УДК 630.907.1

ОПЫТ ПРОРАЩИВАНИЯ СЕМЯН ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ НА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВО-ГРУНТАХ

© 2015 А.А. Кулагин[1,2], И.Г. Ганеев[3], С.В. Сухова[3],З.У. Зиганшин[4]

[1] Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы
[2] Уфимский институт биологии РАН
[3]Филиал «Восточно–европейская ЛОС»
[4] ООО «Центр Спас», г. Уфа

Поступила в редакцию 15.05.2015

Представляемые экспериментально-полевые работы легли в основу инновационной технологии применения гуминовых препаратов при производстве рекультивационных работ на деградированных и нефтезагрязненных землях. В 2012-2014 гг. проведены работы по проращиванию семян сосны обыкновенной и акации желтой в рассадных кассетах на нефтезагрязненных почво-грунтах. Наибольшее положительное влияние на всхожесть семян, рост и сохранность всходов древесно-кустарниковых растений оказывают предпосевная обработка семян и обработка почвы растворами гуминового препарата.

Ключевые слова: *гуминовые препараты, детоксикация, древесные и кустарниковые растения, рекультивация земель*

Поскольку полностью предотвратить загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами невозможно, объективной необходимостью является создание и освоение эффективных технологий детоксикации нефтезагрязненных почв и земель. Основой рационального подхода является максимальное использование природных процессов самоочистки в условиях их интенсификации уже проверенными приемами и природосовместимыми веществами [1, 2]. Важнейшим элементом успешного решения проблемы детоксикации и восстановления плодородия почв, загрязненных углеводородами нефти и нефтепродуктов, является разработка, освоение и широкое применение новых эффективных технологий, основанных на использовании препаратов содержащих гуминовые кислоты и их соли. Восстановительные работы всегда на конечных этапах предусматривают создание плодородного слоя почвы либо посадку растений, способствующих задержанию распространения экотоксикантов в окружающей среде. При этом основной проблемой биологического этапа рекультивации деградированных земель является низкая приживаемость посадочного материала, включая низкую всхожесть семян растений, что обусловлено токсичностью грунтов рекультивируемых участков.

Кулагин Андрей Алексеевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования. E-mail: kulagin-aa@mail.ru
Ганеев Илья Геннадьевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: igg-ecolog@mail.ru
Сухова Светлана Владимировна, научный сотрудник
Зиганшин Зульфат Ульфатович, директор. E-mail: centrespas@mail.ru

Методология исследований. В основу технологического процесса рекультивации нарушенных, деградированных и загрязнённых земель, разработанного авторами настоящей статьи, заложены мероприятия по:

1. механической очистке и планировке деградированных и нефтезагрязнённых участков земель вышедших из-под нефтедобычи;
2. получению рабочего раствора гуминового препарата (ГП) путем смешения препарата «Гумакс» или его аналогов с водой; внесению рабочих растворов гуминовых препаратов в почво-грунт и обеспечение принудительного и естественного аэрирования (биохимическая санация);
3. биологической рекультивации (фитомелиорации) загрязнённых и деградированных участков путем создания на них зелёных насаждений (посевов многолетних трав и древесно-кустарниковых растений). Переходят к проведению фитомелиоративных мероприятий по окончании детоксикационных работ.

При производстве лесовосстановительных работ соблюдаются технологии, утверждённые Рослесхозом. Лесопосадочные работы производятся по расчетно-технологическим картам (РТК) для создания лесных культур по сплошь обработанной почве. Для повышения приживаемости и повышения резистентности посадочного материала к неблагоприятным условиям среды также применяются рабочие растворы ГП.

Цель работы: разработка технологии применения ГП при создании древесно-кустарниковых насаждений методом посева семян.

В 2012-2013 гг. проведены экспериментальные работы по высеву и проращиванию семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и акации желтой (*Caragana arborescens* Lam.) в 25-и ячеистых рассадных кассетах (РК) с величиной ячеек 77×77×90 мм. Авторами данные породы выбраны не случайно – данные виды широко используются в «зеленом строительстве», демонстрируют высокую устойчивость к действию промышленных поллютантов и при этом обладают декоративностью. В 2012 г. для каждой породы проведена закладка двух серий опытных вариантов и одного контроля ($К_0$):

серия 1 – в качестве субстрата использовался искусственный почво-грунт (ИПГ) с содержанием нефтепродуктов (общее) 2-10 г/кг (слабозагрязненный), среднее содержание – 6 г/кг;

серия 2 – в качестве субстрата использовался ИПГ с содержанием нефтепродуктов (общее) 10-50 г/кг (среднезагрязненный), среднее содержание – 30 г/кг;

контроль ($К_0$) – в качестве субстрата использовался незагрязненный почво-грунт.

