

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-1-702

УДК 634.11:631.53.04



Научная статья | Агролесомелиорация, защитное лесоразведение

## ИНТЕНСИВНЫЕ ПРИЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА МЕЛКОСЕМЯННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ В УСЛОВИЯХ ПОЛУПУСТЫНИ

*С.Н. Крючков, А.В. Солонкин, А.С. Соломенцева*

**Обоснование.** *Вопрос применения гидрофильных полимеров в лесном хозяйстве в засушливых условиях Волгоградской области мало изучен и остается весьма актуальным. Изменяющиеся природно-климатические условия области требуют тщательного подбора ассортимента древесно-кустарниковых видов и препаратов, улучшающих их рост, развитие и устойчивость к факторам среды.*

**Цель.** *Изучение влияния полимерных материалов на виды: береза повислая (*Betula pendula* Roth.), тамарикс ветвистый (*Tamarix ramosissima* Ledeb.), тополь черный (*Populus nigra* L.) в засушливых условиях.*

**Материалы и методы.** *Изучалось влияние трех форм полиакриламида Гидросоуса (ГС): гранулированного в дозах 0, 30, 60, 120, 480, 960, 1920 кг/га, порошкообразного в дозе 480 кг/га, насыщенного макро- и микроудобрениями в дозе 480 кг/га на березу и тамарикс с применением мелкокапельного орошения, расстоянием между центрами посевных строк в 40 см. Норма высева семян 1 класса составляла 7 г/1 м посевной бороздки. В опыт были включены также варианты с мульчированием посевов березы опилками слоем 1-2 мм, торфом – 1-2 мм и соломой – 2-3 см. В варианте опыта с тополем черным применяли посев семян в суспензии гидрогеля, посев семян в воде, посев семян сухими гранулами гидрогеля, посев сухих семян (контроль). Свежесобранные семена, периодически перемешивая, в течение 36 часов проращивали в суспензии гидрогеля и водной среде. На приготовление суспензии гидрогеля было израсходовано 5 кг полимера Гидросоуса, 100 кг торфа, 10 м<sup>3</sup> воды и 40 кг семян в расчете на 1 га или на 1 л воды внесено по 0,5 полимера, 10 г перегноя и 4 г семян.*

**Результаты.** По итогам опыта сеянцы березы росли и развивались лучше в варианте с внесением гранулированного полимера 960 кг/га – диаметр корневой шейки составил 4,8 мм, при внесении полимера в дозе 1600 кг/га первые всходы после посева появились через 14 дней. При взятии образцов почвы в посевах тамарикса её влажность составила 25,8 % в варианте опыта с дозировкой полимера в 1600 кг/га, наилучшая плотность наблюдалась в варианте опыта с дозировкой полимера в 3200 кг/га. Размеры и выход 2-летних сеянцев тамарикса при внесении в почву гидрофильных полимеров оказались лучше в варианте опыта с дозой в 1600 кг/га. Тополь черный показал наилучшие результаты по росту в варианте высева в суспензию гидрогелей, линейный рост сеянцев в высоту составил 9,6 см.

**Выводы.** Посев проросших семян тополя черного (*Populus nigra* L.) в жидкой среде в присутствии гидрогелей и удобрений позволяет повысить всхожесть семян, сократить время появления массовых всходов, ускорить темпы роста, улучшить качественные показатели сеянцев. Полиакриламид Гидросоус позволяет увеличить влажность почвы, понизить ее плотность, что является важным для засушливых условий региона исследований. В ходе роста и развития растений под влиянием Гидросоуса увеличился диаметр корневой шейки сеянцев, динамика роста в высоту и сократились даты появления первых всходов.

**Ключевые слова:** деревья; кустарники; выращивание; полимеры; засушливая зона

**Для цитирования.** Крючков С.Н., Солонкин А.В., Соломенцева А.С. Интенсивные приемы выращивания посадочного материала мелкосемянных древесных видов в условиях полупустыни // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, №1. С. 144-163. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-1-702

Original article | Agroforestry, Protective Afforestation

## INTENSIVE METHODS OF GROWING PLANTING MATERIAL OF SMALL-SEEDED WOODY SPECIES IN SEMI-DESERT CONDITIONS

**S.N. Kruchkov, A.V. Solonkin, A.S. Solomentseva**

**Background.** The issue of the use of hydrophilic polymers in forestry in the arid conditions of the Volgograd region has been little studied and remains very

relevant. The changing natural and climatic conditions of the region require careful selection of an assortment of tree and shrub species and preparations that improve their growth, development and resistance to environmental factors.

**Purpose.** Study of the influence of polymer materials on the species of hanging birch (*Betula pendula* Roth.), branched tamarix (*Tamarix ramosissima* Ledeb.), black poplar (*Populus nigra* L.) in arid conditions.

**Materials and methods.** The effect of three forms of Hydrosous polyacrylamide (HS) was studied: granular in doses 0, 30, 60, 120, 480, 960, 1920 kg/ha, powdered at a dose of 480 kg/ha, saturated with macro- and micro-fertilizers at a dose of 480 kg/ha on birch and tamarix with the use of fine-drip irrigation, the distance between the centers of the seed rows are 40 cm. The seeding rate of class 1 seeds was 7 g/l m of the seeding groove. The experiment also included options with mulching birch crops with sawdust 1-2 mm thick, peat 1-2 mm and straw 2-3 cm. In the variant of the experiment with black poplar, sowing seeds in a hydrogel suspension, sowing seeds in water, sowing seeds with dry hydrogel granules, sowing dry seeds (control) were used. Freshly harvested seeds, stirring periodically, were germinated for 36 hours in a hydrogel suspension and an aqueous medium. 5 kg of hydrogel polymer, 100 kg of peat, 10 m<sup>3</sup> of water and 40 kg of seeds were used for the preparation of the hydrogel suspension, 0.5 polymer, 10 g of humus and 4 g of seeds were added per 1 ha or 1 liter of water.

