

ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ АКРИЛОВОГО ГИДРОГЕЛЯ ДЛЯ ВЛАГОУДЕРЖАНИЯ, СТИМУЛИРОВАНИЯ РОСТА РАСТЕНИЙ И НОРМАЛИЗАЦИИ ПОЧВЕННОЙ СРЕДЫ

Елисеева А.Д., Яхина А.И., Литасова А.С., Емельянова Н.С., Максимов А.Ю.

ПФИЦ УрО РАН, ПГНИУ, г. Пермь

liamrik@list.ru



Акриловые полимеры являются распространенной группой материалов, имеющих широкий спектр промышленного применения: это конструкционные и строительные материалы, лаки, краски, клеи, сорбенты, флокулянты, суперабсорбирующие вещества для медицины и сельского хозяйства (влагодерживающие препараты). Объем их производства растёт экспоненциально в течение последних 20-ти лет [1-4]

С помощью методов полимеризации раствора или обратной суспензии из акриловой кислоты, ее солей и акриламида часто получают большинство современных анионных гидрогелей, абсорбентов и флокулянтов. Суперабсорбенты применяются в качестве почвенных препаратов в растениеводстве для улучшения физических свойств почвы, с целью повышения их водоудерживающей способности и/или удержания питательных веществ в песчаных почвах. Также они перспективны для решения ряда сельскохозяйственных проблем. В частности, применение гидрогелей позволяет снизить частоту полива и уплотнение почвы, остановить эрозию и сток воды, повысить аэрацию почвы и микробиологическую активность [2,3,5]. Внесенные в почву полимеры абсорбируют и сохраняют значительное количество воды и питательных веществ, высвобождая их постепенно, в соответствии с потребностями растения. Таким образом, рост растений улучшается за счет равномерного и систематического питания в течение всего периода вегетации [6-10].

Также показано положительное влияние гидрогелей на формирование и сохранение средообразующей микрофлоры почвы [11].

Целью настоящего исследования является разработка состава и способов получения комплексных препаратов для растениеводства с функциями стимуляции роста растений, влагоудержания, устойчивости к вымыванию из почвы, с фитопротективным действием.

Разрабатываемая технология предназначена для использования в растениеводстве, включая овощеводство, производство зернобобовых культур, выращивание рассады плодовых культур, декоративное растениеводство, городское озеленение. Получаемые комплексные препараты предназначены для улучшения всхожести семян, роста культурных растений и повышения их урожайности. Разрабатываемые препараты обладают способностью к влагоудержанию, нормализации водного режима почв и корневой системы растений, питания и стимуляции роста растений, защиты растений от потенциальных патогенов, корневой гнили, высыхания.

Синтез полимерной основы гидрогелей – осуществляли классическим методом. Полиакриламид линейный и поперечносшитый, 15%, готовили в лаборатории методом свободнорадикальной сополимеризации 14% акриламида (или смеси акриамида и акрилата) 1% метиленбисакриламида с использованием в качестве пары окислитель/восстановитель 0,01% персульфата аммония и 0,02% тетраметилэтилендиамина (ТЕМЕД). Синтезированы следующие варианты гидрогеля (Таблица 1).

Таблица 1. Агрегатное состояние и влагопоглощение 15%-процентных полимеров

Полимер	Агрегатное состояние	Влагопоглощение
15% полиакриламид (ПАА) поперечно-сшитый	Упругий гель	145 мл/г
15% полиакрилат натрия (ПАК-Na) поперечно-сшитый	Упругий гель	475 мл/г
15% полиакрилат аммония (ПАК-NH ₄) поперечно-сшитый	Упругий гель	415 мл/г
сополимер 7,5% ПАА – 7,5 ПАК-Na поперечно-сшитый	Упругий гель	320 мл/г
сополимер 7,5% ПАА – 7,5 ПАК-NH ₄ поперечно-сшитый	Упругий гель	315 мл/г
15% полиакриламид (ПАА) линейный	Вязкий раствор	Не ограничено
15% полиакрилат натрия (ПАК-Na) линейный	Вязкий раствор	Не ограничено
15% полиакрилат аммония (ПАК-NH ₄) линейный	Вязкий раствор	Не ограничено
сополимер 7,5% ПАА – 7,5 ПАК-Na линейный	Вязкий раствор	Не ограничено
сополимер 7,5% ПАА – 7,5 ПАК-NH ₄ линейный	Вязкий раствор	Не ограничено