ИПГ завозился с опытных участков Елабужского района Республики Татарстан. Каждая серия опытных вариантов состоит из двух подсерий и одного контроля ($К_1$ – для серии1 и $К_2$ – для серии 2):

подсерия 1 – в качестве реагента использовался ГП «Гумакс»;

подсерия 2 – в качестве реагента использовался микробиологический препарат «Байкал ЭМ-1»;

В контрольных вариантах реагенты не использовались. Каждая подсерия включает 3 варианта:

вариант 1 – предпосевная обработка «почвы»;

вариант 2 – предпосевная обработка семян;

вариант 3 – предпосевная обработка «почвы» + предпосевная обработка семян.

Всего для каждой породы заложено 15 опытных вариантов (один вариант – одна кассета), включая 3 контрольных, в которых предпосевная обработка «почвы» и предпосевная обработка семян не проводилась. Заложены новые варианты по изучению влияния ГП на всхожесть и прорастание семян, сохранности проростков и сеянцев сосны и акации желтой на слабо нефтезагрязненных почво-грунтах, полученных на основе нефтешламов (НШ).

В 2013 г. для каждой породы заложено по одной серии опытных вариантов и одного контроля ($К_0$):

серия – в качестве субстрата используется почво-грунт на основе реабилитированных (детоксицированных) нефтешламов (НШ) с содержанием нефтепродуктов (общее) 2-10 г/кг (слабозагрязненный), среднее содержание – 6 г/кг;

контроль ($К_0$) – в качестве субстрата используется незагрязненный почво-грунт.

контроль 1 ($К_1$) – реагент не используется.

В опытных вариантах в качестве реагента используется ГП «Гумакс»:

вариант 1 – предпосевная обработка «почвы»;

вариант 2 – предпосевная обработка семян;

вариант 3 – предпосевная обработка «почвы» + предпосевная обработка семян.

Всего для каждой породы закладывается 5 вариантов (один вариант – 1-а кассета), включая 2 контрольных, в которых предпосевная обработка «почвы» и предпосевная обработка семян не проводятся. Предпосевная обработка «почвы» проводится путем внесения в нее рабочих растворов препарата. Предпосевная обработка семян проводится путем замачивания семян в рабочем растворе препарата. Концентрация рабочих растворов, доза внесения препаратов в «почву», длительность замачивания семян перед посевом подбираются согласно инструкциям, прилагаемым к препаратам. Закладка опыта производится на открытой площадке в условиях, приближенных к естественным. Первоначально в каждую ячейку высевается по 4 семени. Высев и проращивание семян в рассадных кассетах (РК), уход за всходами и сеянцами (прополка, увлажнение, защита от ожогов) проводятся по общепринятым технологиям. Сравнение результатов учетов и их статистический анализ выполнен по общепринятым методикам с использованием коэффициента Стьюдента.

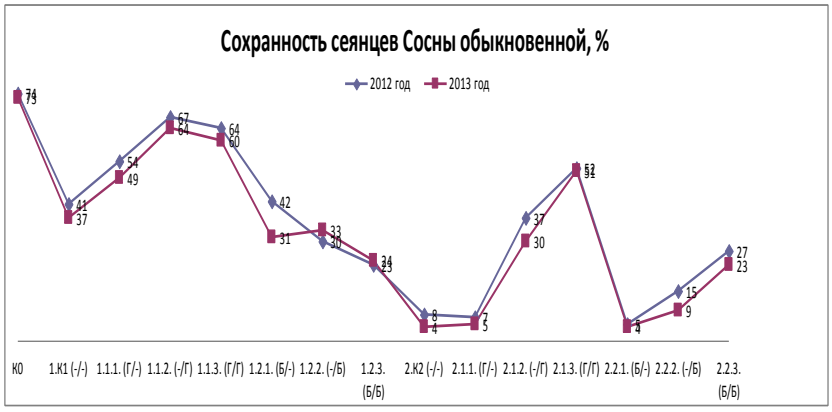

Рис. 1. Сохранность всходов и сеянцев сосны на различных вариантах по результатам осенних учетов 2012 и 2013 гг. (посев 2012 г.)

Результаты исследований и их анализ. По результатам исследований проведена оценка таких параметров растений, как всхожесть семян, сохранность всходов и сеянцев. Сводные данные по всхожести, а также сохранности всходов и сеянцев сосны обыкновенной посева 2012 г. приведены на рис. 1. Видно, что сохранность сеянцев сосны на всех вариантах во второй вегетационный сезон практически не отличается от сохранности всходов в первом сезоне. Отпад сеянцев незначителен. На слабозагрязненных почвах наибольшая сохранность всходов и сеянцев отмечена на втором и третьем вариантах применения ГП, т.е. при предпосевной обработки семян и при сочетании обработки почвы с предпосевной обработкой семян.