**Results.** According to the results of the experiment, birch seedlings grew and developed better in the variant with the introduction of a granular polymer of 960 kg/ha – the diameter of the root neck was 4.8 mm, when the polymer was applied at a dose of 1600 kg/ha, the first shoots after sowing appeared after 14 days. When taking soil samples in tamarix crops, its moisture content was 25.8% in the experiment variant with a polymer dosage of 1600 kg/ha, the best density was observed in the experiment variant with a polymer dosage of 3200 kg/ha. The size and yield of 2-year-old tamarix seedlings when hydrophilic polymers were introduced into the soil turned out to be better in the experiment variant with a dose of 1600 kg/ha. The black poplar showed the best growth results in the variant of sowing in a suspension of hydrogels, the linear growth of seedlings in height was 9.6 cm.

**Conclusions.** Sowing germinated seeds of black poplar (*Populus nigra* L.) in a liquid medium in the presence of hydrogels and fertilizers allows to increase seed germination, reduce the time of emergence of mass seedlings, accelerate growth rates, improve the quality of seedlings. Polyacrylamide Hydrosous allows you to increase soil moisture, lower its density, which is important for the arid conditions of the research region. During the growth and development of plants under the

*influence of Hydrosous, the diameter of the root neck of seedlings increased, the dynamics of growth in height and the dates of the appearance of the first shoots decreased.*

**Keywords:** trees; shrubs; cultivation; polymers; arid zone

**For citation.** Kruchkov S.N., Solonkin A.V., Solomentseva A.S. *Intensive Methods of Growing Planting Material of Small-Seeded Woody Species in Semi-Desert Conditions. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2024, vol. 16, no. 1, pp. 144-163. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-1-702*

Условия для выращивания посадочного материала в аридных зонах чрезвычайно трудны. Выращивание сеянцев и саженцев осложняется сильно варьирующими природными условиями региона, специфическим ассортиментом выращиваемых видов, пород и форм и их эколого-биологическими особенностями [1, 2, 3, 7]. Применяемая агротехника в питомниках аридных зон часто не обеспечивает не только оптимальных, но даже удовлетворительных условий для обеспечения прорастания семян. На питомниках улучшить условия выращивания семян и сеянцев можно не только путем правильного выбора системы обработки почвы, но и доведением водно-физических и других параметров почвогрунта до оптимальных [4, 8, 9].

Создание оптимальных условий для появления всходов и роста растений осуществляется, прежде всего, путем поддержания в корнеобитаемом слое почвы высокого плодородия за счет внесения органических и минеральных удобрений [11, 12, 19]. Поэтому необходимо разрабатывать рациональные приемы их использования в лесных питомниках. Техника применения минеральных удобрений должна решать не только вопросы питания сеянцев, но и повышать их стойкость против неблагоприятных условий внешней среды.

Наряду с плодородием почвы для повышения грунтовой всхожести семян и усиления роста сеянцев и саженцев необходимо достаточное количество влаги в почве, которое поддерживается осадками или орошением [8, 13, 15, 18]. Количество выпадающих осадков в аридных зонах крайне низко. Для выращивания посадочного материала в таких условиях необходимо орошение. Искусственный полив питомника способствует не только дружному появлению всходов, но и повышает эффективность использования удобрений, усиливает рост растений [10, 16, 17, 20]. Однако многие районы сухой степи и полупустыни постоянно испытывают острый дефицит пресной воды для орошения. Поэтому в этих регионах необо-

димо разрабатывать влагосберегающие технологии, принимать меры по накоплению и сохранению влаги в почве.

Интенсивные приемы выращивания посадочного материала в питомниках тесно связаны с обработкой почвы. Механическая обработка почвы имеет разностороннее значение. Основным агротехническим приемом считается рыхление и борьба с сорняками. Рыхление пахотного горизонта ведет к улучшению водно-воздушного и теплового режимов, активизирует деятельность микроорганизмов, что, в конечном счете, оказывает существенное влияние на плодородие почвы. Истребление сорняков помогает сберечь влагу и элементы питания в почве. Однако интенсивная обработка почвы имеет и существенный недостаток, заключающийся в распылении и разрушении ее структуры, вызывающей опасность развития эрозионных процессов. В связи с развитием этого опасного явления большое значение для лесных питомников имеет химическая борьба с сорняками, которая дает возможность снизить количество механических обработок при уходах за посевами или посадками, и значительно повысить производительность труда, а, следовательно, интенсифицировать процессы выращивания посадочного материала. Вместе с тем применение гербицидов в засушливых условиях ведет к длительному сохранению их токсических свойств, что влияет на всхожесть семян, рост и сохранность сеянцев и саженцев при последующей ротации на питомнике.

Для устранения недостатков существующей технологии выращивания посадочного материала определенный интерес представляют полимерные материалы, способные создавать оптимальные условия для прорастания семян, усилить рост и повысить устойчивость сеянцев и саженцев к неблагоприятным условиям среды [5, 6].

