

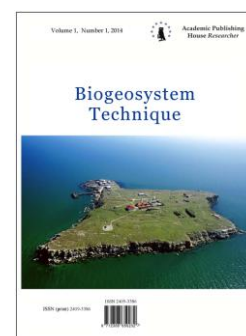
Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 3, Is. 1, pp. 82-88, 2015

DOI: 10.13187/bgt.2015.3.82

www.ejournal19.com



UDC 631.41

Improving the Properties of Light-brown Soil Using Hydrogel

¹Alla A. Okolelova

²Tatyana G. Voskoboynikova

³Ruslan O. Manov

^{1, 2, 3} Volgograd State Technical University, Russian Federation

E-mail: allaokol@mail.ru

Dr. of Biol. Sciences, Professor

Lenin Av., 28, Volgograd, 400005

E-mail: allaokol@mail.ru

² Graduate student

E-mail: tanya-vos@list.ru

³ Master

E-mail: ruslan-manov@mail.ru

Abstract

In model experiments the use of hydrogel in light-brown soils increased the germination of radish by 85 %. When light-brown soils are used rationally in non-irrigated conditions, the amount of organic carbon in them is higher than in the virgin lands. The structural state of the soil is improved by the hydrogel, especially under irrigation. The use of the hydrogel improves morphological characteristics of the soil, increases its wetness and the presence of worms. The maximum amount of organic carbon was found in the non-irrigated conditions (boghara) in the variant with the gel. The weight of the radish in irrigated conditions (drop irrigation) is higher, especially when using the gel. Irrigation without gel improves soil criterion and its productivity in comparison with boghara (no gel). Boghara with gel improves the parameters under examination more effectively than irrigation without gel.

Keywords: light-brown soils; hydrogel; phytoproduktivty; radishes; organic carbon; plowland; virgin land.

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 [1, 2].

Полиакриламидный гидрогель (ПААГ) – это гетерогенная система, дисперсной фазой которой служит пространственная сетка, образованная макромолекулами полимера. Он представляет собой сшитый сополимер акриламида и акриловой кислоты, нерастворимый в воде. Его особенность состоит в том, что под действием воды гранулы быстро набухают, удерживая при этом в сотни раз большее, по отношению к своему весу, количество воды и содержащиеся в ней питательные элементы. Результаты

экспериментальных исследований показали возможность использования гидрогелей для улучшения влагоудерживающей способности почв [3-7].

Всхожесть семян напрямую зависит от содержания в почве влаги, из которой они получают и питательные элементы. Для обеспечения почв влагой в аридных зонах при постоянном дефиците атмосферных осадков предлагаем применять полиакриламидные гидрогели.

Цель наших исследований заключалась в научном обосновании использования полимерного гидрогеля для улучшения свойств и продуктивности почв.

В данной работе рассмотрены особенности и перспективы применения влагонабухающего полимера «Акрилекс П-150». Его влагоудерживающая способность была исследована нами ранее [10, 11].

Объекты и методы

Объектом исследования послужили светло-каштановые почвы дачного хозяйства «Мичуринец», входящего в состав УНПЦ «Горная поляна». Центральная усадьба расположена в 25 км от центра города Волгограда. Исследовали свойства почв агроценозов: целина, неорошаемые условия (пашня, богара) и орошаемые (пашня, капельное орошение).

В «Классификации и диагностике почв России» подтипы каштановых и светло-каштановых почв выделяют на уровне типа в отделе аккумулятивно-карбонатных малогумусных почв под названием «каштановые» почвы. По международной классификации (WRB) их относят к группе Calcisols [12]. Часть светло-каштановых почв отнесена к типу бурых этого же отдела.

Лабораторно-аналитические исследования выполнены на кафедре Промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности Волгоградского Государственного технического университета. Отбор проб и подготовку почвы к анализу проводили согласно ГОСТу 17.4.4.02-84 [13], структурно-агрегатный состав – по методу Н.И. Савинова, содержание органического углерода – по И.В. Тюрину. Характеристика исследуемых почв описана нами ранее [11].

Проведены модельные опыты по изучению влияния гидрогеля на свойства почв. Эксперимент длился 21 день. Опыт проводили в вариантах с гидрогелем и без него (контроль) в двукратной повторности. В горшочки с 50 граммами почвы вносили по 1 г гидрогеля, в первый же день добавили 20 мл воды. По мере впитывания добавляли по 10–20 мл воды. Всего было прилито 185 мл воды. Во все варианты опыта высадили по 10 семян редиса розового по ГОСТу 12038-84 [14].