Наиболее высокой влагоудерживающей способностью среди полученных 15-процентных синтетических полимеров обладал поперечно-сшитый полиакрилат натрия (ПАК-Na).

Исследована биodeградация полученных полимеров бактериями почвенной вытяжки в среде, близкой по составу почвенному раствору. Показано, что наиболее эффективно биodeградации подвергался линейный полиакриламид, характеризующийся наибольшей доступностью для ферментов микроорганизмов.

В случае биodeградации поперечно-сшитого полиакриламида, ее скорость была 1,5-2,2 раза ниже, чем для всех исследованных штаммов, что объясняется наличием объемной структуры, внутренняя часть которой недоступна для ферментов. Убыль массы полимера в течение длительного периода биodeградации (180 сут) составила 22%. Расчётный период работы препарата в почве составляет 3 года.

Разработан процесс получения гидрогелей, содержащих органические стимуляторы роста растений – фитогормоны (Рис.1.).

	ВУМ с ГК 10%	ВУМ с ГК 30%	ВУМ с ИМК 0,9%	ВУМ с ГИБ 0,9%
Внешний вид				
Водопоглощение, г/л	до 200	до 250	до 300	до 300
Расход, г/м ²	8	12	10	20
Наполнитель	гуминовая кислота	гуминовая кислота	индолилмасляная кислота	гиббереллин
Срок службы, год	4	3-4	3-4	3-4

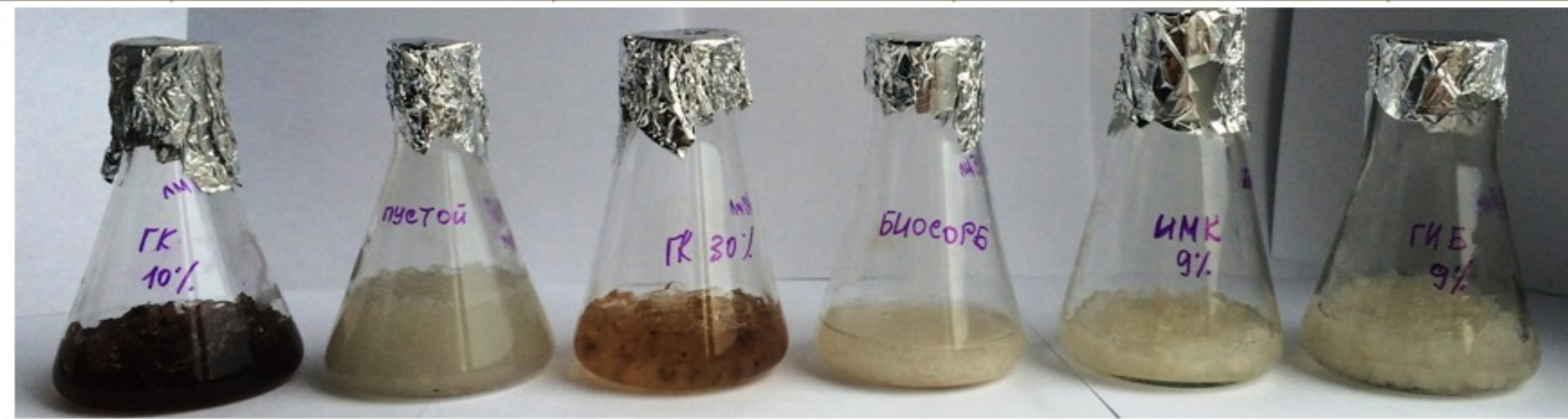


Рисунок 1. Комплексные препараты полимерных гидрогелей

Определено влияние гидрогеля и комплексного препарата, содержащего фитогормоны, на рост модельных растений томатов сорта "Серебристая ель" установлено, что при внесении чистого гидрогеля прирост длины стебля/длины корня/массы по сравнению с контролем составлял 33,6/23,4/37,5%. В варианте с внесением препарата со стимуляторами роста прирост тех же показателей составил 60,3/ 80,2/86,3% соответственно.