### **Научная новизна**

В современных условиях среди выращиваемого в питомниках посадочного материала абсолютное большинство составляют сеянцы. Совершенствование технологии их выращивания осуществляется за счет разработки и внедрения новых способов и методов производства посадочного материала. Высокая грунтовая всхожесть семян, интенсивный рост и развитие сеянцев, их высокая устойчивость к неблагоприятным условиям окружающей среды обеспечивается эффективными агроприемами. В питомниках с открытым грунтом площадь будет продуктивно работать, если создать хороший агрофон с помощью высокомолекулярных соединений – полимеров (структурообразователей и гидрогелей), учитывая их способность

улучшать и сохранять структуру почвы, накапливать влагу при поливах и осадках и постепенно отдавать ее растениям. Эти свойства полимеров прежде всего заслуживают внимания при выращивании семян мелкосеменных и микротрофных древесных пород.

### Материалы и методы

Опыт по определению эффективности использования полимеров при выращивании семян лиственных пород был проведен на питомнике ФНЦ агроэкологии РАН, расположенном в г. Волгограде на зональной светло-каштановой супесчаной почве с содержанием гумуса 1,1-1,7 %. Площадь питомника оборудована оросительной сетью, с помощью которой обеспечивалось необходимое увлажнение почвы и растений.

Для опыта были выбраны наиболее трудно выращиваемые виды – береза повислая (*Betula pendula* Roth.) и тамарикс ветвистый (*Tamarix ramosissima* Ledeb.). В условиях открытого грунта изучалось влияние гидрофильных полимеров с разными дозировками на всхожесть семян и дальнейший рост семян упомянутых видов.

Семена березы в третьей декаде мая высеивали в посевные бороздки шириной 10 см, куда за неделю до посева в 0-10 см слой почвы внесены удобрения (навоз 10 т/га,  $N_{100}P_{100}$ ) и гидрогели. В качестве гидрогеля использовали три формы американского пространственно-сшитого полиакриламида Гидросоуса (ГС):

- 1) Гранулированный в дозах 0, 30, 60, 120, 480, 960, 1920 кг/га
- 2) Порошкообразный в дозе 480 кг/га
- 3) Насыщенный макро- и микроудобрениями в дозе 480 кг/га.

Расстояние между центрами посевных строк принято 40 см. Норма высева семян 1 класса – 7 г на 1 м посевной бороздки. В опыт были включены также варианты с мульчированием посевов березы опилками слоем 1-2 мм, торфом – 1-2 мм и соломой – 2-3 см. Орошение – мелкокапельное. В период прорастания семян поливы проводили ежедневно малыми дозами, а в период укоренения всходов – через 5-7 дней. За лето проведено 4 рыхления и прополки посевов. На втором году выращивания проведена подкормка семян азотным (20 кг/га), и фосфорным (50 кг/га) удобрениями, 3-кратное рыхление и полив (2 раза за летний период из расчета 300 м<sup>3</sup>/га).

Для посева тамарикса ветвистого полимеры равномерно распределяли по всей поверхности и заделывали в 0-10 см слой почвы вместе с навозом (из расчета 10 т/га) и минеральными удобрениями ( $N_{100}P_{100}$  кг/га). В опыт были включены те же формы полиакриламида Гидросоуса: гранулирован-

ный с дозами внесения 200, 400, 800, 1600 и 3200 кг/га; порошкообразный – 400 кг/га и насыщенный макро- и микроудобрениями – 400 кг/га, а также сшитый полиакриламид и полимер акриловой кислоты на крахмале – по 400 кг/га. Семена высевали после их сбора в ленту шириной 80 см по сплошной схеме. Норма посева – 30 г сухих измельченных коробочек с семенами на 1 м<sup>2</sup>. Орошение – мелкодисперсное. В период прорастания семян (7 дней) посеы поливали 2 раза в сутки небольшими нормами (30 м<sup>3</sup>/га), в период формирования и укрепления всходов (20 дней) поливали 1 раз в день по 100 м<sup>3</sup>/га и в период усиленного роста сеянцев до их окончательного формирования (около 70 дней) 3 раза по 300 м<sup>3</sup>/га. За первый вегетационный период проведены 5 прополок сорняков. На втором году выращивания сеянцев проведены подкормка аммофосом (20 кг/га), трехкратная прополка сорняков и два раза за сезон полив по 300 м<sup>3</sup>/га. Рыхление посевов тамарикса не проводили. В процессе исследований проведены фенологические наблюдения за сроками прохождения фенофаз. Изучены водно-физические свойства почвы, определены качественные показатели сеянцев березы повислой и тамарикса ветвистого.

Для получения наибольшей грунтовой всхожести семян и появления более дружных всходов также испытывался посев проросших семян древесных пород в жидкой среде. Эффективность данного агроприема определялась при выращивании сеянцев тополя черного (*Populus nigra* L.). Почва готовилась по системе раннего пара. Плоды-коробочки тополя были собраны в июне месяце и через 5 дней переработаны.

Опыт заложен по следующим вариантам:

- 1) Высев семян в суспензии гидрогеля
- 2) Высев семян в воде
- 3) Высев семян сухими гранулами гидрогеля
- 4) Высев сухих семян (контроль).