Обсуждение результатов

Модельный опыт. При проведении опыта со светло-каштановой почвой были выявлены следующие особенности (табл. 1).

Таблица 1. Влияние гидрогеля на всхожесть семян редиса

Наличие геля	с гелем		без геля	
	1	2	3	4
№ варианта				
Число ростков на 6-й день эксперимента, шт	10	9	0	2
Число ростков на конец эксперимента, шт	10	10	0	2
Процент всхожести, % (ГОСТ 12038-84)	95		10	
Начало прорастания, дни	3		6	
Средняя высота ростков, см	6,75		5,6	

В опытах без гидрогеля на шестой день появилось два проростка (вариант №4). К концу эксперимента они вытянулись до высоты 4,7 и 6,5 см соответственно. В варианте №3 на тринадцатый день появился один росток, на двадцатый он засох.

В вариантах с гидрогелем на третий день появилось 7 и 5 ростков соответственно (варианты №№ 1 и 2). На шестой день их уже было 10 и 9 соответственно. Десятый росток во втором варианте пророс на восьмой день исследований. К концу эксперимента их высота составила 3,0–8,7 см (вариант № 1) и 5,8–9,5 см (вариант № 2).

Применение гидрогеля увеличило всхожесть семян на светло-каштановой почве с 10 до 95 %, высоту проростков – с 5,6 до 6,8 см (табл. 1). Анализируя данные, представленные в таблице 1, можно сделать выводы о положительном влиянии гидрогеля на свойства почв, всхожесть и скорость прорастания семян редиса. Более эффективно его применение в солонце. На сегодняшний день мы не нашли показателей, характеризующих положительное влияние какого-либо вещества на свойства почв. Для определения негативного влияния поллютантов на состояние почв существует показатель фитотоксичность.

Фитотоксичность почвы – это свойство почвы подавлять рост и развитие высших растений. Необходимость определения этого показателя возникает при мониторинге химически загрязненных почв или при оценке возможности использования в качестве удобрений или мелиорантов различных отходов: осадков сточных вод, компостов, гидролизного лигнина [17]. Фитотоксичность (Φ) рассчитывают по формуле [17]:

$$\Phi = \frac{d_k - d_3}{d_k} * 100\%,$$

где d_k , d_3 – соответственно высота ростка на контроле и на экспериментальном участке.

Эта формула заведомо полагает, что результаты на контрольном участке выше, чем на экспериментальном. Фитотоксичность позволяет выявить только деградационное или ингибирующее воздействие тех или иных веществ, но не их стимулирующее влияние.

В нашем эксперименте воспользоваться данной формулой мы не можем, так как применение гидрогеля привело к позитивным изменениям свойств почв по сравнению с контролем.

Для получения адекватной оценки результатов опыта мы предлагаем новый показатель оценки качества почв – фитопродуктивность (Φ_n) и формулу ее определения:

$$\Phi_n = \frac{|d_k - d_3|}{d_k} * 100\%,$$

где d_k , d_3 – соответственно высота проростка в почвах без гидрогеля (контроль) и с гидрогелем. По предлагаемой формуле фитопродуктивность светло-каштановой почвы составляет 17,04 %.

Полевой опыт. В полевом опыте нами были определены морфологические свойства почв, их структурное состояние и обогащенность органическим углеродом.

Выявлены изменения влажности почв, которую определяли до начала опыта и после получения урожая. На целине и богаре без геля почвы были сухие, на богаре с гелем и в условиях орошения – увлажненные. В опыте с гелем в орошаемых условиях появились черви.

Органический углерод. Светло-каштановые почвы Горной поляны малогумусны. Доля органического углерода в верхнем горизонте целинной почвы равна 0,91 %, пашни – 0,77 % [13]. Ранее Г. С. Егоровой с соавтором [13] была показана возможность увеличения содержания гумуса в светло-каштановой почве под семенной люцерной в опыте без применения удобрений на третий год пользования с 1,81 до 1,98 %, с применением удобрений P_{120} с 1,81 до 2,10 %.

На исследуемом нами участке в опытах без геля содержание органического углерода на богаре выше, чем на целине, соответственно 2,91 и 2,26 % (табл. 2). Это подтверждает полученную нами ранее зависимость. В условиях орошения повышается доля органического углерода с 2,91 (богара) до 3,32 %.

