ	Франция	Германия
10*	30	16*	64**	36	26	74**	18*	54	64**	30	26
Мелкофракционный керамзит											
Контроль			**Эксперимент**								
H_2O дист.			***Ch. vulgaris***			***E. magnus***			***S. sp.***		
БГПУ	Франция	Германия	БГПУ	Франция	Германия	БГПУ	Франция	Германия	БГПУ	Франция	Германия
26	30	20	62**	48	44	60**	42	20	48	34	34

***- значения всхожести семян ниже 20%; ** - значение всхожести семян 60% и выше**

Анализируя полученные результаты по всхожести семян *T. aestivum* можно выявить оптимальное действие конкретной культуры водорослей в сочетании с тем или иным гидрогелем и их зависимость от вида грунта. Так, для песка с гидрогелем «Франция» лучший показатель (62%) был у *Ch. vulgaris*, для глины с гидрогелем «БГПУ» у *E. magnus* (74%), для мелкофракционного керамзита с «БГПУ» также у *Ch. vulgaris* – 62%. Штамм *S. sp.* в большинстве опытов показал стабильно низкие результаты всхожести (30%-40%), за исключением гидрогеля «БГПУ» при внесении его в глину (64%).

Таким образом, использование гидрогелей и культуральной жидкости микроводорослей положительно влияло на всхожесть, рост и жизнеспособность проростков *T. aestivum* в безжизненных субстратах. В дальнейшем, учитывая индивидуальность в сочетании субстрат/гидрогель/вид микроводоросли, обеспечит возможность их совместного использования в процессах рекультивации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева В.М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales). – СПб: Наука, 1998. – 351 с.
2. Голлербах М.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. – Л.: Наука, 1969. – 228 с.

3. Кабиров Р.Р., Сугачкова Е.В. Оценка качества окружающей среды: Учебно-методическое пособие. – Уфа: Вагант, 2005. – 128 с.
4. Лукьянов В.А., Стифеев А.И. Прикладные аспекты применения микроводорослей в агроценозе. – Курск: Издательство Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. – 181 с.
5. Мельников А.С., Масленникова Д.Р., Безрукова М.В. Ростостимулирующий эффект культуральной жидкости почвенных микроводорослей на растения мягкой пшеницы // Вестник Башкирского университета. 2014. Т. 19. № 4. С. 1193.
6. Наумов П.В., Щербакова Л.Ф., Околелова А.А. Оптимизация влагообеспеченности почв с помощью полимерного гидрогеля // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса Т. 44. 2011. С. 77–81.
7. Стифеев А.И. Роль микроводорослей в растениеводстве // Экологическая безопасность региона (материалы V Международной научно-практической конференции). Брянск: Изд-во «РИО БГУ». 2012. С. 219-222.
8. Тлеукеева А.Е., Шайдуллина Л.Ш., Исаева А.У., Линник В.А., Каплуненко В.Г. Влияние суспензии зеленых микроводорослей на всхожесть семян сельскохозяйственных культур // Фэн – Наука. 2013. № 10 (25). С. 39.
9. Цепляев А.Н., Филин В.И., Тибирьков А.П., Тимошенко В.В. Анализ существующих технологий внесения сополимеров и перспективы их использования // Научные основы стратегии развития АПК и сельских территорий в условиях ВТО: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 70-летию образования ВолГАУ. Том. 3. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2014. – С. 80-83.
10. Ettl H., Gartner G. Sullabus der Boden-, Luft- and Flechtenalgen. – Gustav Fischer Verlag. Stutgart, 1995. – 721 p.
11. Hayat, R. Water absorption by synthetic polymer (Aquasorb) and its effect on soil properties and tomato yield / R. Hayat, S. Ali // Int. J. Agri. Biol. 2004. Vol. 6. № 6. P. 998-1002.
12. Jhurry, D. Agricultural polymers // Conf. Proc. AMAS. 1997. P. 109-113.