Для вариантов 1 и 2 свежесобранные семена в течение 36 часов проращивали в суспензии гидрогеля и водной среде. В течение этого времени семена периодически (через 2-3 часа) перемешивали. На приготовление суспензии гидрогеля расходовали 5 кг полимера Гидросоуса, 100 кг торфа, 10 м<sup>3</sup> воды и 40 кг семян в расчете на 1 га или на 1 л воды внесено по 0,5 полимера, 10 г перегноя и 4 г семян. Посев семян произведен 20 июня в углубленные до 1,5 см бороздки. На 1 п. м. бороздки шириной 10 см по ленточной трехстрочной схеме 40-40-70 равномерно выливали по 0,5 л приготовленной жидкой смеси с проросшими семенами. На варианте 3 сухие семена тополя (с нормой расхода 40 кг/га или 2 г на 1 пог. м) смешива-

ли с сухими гранулами гидрогеля (5 кг/га или 0,25 на 1 пог. м), торфом (100 кг/га или 5 г/пог. м) и равномерно распределяли по посевным бороздкам. На контроле сухие семена тополя смешивали только с торфом и равномерно высевали по бороздкам. Размер делянки 1 м<sup>2</sup> в 3-кратной повторности.

На фазах прорастания и укрепления проростков было применено мелкодисперсное орошение. Через 30 дней, когда всходы окрепли и появились 4 пары листьев, сеянцы поливали 4 раза за оставшийся вегетационный период с нормой расхода 20-30 л/м<sup>2</sup> (200-300 м<sup>3</sup>/га). В период вегетации однолетние сеянцы тополя дважды (в 1 и 3 декаде августа) подкармливали аммофосом из расчета 30 кг/га д. в., проводилась 4-кратная прополка сорняков и рыхление почвы. В процессе исследований проводили фенологические наблюдения за динамикой появления всходов и ростом сеянцев, определяли их качественные показатели.

### **Результаты и обсуждение**

С каждым годом применение биостимуляторов и регуляторов роста занимает все более прочное положение в лесном и сельском хозяйстве. Интегрированность адаптивных реакций растений, которая усиливается в экстремальных условиях окружающей среды, может иметь как положительные, так и отрицательные последствия. В этой связи применение гидрогелей, стимуляторов роста, подкормок, аминокислотных и нетрадиционных видов удобрений следует разрабатывать с учетом их состава, прямого и косвенного влияния на продукционный и средообразующий процессы, уделяя особое внимание сохранению механизмов и структур саморегуляции с целью поддержания экологического равновесия в лесных системах. Поскольку лесные питомники длительное время функционируют на одном и том же месте, с постоянным расходом питательных веществ при выкопке растений, что приводит к ухудшению почвенных условий – необходимо применение видов удобрений, которые незначительно влияют на почвы, улучшая выход посадочного материала, его качество, ускоряя рост и развитие, морфометрические показатели. С учетом проводимых ранее исследований по выращиванию древесно-кустарниковых видов с применением гидрогелей и полимеров, данные проводимых авторами опытов дополняют существующую систему питомниководства, путем совершенствования системы ведения лесного хозяйства, выявляя главные факторы, ускоряющие или тормозящие рост и развитие растений, повышая их функциональность и поддерживая экологизацию земледелия путем использования универсальных,

поддерживающих оптимальное состояние сеянцев и саженцев средств. Наблюдения за динамикой появления всходов и ростом сеянцев березы повислой показали, что внесение гидрогеля в посевные строчки в виде гранул в дозах от 120 кг/га и выше способствовало более раннему появлению всходов и увеличению грунтовой всхожести семян (Таблица 1). Особенно высокая грунтовая всхожесть семян березы повислой отмечена на варианте с дозировкой гранулированного полимера 960 кг/га. При использовании полиакриламида, нагруженного удобрениями и порошкообразного в дозе 480 кг/га отмечено повышение грунтовой всхожести семян и усиление роста сеянцев березы.

Таблица 1.

**Динамика роста и развития однолетних сеянцев березы повислой в зависимости от доз внесения полиакриламида Гидросоуса и мульчирующего материала**

Формы и дозы внесения полимера, кг/га	Вид мульчи	Время появления после посева (дни)		Количество всходов на 1 пог. м, шт.	Высота сеянцев (см) через		
		первых всходов	первого листочка		1 месяц	2 месяца	3 месяца
<b>Гранулированный</b>							
30		7	22	510	1,7	3,5	4,5
60		7	22	530	2,2	3,8	5,0
120		7	21	560	2,4	5,4	6,9
480		6	20	670	2,7	6,3	7,3
960		5	19	1260	3,5	11,0	13,0
1920		5	19	1280	3,3	9,2	12,0
<b>Насыщенный удобрениями</b>							
480		5	19	1120	3,1	10,7	12,3
<b>Порошкообразный</b>							
480		6	20	710	3,3	8,5	11,5
<b>Гранулированный</b>							
480	Опилки	5	20	780	3,0	8,3	10,0
480	Торф	4	19	930	3,6	10,3	11,6
480	Солома	4	19	1470	3,4	11,8	13,3
Контроль без полимера		7	22	500	1,7	3,0	4,0

Мульчирование посевов березы торфом слоем 1-2 мм и рыхлым слоем соломы 2 см усиливает действие полимеров. Внесение в почву 960 кг/га полиакриламида обеспечивает получение 2,8 млн. стандартных сеянцев березы, что в 2 раза выше, чем на контроле (Таблица 2).