Таблица 2. Содержание $C_{орг}$ и K_c исследуемых почв

№ варианта	Варианты	$C_{орг}$, %	$C_{орг}$, %	K_c	K_c
		2012	2013	2012	2013
1	Контроль, целина, тяжелосуглинистая	2,26	Не опр.	2,38	Не опр.
2	Без геля богара, тяжелосуглинистая	2,91	2,85	2,29	1,46
3	Без геля орошение, легкосуглинистая	3,32	2,50	4,66	1,75
4	С гелем богара, тяжелосуглинистая	4,69	3,18	3,99	2,40
5	С гелем орошение, легкосуглинистая	3,24	2,85	4,51	2,06

В опытах с гелем максимальное повышение его содержания (до 4,69 %) выявлено на неорошаемом участке. В условиях орошения доля $C_{орг}$ выше, чем на богаре.

Во всех опытах по сравнению с контролем концентрация $C_{орг}$ выше и снижается на второй год последействия. Наиболее эффективно действие геля в богарных условиях.

Структурное состояние почв. Исследуемые нами светло-каштановые почвы Горной поляны показали, что по величине коэффициента структурности (выше 1,5) агрегатное состояние их отличное. Максимальная величина K_c в почве целины – 2,80, наименьшая – в пахотной почве (2,01). Градация почв по величине K_c представлена в табл. 3. Выявлена тенденция: с уменьшением физической глины увеличивается величина K_c , за счет снижения доли микроагрегатов.

Таблица 3. Оценка агрегатного состояния почв

Коэффициент структурности, K_c	Оценка агрегатного состояния
>1,5	отличное
1,5-0,67	хорошее
<0,67	неудовлетворительное

Полевой опыт показал, что структурное состояние почв в вариантах без геля лучше в орошаемых условиях, коэффициент структурности K_c возрастает с 2,29 до 4,66.

В вариантах с гелем на богаре и на орошении структурное состояние почв выше, чем без него. В этих условиях орошение геля способствует более высокому значению K_c . Во всех вариантах значение K_c на второй год опыта снижается.

Продуктивность почв. В модельных опытах в светло-каштановой почве с гидрогелем достигнута 95 % всхожесть семян редиса, без гидрогеля – 10 %. Гидрогель повышает продуктивность светло-каштановой почвы на 85 %. Средняя высота редиса в опытах с гидрогелем составила 6,75 см, без – 5,6 см. При рассмотрении результатов полевого опыта (табл. 4), очевидно, что применение геля увеличивает массу редиса на богаре в 3,85 раза в первый год применения и в 2,26 раза на второй год. В условиях орошения гель способствует увеличению массы в 1,47 раза в первый год его применения и в 1,84 раза на второй год.

Таблица 4. Показатели продуктивности светло-каштановой почвы

№ варианта	Варианты	Масса редиса, г	Масса редиса, г	Диаметр, см	Диаметр, см
		2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.
1	Без геля богара	1,91	1,79	1,67	1,28
2	Без геля орошение	7,27	2,56	3,18	2,13
3	С гелем богара	7,37	4,05	5,73	2,50
4	С гелем орошение	10,68	4,71	7,12	5,57

Орошение (без геля) плодотворно сказывается, повышает массу редиса в 3,8 раза в первый год его применения и в 1,43 в последующий год. Использование геля повышает массу редиса в условиях орошения соответственно в 1,47 и 1,84 раза (2012 и 2013 гг.).

Аналогично изменяется и диаметр редиса. Орошение увеличивает массу редиса и диаметр, особенно в условиях орошения. Вариант богара с гелем более эффективен, чем вариант орошение без геля.

Выводы

1. В модельных опытах применение гидрогеля повысило всхожесть семян редиса на 85 %.
2. При рациональном использовании светло-каштановых почв в неорошаемых условиях содержание органического углерода выше, чем на целине.
3. Структурное состояние почв улучшается при использовании гидрогеля, особенно в условиях орошения.
4. Применение гидрогеля улучшает морфологические характеристики почв, повышает влажность, увеличивает наличие червей.
5. Максимальное содержание органического углерода выявлено на богаре в варианте с гелем.
6. Масса редиса в орошаемых условиях выше, особенно при использовании геля.
7. Орошение без геля улучшает показатели почв и ее продуктивность по сравнению с богарой (без геля).
8. Богара с гелем более эффективно улучшает исследуемые показатели, чем орошение без геля.