Рисунок 2. Рост рассады перца при внесении гидрогеля с индолилмасляной кислотой в концентрации: 1 - 0,9 %, 2 – 0,6%. 3 – контрольный образец без гидрогеля.

Получение комплексных препаратов с живыми культурами бактерий дает следующие преимущества: клетки родококков и псевдомонад – продуцентов амидтрансформирующих ферментов, модифицируют амидные группы полимера, постепенно повышая его влагоудерживающую способность в почве и улучшая азотное питание. Также метаболиты бактерий стимулируют рост растений и улучшают состояние почвенной среды. При внесении гидрогеля прирост длины стебля/длины корня/массы по сравнению с контролем составлял 33,6/23,4/37,5%. При внесении комплексных препаратов прирост длины стебля / длины корня / массы по сравнению с контролем составлял 58,4/56,7/52,4% для КПП, 62,4/83,3/69,44% для КПП.

Работа поддержана в рамках государственного задания АААА-А19-119051390040-5, в части разработки технологии синтеза полимерных гидрогелей, а также проекта международных исследовательских групп (соглашение № С-26/507 от 09.03.2021), финансируемого Минобрнауки Пермского края, в части исследования комплексных препаратов.

Список цитируемой литературы

- Jiang Z., Cao X. Synthesis and swelling behavior of poly (acrylic acid-acryl amide-2-acrylamido-2-methyl-propansulfonic acid) superabsorbent copolymer // J. Petrol. Explor. Prod. Technol. – 2017. – V.7.– P. 69-75
- Будников В. И., Смагин А. В. Композиционный влагоудерживающий материал и способ его получения // патент №217.015.F858.- 2017
- Mohammad J. Kabiri K. Superabsorbent Polymer Materials: A Review // Iranian Polymer J. – 2008. – V.17 (6). – P.451-477
- Chalker-Scott L. Super-absorbent water crystals// Mastergardener.- 2007 P.35-38
- Кильмухаметов М.Д. Обзор современных технологий получения суперабсорбирующих полимеров для комплекса акриловой кислоты // Башкирский химич. жур. – 2014. – Т.21 (2). – С. 5-12.
- Barhi R. Panahpour E., Mirzae Beni M.H. Super Absorbent Polymer and its Application in Agriculture // World of Sciences Journal. – 2013. – V.01 (15). – P.223-228.
- Туз М.С., Гамаюнова В.В. Влияние суперабсорбентов, предпосевной обработки семян и внекорневых подкормок на полевую схожесть и выживаемость растений гороха в условиях южной степи Украины // Науч. жур. Росс. НИИ проблем мелиорации. – 2015. – 20(4). – 135–146.
- Ekebafе L.O., Ogbefun D.E., Okieimen F.E. Polymer Applications in Agriculture // Biochemistry. – 2011. – Vol. 23 (2). – P. 81-89
- Воскобойникова Т.Г., Околелова А.А. Повышение плодородия почв в сухостепной зоне с помощью гидрогелей. – Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – С. 19-20.
- Наумов П.В., Щербаклова Л.Ф. Оптимизация влагообеспеченности почв с помощью полимерных гидрогелей // Изв. нижевожского агроуниверситетского комплекса. – 2011. – 24(4). – С. 77-81.
- Максимова Ю.Г., Максимов, А. Ю., Демаков В.А., Будников В.И. Влияние гидрогелей полиакриламида на микрофлору почвы // Вестник пермского университета, Серия: Биология. – 2010. – V.1(1). – P. 45-49.