Таблица 2.

**Влияние гидрогеля Гидросоуса на всхожесть, рост и выход стандартных семян березы**

Формы и дозы внесения полимера, кг/га	Размеры 2-летних семян		Сырая масса одного семени, г	Количество стандартных семян	
	Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм		На 1 пог. м, шт.	На 1 га, млн. шт.
Гранулированный					
30	32	3,8	5,9	63	1,3
60	36	3,8	6,4	65	1,3
120	37	4,0	7,6	107	2,1
480	43	4,8	8,8	110	2,2
960	48	5,5	11,9	139	2,8
1920	46	5,2	10,5	134	2,7
Порошкообразный					
480	48	5,0	9,7	121	2,4
Насыщенный удобрениями					
480	46	5,0	10,1	138	2,8
Гранулированный					
ГС + мульчирование					
480 + опилки	48	4,8	8,8	130	2,6
480+ торф	51	5,2	9,9	140	2,8
480+солома	53	5,6	12,5	150	3,0
Контроль	28	3,7	5,1	63	1,3

Такой же эффект от действия полимеров был получен при выращивании семян тамарикса ветвистого.

При сплошном внесении в 0-10 см слой почвы гранул и порошка гидрогеля Гидросоуса (ГС) производства США, а также при использовании сшитого полиакриламида и привитого полимера акриловой кислоты на крахмале отечественного производства в дозах от 400 до 3200 кг/кг на 30 % увеличивается количество всходов на 1 м<sup>2</sup> и в 1,2-2 раза возрастают биометрические показатели однолетних семян тамарикса по сравнению с посевами без полимеров (Таблица 3).

В посевных лентах тамарикса, где внесены гидрогели, в середине весны (23 апреля месяц) были определены показатели, характеризующие физические свойства почвы: плотность и влажность. Через 20 дней (18 мая)

проведены повторные наблюдения за влажностью и плотностью почвы. Последний показатель в посевных лентах определяли плотномером Ревякина. Как показали наблюдения, влажность почвы в 0-10 см слое почвы на 23 апреля слабо отличалась на вариантах с внесением гранул гидрогеля ГС в дозах от 0 до 400 кг/га (Таблица 4).

Таблица 3.

**Влияние гидрогеля Гидросоуса на всхожесть, рост и выход стандартных семян березы**

Формы и дозы внесения полимера, кг/га	Вид мульчи	Время появления после посева (дни)		Высота семян (см) через		
		первых всходов	первого листочка	1 месяца	2 месяца	3 месяца
Гранулированный ГС						
200	900	9,0	1,7	13,6	7,7	21,3
400	950	9,8	1,8	21,8	11,5	33,3
800	1200	14,2	2,2	27,2	17,0	44,2
1600	1267	14,4	2,2	33,6	17,9	51,5
3200	1700	14,2	2,1	29,1	15,4	44,5
ГС, насыщенный удобрениями						
400	1233	13,5	2,3	25,9	14,8	40,7
Порошкообразный ГС						
400	1267	13,9	2,1	30,1	14,8	44,9
Сшитый полиакриламид						
400	1257	13,4	2,0	27,5	13,4	40,9
Полимер акриловой кислоты на крахмале						
400	1200	13,2	2,0	23,7	12,2	35,9
Контроль без полимера	900	7,7	1,4	13,0	6,6	19,6

Только на вариантах с дозами от 800 до 3200 кг/га гидрогеля ГС она была значительно выше контроля. Через 20 дней влажность почвы снизилась, особенно на контрольных площадках. На вариантах, где внесены полимеры, влажность почвы в 0-5 см слое в 2-4 раза превышала контроль.

Сравнивая плотность почвы на вариантах с дозой внесения гидрогеля 200-400 кг/га обнаружено, что ее показатели в 0-10 см слое с весны довольно близки с контролем (Таблица 5).

Таблица 4.

**Влажность почвы на посевах тамарикса в зависимости от доз внесения гранулированного ГС, %**

Дозы внесения полимера, кг/га	23 апреля			18 мая			
	слой почвы, см						
	0-5	5-10	0-10	0-5	5-10	10-15	0-15
200	11,5	12,5	12,0	4,0	7,9	8,2	6,7
400	12,2	12,9	12,6	7,0	8,6	8,8	8,1
800	13,1	14,0	13,6	8,1	9,6	9,5	9,0
1600	15,1	14,2	14,7	8,4	8,8	8,7	8,6
3200	29,4	22,2	25,8	14,5	9,2	9,6	11,1
Контроль	11,0	12,3	11,7	3,4	7,8	8,7	6,6

Таблица 5.

**Плотность почвы на посевах тамарикса в зависимости от доз внесения гранулированного ГС, %**

Дозы внесения полимера, кг/га	23 апреля			18 мая			
	слой почвы, см						
	0-5	5-10	0-10	0-5	5-10	10-15	0-15
200	5,5	5,3	5,4	21,0	19,0	16,7	18,9
400	5,0	4,7	4,9	19,5	13,5	10,5	14,5
800	3,3	3,5	3,4	6,3	8,0	7,5	7,3
1600	2,5	3,0	2,8	3,0	5,5	5,2	4,6
3200	1,8	2,0	1,9	2,3	2,5	2,5	2,4
Контроль	6,0	5,7	5,9	21,9	19,5	17,5	19,5

Без полива на контрольных участках почва через 20 дней довольно быстро уплотнилась, тогда как на участках с полимером от 800 до 3200 кг/га она оставалась рыхлой.