Примечания:

1. Куренков В.Ф. Водорастворимые полимеры акриламида // Соросовский образовательный журнал. 1997. №5. С. 48-53
2. Юскаева Г.И. Использование полиакриламидного полимера В-415 в искусственном лесовосстановлении в условиях Пензенской области. Экологические аспекты устойчивого развития человечества. Матер. Междунар. науч-практ. конф. (Москва-Пенза, 13-14 апреля 2010 г.). НОУ ВПО «Академия МНЭПУ». Пензенский филиал, Управл. природ. ресурсами окруж. среды по Пензенской области. М., 2010. С. 149-152.
3. Colin C. Interpolating Surfaces in ArcGIS Spatial Analyst ArcUser the Magazine for ESRI Software Users. Iulay-September. 2004. 120 p.
4. Hilel D. Fundamentals of soil physic. Acad. Press. N-Y. 1980. 300 p.
5. Nemes A. Unsaturated soilhydraulic database of Hungary HUNSODA. Agrokemiaes. Talajtan. 2004. № 51, (1-2), 23-35 p.
6. Pachepsky Ya. A., Rawis W. J. Development of Pedotransfer Functions in Soil Hydrology. Development in Soil Science. 30 Elsevier. Amsterdam. 2004. 113 p.
7. Zeiliger A. M., Pachepsku Ya. A., Rawis W. J. Estimating water retention of sandy soils using the additivity hypothesis. Soil. Sci. 2000. 165 p.

8. Тибирьков А.П., Филин В.И. Влияние полиакриламидного гидрогеля на структурно-агрегатный состав пахотного слоя светло-каштановой почвы Волго-Донского междуречья. Известия Нижнее-Волжского агроуниверситетского комплекса. 2013. № 4(32). С. 84-89.
9. Наумов П.В., Щербакова Л.Ф., Околелова А.А. Оптимизация влагообеспеченности почв с помощью полимерного гидрогеля. Известия Нижнее-Волжского агроуниверситетского комплекса. 2011. № 4 (24). С. 77-81.
10. Воскобойникова Т.Г., Околелова А.А., Терехова Д.В., Сукуркина А.С. Набухающая способность гидрогеля марки Акрилекс П-150. Матер. I Междунар. науч-практ. конф. «Естественнонаучное знание в 21 веке» Краснодар. 2012. с. 286.
11. Околелова А.А., Стяжин В.Н., Касьянова А.С. Оценка продуктивности почв с помощью регрессионного анализа. Фундаментальные исследования, 2012, № 3 (42), С. 328-332.
12. Классификация и диагностика почв России [Текст] // Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена. 2004. 342 с.
13. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа [Текст]: ГОСТ 17.4.4.02-1984. – Введ. 1986-01-01. М.: Изд-в стандартов, 1985. 12 с.
14. ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести».
15. Грицай И.С., Максимова Н.Б., Вороничев А.А. Биологическая диагностика загрязнения городских почв на примере г. Рубцовска Алтайского края. Матер. межд. научн. конф. «Экология и биология почв. 17-19 ноября 2014 г. Ростов-на-Дону. 2014. с. 511-512.
16. Егорова Г.С., Околелова А.А. Физиологические особенности развития и произрастания люцерны. [Текст]. // Агрономия. Волгоград: 2003. вып. 3. с. 26-30.

References:

1. Kurenkov V.F. Vodorastvorimye polimery akrilamida // Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal. 1997, №5. s. 48-53
2. Yuskaeva G.I. Ispol'zovanie poliakrilamidnogo polimera V-415 v iskusstvennom lesovosstanovlenii v usloviyakh Penzenskoi oblasti. Ekologicheskie aspekty ustoichivogo razvitiya chelovechestva. Mater. Mezhdunar. nauch-prakt. konf. (Moskva-Penza, 13-14 aprelya 2010 g.). NOU VPO «Akademiya MNEPU). Penzenskii filial, Upravl. prirod. resursami okruzh. sredy po Penzenskoi oblasti. 2010. M.: s. 149-152
3. Colin C. Interpolating Surfaces in ArcGIS Spatial Analyst ArcUser the Magasine for ESRI Software Users. Iulay-September. 2004. 120 p.
4. Hilel D. Fundamentals of soil physic. Acad. Press. N-Y. 1980. 300 p.
5. Nemes A. Unsaturated soilhydraulic database of Hungary HUNSODA. Agrokemiaes. Talajtan. 2004. № 51, (1-2), 23-35 r.
6. Pachepsky Ya. A., Rawis W. J. Development of Pedotransfer Functions in Soil Hydrology. Development in Soil Science. 30 Elsevier . Amsterdam. 2004. 113 p.
7. Zeiliger A. M., Pachepsku Ya. A., Rawis W. J. Estimatong water retention of sandy soils using the additivity hypothesis. Soil. Sci. 2000. 165 p.
8. Tibir'kov A.P., Filin V.I. Vliyanie poliakrilamidnogo gidrogelya na strukturno-agregatnyi sostav pakhotnogo sloya svetlo-kashtanovoi pochvy Volgo-Donskogo mezhdurech'ya. Izvestiya Nizhnee-Volzhsского agrouniversitetskogo kompleksa. 2013. № 4(32). S. 84-89.
9. Naumov P.V., Shcherbakova L.F., Okolelova A.A. Optimizatsiya vlagoobespechennosti pochv s pomoshch'yu polimernogo gidrogelya. Izvestiya Nizhnee-Volzhsского agrouniversitetskogo kompleksa. 2011. № 4 (24). S. 77-81.
10. Voskoboinikova T.G., Okolelova A.A., Terekhova D.V., Sukurkina A.S. Nabukhayushchaya sposobnost' gidrogelya marki Akrileks P-150. Mater. I Mezhdunar. nauch-prakt. konf. «Estestvennonauchnoe znanie v 21 veke» Krasnodar. 2012. - s. 286.
11. Okolelova A.A., Styazhin V.N., Kas'yanova A.S. Otsenka produktivnosti pochv s pomoshch'yu regressionnogo analiza. Fundamental'nye issledovaniya, 2012, № 3 (42), S. 328-332.
12. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii [Tekst] // L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimova. Smolensk: Oikumena. 2004. 342 s.

13. Metody otbora i podgotovki prob dlya khimicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza [Tekst]: GOST 17.4.4.02-1984. – Vved. 1986-01-01. M.: Izd-v standartov, 1985. 12 s.

14. GOST 12038-84 «Semena sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti».

15. Gritsai I.S., Maksimova N.B., Voronichev A.A. Biologicheskaya diagnostika zagryazneniya gorodskikh pochv na primere g. Rubtsovskaya Altaiskogo kraya. Mater. mezhd. nauchn. konf. «Ekologiya i biologiya pochv. 17-19 noyabrya 2014 g. Rostov-na-Donu. 2014. s. 511- 512.

16. Egorova G.S., Okolelova A.A. Fiziologicheskie osobennosti razvitiya i proizrastaniya lyutserny. [Tekst]. // Agronomiya. Volgograd: 2003. vyp. 3. s. 26-30.

УДК 631.41

Улучшение свойств светло-каштановой почвы с помощью гидрогеля

¹ Алла Ароновна Околелова

² Татьяна Георгиевна Воскобойникова

³ Руслан Олегович Манов

^{1, 2, 3} Волгоградский государственный технический университет, Российская Федерация

E-mail: allaokol@mail.ru

Волгоград, пр. Ленина, 28

доктор биол. наук, профессор

E-mail: allaokol@mail.ru

² аспирант

E-mail: tanya-vos@list.ru

³ магистр

E-mail: ruslan-manov@mail.ru

Аннотация. В модельных опытах применение гидрогеля в светло-каштановых почвах повысило всхожесть семян редиса на 85 %. При рациональном использовании светло-каштановых почв в неорошаемых условиях содержание органического углерода выше, чем на целине. Структурное состояние почв улучшается при использовании гидрогеля, особенно в условиях орошения. Применение гидрогеля улучшает морфологические характеристики почв, повышает влажность, увеличивает наличие червей. Максимальное содержание органического углерода выявлено в неорошаемых условиях (богара) в варианте с гелем. Масса редиса в орошаемых условиях (капельное орошение) выше, особенно при использовании геля. Орошение без геля улучшает показатели почв и ее продуктивность по сравнению с богарой (без геля). Богара с гелем улучшает исследуемые показатели более эффективно, чем орошение без геля.

Ключевые слова: светло-каштановая почва; гидрогель; фитопродуктивность; редис; органический углерод; пашня; целина.