Учеты и обмеры сеянцев, проведенные в конце второго года вегетации показали, что высококачественный посадочный материал тамарикса получен на вариантах с внесением в почву от 800 до 1600 кг/га гидрогеля (Таблица 6).

Выход стандартных сеянцев при таких дозах использования препаратов составил более 1,5 млн. шт. на 1 га, что на 30 % более, чем на контроле.

Наблюдения за динамикой появления всходов и ростом сеянцев тополя показали, что посев проросших семян в жидкой среде способствовал более раннему появлению всходов и увеличению грунтовой всхожести семян (Таблица 7).

Таблица 6.

**Размеры и выход 2-летних сеянцев тамарикса при внесении в почву гидрофильных полимеров**

Формы и дозы внесения полимера, кг/га	Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм	Сырая биомасса 1 сеянца, г			Количество стандартных сеянцев	
			надземная часть	корни	итого	На 1 м <sup>2</sup> , шт.	На 1 га, млн. шт.
Гранулированный ГС							
200	41,0	4,0	2,9	1,8	4,7	330	1,32
400	47,0	4,1	3,2	2,0	5,2	335	1,34
800	49,4	4,4	4,3	3,2	7,5	385	1,54
1600	51,0	4,4	4,7	3,3	8,0	380	1,52
3200	48,3	4,2	4,1	2,3	6,4	390	1,56
ГС, насыщенный удобрениями							
400	47,5	4,0	3,6	2,1	5,7	365	1,46
Порошкообразный ГС							
400	48,0	4,1	3,8	2,6	6,4	370	1,48
Сшитый полиакриламид							
400	48,5	4,0	3,7	2,0	5,7	370	1,48
Полимер акриловой кислоты на крахмале							
400	48,0	3,8	3,4	1,8	5,2	350	1,40
Контроль без полимера	36,0	3,2	1,8	1,2	3,0	300	1,20

Особенно высокая грунтовая всхожесть отмечена на варианте с высевом проросших семян тополя в суспензии гидрогеля. Здесь были зарегистрированы самые высокие темпы линейного роста сеянцев (Таблица 8).

Таблица 7.

**Влияние высева семян в жидкой среде на рост и выход стандартных сеянцев тополя черного**

Вариант опыта	Кол-во всходов на 1 пог. м., шт.	Размеры 1-летних сеянцев			Сырая биомасса 1 сеянца, г				Выход стандартных сеянцев, тыс. шт. /га
		высота, см	Диаметр корневой шейки, мм	Длина главных корней, см	листья	стебли	корни	итого	
1	247	35,1	3,5	32,8	4,18	1,36	1,46	7,00	2280
2	224	29,9	2,9	29,6	3,63	1,07	1,21	5,91	1920
3	238	28,0	2,7	26,4	2,99	0,81	0,88	4,68	2080
4	166	22,0	3,3	22,3	1,86	0,59	0,68	3,13	1200

Таблица 8.

**Динамика роста в высоту однолетних сеянцев тополя черного при высеве проросших семян в жидкой среде, см (посев в июне)**

Вариант опыта	Дата измерения							
	10.07	20.07	30.07	10.08	20.08	30.08	10.09	20.09
1	3,8	5,1	9,6	14,3	21,7	29,7	35,1	35,1
2	3,1	4,3	8,2	13,0	20,0	26,0	29,9	29,9
3	3,0	4,0	7,7	11,9	18,4	24,2	28,0	28,0
4	2,1	3,0	5,7	8,4	14,9	19,3	22,0	22,0

К концу вегетации биометрические показатели сеянцев, выросшие на варианте с применением суспензии гидрогеля в 1,5-2 раза превышали контроль, на 60-90 % возрос выход стандартных сеянцев.

Таким образом, высев проросших семян тополя и других пород в жидкой среде в присутствии гидрогелей и удобрений позволяет повысить всхожесть семян, сократить время появления массовых всходов, ускорить темпы роста, улучшить качественные показатели сеянцев.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках Государственного задания № 122020100448-6 «Создание новых конкурентоспособных форм, сортов и гибридов культурных, древесных и кустарниковых растений с высокими показателями продуктивности, качества и повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, новые инновационные технологии в семеноводстве и питомниководстве с учетом сортовых особенностей и почвенно-климатических условий аридных территорий Российской Федерации».

**Список литературы**

1. Крючков С. Н., Солонкин А. В., Иозус А. П. [и др.] Эффективность полимерных и мульчирующих материалов при создании селекционных плантаций дуба в сухой степи // Научно-агрономический журнал. 2022. № 4(119). С. 72-80. <https://doi.org/10.34736/FNC.2022.119.4.011.72-80>
2. Крючков С. Н., Солонкин А. В., Соломенцева А. С. [и др.]. Применение современных биостимуляторов и регуляторов роста для питомниководства в условиях деградации и опустынивания // Лесной вестник. 2022. Т. 26, № 4. С. 29-38. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-4-29-38>
3. Крючков С. Н., Беляев А. И., Пугачева А. М. [и др.]. Научно-методические указания по сортовому семеноводству деревьев и кустарников для лесомелиорации аридных территорий (научно-методические рекомендации). Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2022. 52 с.

4. Лапушкин В. М. Система удобрения в лесном хозяйстве: учебное пособие. Москва: Проспект, 2021. 144 с.
5. Околелова А. А., Егорова Г. С., Воскобойникова Т. Г. Применение гидрогеля в светло-каштановой почве // Естественно-гуманитарные исследования. 2015. №10 (4). С. 4-10.
6. Ревенко В. Ю., Агафонов О. М.. Использование гидрогелей в растениеводстве // International Journal of Humanities and Natural Science. 2018. Vol. 11-2. С. 59-65.
7. Романенко А. К., Солонкин А. В., Соломенцева А. С., Егоров С. А. Использование гуминовых препаратов для выращивания посадочного материала древесных растений в аридном регионе // Аграрный вестник Урала. 2022. № 6(221). С. 2-15. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-221-06-2-15>
8. Besharati J., Shirmardi M., Meftahizade H., Ardakani M. et al. Changes in growth and quality performance of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in response to soil amendments with hydrogel and compost under drought stress // South African Journal of Botany. 2021. Vol. 145. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.03.018>
9. Jnanesha C. J., Kumar A., Lal R. Hydrogel application improved growth and yield in Senna (*Cassia angustifolia* Vahl.) // Industrial Crops and Products. 2021. Vol. 174, 114175. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114175>
10. Hu Z., Chen G., Yi S. et al. Multifunctional porous hydrogel with nutrient controlled-release and excellent biodegradation // Journal of Environmental Chemical Engineering. 2021. Vol. 9. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106146>
11. Guo Yu., Guo R., Shi X. et al. Synthesis of cellulose-based superabsorbent hydrogel with high salt tolerance for soil conditioning // International Journal of Biological Macromolecules. 2022. Vol. 209. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.04.039>
12. Kundu R., Mahada P., Chhirang B., Das B. Cellulose hydrogels: Green and sustainable soft biomaterials // Current Research in Green and Sustainable Chemistry. 2022. Vol. 5, 100252. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100252>
13. Maksimova Yu. Polymer hydrogels in agriculture (review) // Сельскохозяйственная биология. 2023. Vol. 58. P. 23-42. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2023.1.23rus>
14. Meng Yi., Liu X., Chengxiang L. et al. Super-swelling lignin-based biopolymer hydrogels for soil water retention from paper industry waste // International Journal of Biological Macromolecules. 2019. Vol. 135. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.05.195>

15. Panova I., Ilyasov L., Khaidapova D. et al. Soil conditioners based on anionic polymer and anionic micro-sized hydrogel: A comparative study // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2020. Vol. 610, 125635. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.125635>
16. Rizwan M., Gilani S., Durrani A., et al. Kinetic model studies of controlled nutrient release and swelling behavior of combo hydrogel using *Acer platanoides* cellulose // *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 2021. Vol. 131. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2021.11.004>
17. Sennakesavan G., Mostakhdemin M., Dkhar L. et al. Acrylic acid/acrylamide based hydrogels and its properties - A review // *Polymer Degradation and Stability*. 2020. Vol. 180, 109308. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2020.109308>
18. Sikder A., Pearce A.K., Parkinson S.J., Napier R., O'Reilly R. K. Recent trends in advanced polymer materials in agriculture related applications // *ACS Applied Polymer Materials*. 2021. Vol. 3(3). P. 1203-1217. <https://doi.org/10.1021/acscpm.0c00982>
19. Zhang Y., Tian X., Zhang Q., et al. Hydrochar-embedded Carboxymethyl Cellulose-g-poly(acrylic acid) Hydrogel as Stable Soil Water Retention and Nutrient Release Agent for Plant Growth // *Journal of Bioresources and Bioproducts*. 2022. Vol. 7. <https://doi.org/10.1016/j.jobab.2022.03.003>
20. Zhang S., Yang Y., Gao B., Wan Y., Li Y.C., Zhao C. Bio-based Interpenetrating network polymer composites from locust sawdust as coating material for environmentally friendly controlled-release urea fertilizers // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2016. Vol. 64(28). P. 5692-5700. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b01688>

### References

1. Kryuchkov S.N., Solonkin A.V., Iozus A.P. et al. Efficiency of polymeric and mulching materials in the creation of selective oak plantations in the dry steppe. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* [Scientific and Agronomic Journal], 2022, no. 4(119), pp. 72-80. <https://doi.org/10.34736/FNC.2022.119.4.011.72-80>
2. Kryuchkov S.N., Solonkin A.V., Solomentseva A.S. et al. Application of modern biostimulants and growth regulators for nursery production in conditions of degradation and desertification. *Lesnoy vestnik* [Forest Bulletin], 2022, vol. 26, no. 4, pp. 29-38. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-4-29-38>
3. Kryuchkov S.N., Belyaev A.I., Pugacheva A.M. et al. *Scientific and methodical guidelines on varietal seed production of trees and shrubs for forest reclamation of arid territories (scientific and methodical recommendations)*. Volgograd: FSC Agroecology RAS, 2022, 52 p.

4. Lapushkin V. M. *System of fertilization in forestry*. Moscow: Prospect, 2021. 144 c.
5. Okolelova A. A., Egorova G. S., Voskoboynikova T. G. Application of hydrogel in light-chestnut soil. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya* [Natural-humanitarian research], 2015, no. 10 (4), pp. 4-10.
6. Revenko V. Y., Agafonov O. M.. The use of hydrogels in crop production. *International Journal of Humanities and Natural Science*, 2018, vol. 11-2, pp. 59-65.
7. Romanenko A. K., Solonkin A. V. V., Solomentseva A. S., Egorov S. S. A. Use of humic preparations for growing planting material of woody plants in the arid region. *Agrarnyy vestnik Urala*, 2022, no. 6(221), pp. 2-15. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-221-06-2-15>
8. Besharati J., Shirmardi M., Meftahizade H., Ardakani M. et al. Changes in growth and quality performance of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in response to soil amendments with hydrogel and compost under drought stress. *South African Journal of Botany*, 2021, vol. 145. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.03.018>
9. Jnanasha C. J., Kumar A., Lal R. Hydrogel application improved growth and yield in Senna (*Cassia angustifolia* Vahl.). *Industrial Crops and Products*, 2021, vol. 174, 114175. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114175>
10. Hu Z., Chen G., Yi S. et al. Multifunctional porous hydrogel with nutrient controlled-release and excellent biodegradation. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2021, vol. 9. <https://doi.org/106146.10.1016/j.jece.2021.106146>
11. Guo Yu., Guo R., Shi X. et al. Synthesis of cellulose-based superabsorbent hydrogel with high salt tolerance for soil conditioning. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2022, vol. 209. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.04.039>
12. Kundu R., Mahada P., Chhirang B., Das B. Cellulose hydrogels: Green and sustainable soft biomaterials. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 2022, vol. 5, 100252. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100252>
13. Maksimova Yu. Polymer hydrogels in agriculture (review). *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 2023, vol. 58, pp. 23-42. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2023.1.23rus>
14. Meng Yi., Liu X., Chengxiang L. et al. Super-swelling lignin-based biopolymer hydrogels for soil water retention from paper industry waste. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2019, vol. 135. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.05.195>
15. Panova I., Ilyasov L., Khaidapova D. et al. Soil conditioners based on anionic polymer and anionic micro-sized hydrogel: A comparative study. *Colloids and*

- Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2020, vol. 610, 125635. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.125635>
16. Rizwan M., Gilani S., Durrani A., et al. Kinetic model studies of controlled nutrient release and swelling behavior of combo hydrogel using Acer platanoides cellulose. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 2021, vol. 131. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2021.11.004>
  17. Sennakesavan G., Mostakhdemin M., Dkhar L. et al. Acrylic acid/acrylamide based hydrogels and its properties - A review. *Polymer Degradation and Stability*, 2020, vol. 180, 109308. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2020.109308>
  18. Sikder A., Pearce A.K., Parkinson S.J., Napier R., O'Reilly R. K. Recent trends in advanced polymer materials in agriculture related applications. *ACS Applied Polymer Materials*, 2021, vol. 3(3), pp. 1203-1217. <https://doi.org/10.1021/acscpm.0c00982>
  19. Zhang Y., Tian X., Zhang Q., et al. Hydrochar-embedded Carboxymethyl Cellulose-g-poly(acrylic acid) Hydrogel as Stable Soil Water Retention and Nutrient Release Agent for Plant Growth. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 2022, vol. 7. <https://doi.org/10.1016/j.jobab.2022.03.003>
  20. Zhang S., Yang Y., Gao B., Wan Y., Li Y.C., Zhao C. Bio-based Interpenetrating network polymer composites from locust sawdust as coating material for environmentally friendly controlled-release urea fertilizers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2016, vol. 64(28), pp. 5692-5700. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b01688>

#### ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

**Крючков Сергей Николаевич**, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» пр-т. Университетский, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация*  
[kryuchkovs@yfac.ru](mailto:kryuchkovs@yfac.ru)

**Солонкин Андрей Валерьевич**, д-р с.-х. наук, заведующий селекционно-семеноводческим центром  
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»*

*пр-т. Университетский, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация*  
*mishamax73@mail.ru*

**Соломенцева Александра Сергеевна**, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»*  
*пр-т. Университетский, 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация*  
*alexis2425@mail.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Sergey N. Kryuchkov**, Doct. Sc. (Agriculture), Chief Researcher of the Laboratory of breeding, seed and nursery production

*Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration, and Protective Afforestation RAS*

*97, Universitetsky pr., Volgograd, 400062, Russian Federation*

*Kryuchkovs@yfac.ru*

*SPIN-code: 5356-4194*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8338-6460>*

*Researcher ID: IAM-5063-2023*

**Andrey V. Solonkin**, Doct. Sc. (Agriculture), Head of the Breeding and Seed-growing Center

*Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration, and Protective Afforestation RAS*

*97, Universitetsky pr., Volgograd, 400062, Russian Federation*

*Mishamax73@mail.ru*

*SPIN-code: 8724-5383*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1576-7824>*

*Scopus Author ID: 57219094230*

**Alexandra S. Solomentseva**, Cand. Sc. (Agriculture), Senior Researcher of the Laboratory of breeding, seed and nursery production

*Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration, and*

*Protective Afforestation RAS*

*97, Universitetsky pr., Volgograd, 400062, Russian Federation*

*Alexis2425@mail.ru*

*SPIN-code: 6832-7471*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5857-1004>*

*Researcher ID: W-4142-2018*

*Scopus Author ID: 57220036834*

Поступила 17.05.2023

После рецензирования 26.06.2023

Принята 03.07.2023

Received 17.05.2023

Revised 26.06.2023

Accepted 03.07.2023