На среднезагрязненных почвах наибольшая сохранность всходов и сеянцев отмечена на третьем варианте применения ГП (сочетании обработки почвы с предпосевной обработкой семян). Разница с контрольным вариантом на этих вариантах несущественна. Некоторое повышение количества учтенных сеянцев в 2013 г. по сравнению с 2012 г. связана с появлением новых всходов, что указывает на наличие «спящих» семян взошедших на второй год после посева. Сводные данные по сохранности всходов и сеянцев акации желтой посева 2012 г. приведены на рис. 2.

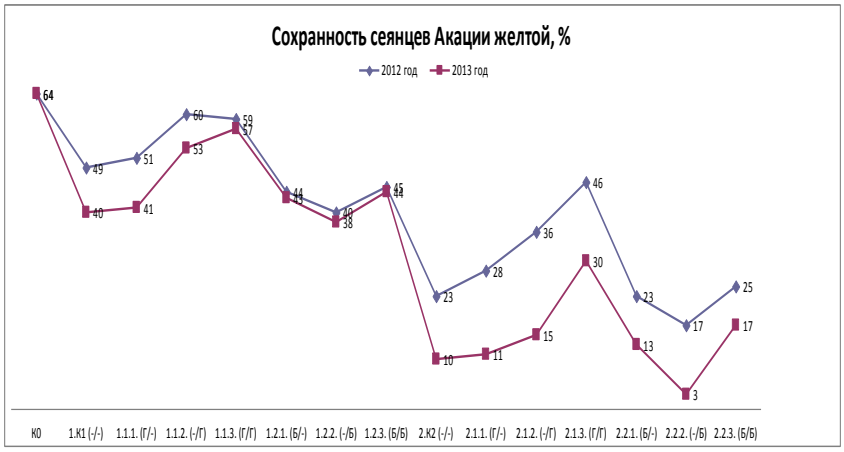

Рис. 2. Сохранность всходов и сеянцев акации на различных вариантах по результатам осенних учетов 2012 и 2013 гг. (посев 2012 г.)

У акации отпад сеянцев во втором сезоне по сравнению с сохранностью всходов в первом более заметен по сравнению с сосной. Однако общая картина сохранности сеянцев акации во втором вегетационном сезоне по вариантам совпадает с картиной сохранности всходов в первом сезоне. Лучшими вариантами для акации на слабозагрязненном субстрате являются предпосевная обработка семян и сочетание обработки почвы с предпосевной обработкой семян ГП, а также сочетание обработки почвы с предпосевной обработкой семян микробиологическим препаратом «Байкал-ЭМ-1». На среднезагрязненных почвах наибольшая сохранность всходов и сеянцев отмечена на третьем варианте применения ГП (сочетании обработки почвы с предпосевной обработкой семян). Разница с контрольным вариантом на этих вариантах, как и у сосны, несущественна. Из представленных данных видно, что наиболее перспективными технологиями являются технологии с использованием ГП. Для выявления наиболее эффективных способов применения ГП в 2013 году были заложены дополнительные посевы сосны и акации в рассадных кассетах (РК) на слабозагрязненных почвогрунтах (ПГ). Сводные данные по сохранности всходов посевов сосны и акации представлены на рис. 3-4.

Очевидно, что наиболее эффективным для обоих видов является сочетание обработки почвы с предпосевной обработкой семян ГП.

Результаты наблюдений за сохранностью сеянцев в 2014 г. (посев 2013 г.) подтвердили результаты, полученные в 2012-2013 гг. и эффективность применения ГП для повышения приживаемости посадочного материала в целом и предпосевной обработки семян 0,1% раствором препарата в сочетании с внесением препарата в почву в частности [3, 4]. Влияние ГП на рост сеянцев на второй год после высева показан на рис. 5 и 6. Хотя разница между различными вариантами не всегда статистически достоверна (разница не достоверна между вариантами К0, В3 – первая пара и К1, В2 – вторая пара у сосны; вариантами: К1, В2 и В3 у акации), приведенные диаграммы указывают на наличие положительного влияния предпосевной обработки семян ГП в сочетании с внесением рабочего раствора препарата в почву. Особенно это заметно на примере годового прироста сеянцев сосны обыкновенной. Поскольку в производственных условиях внесение 8% рабочего раствора ГП происходит на биохимическом этапе рекультивационных мероприятий, то на этапе биологической рекультивации при выполнении посевных работ рекомендуется применять лишь предпосевную

обработку семян в соответствии с предложенной технологией. Такая обработка позволит увеличить всхожесть семян и приживаемость всходов и сеянцев как хвойных, так и лиственных пород и не приведет к стимуляции роста сорных растений.

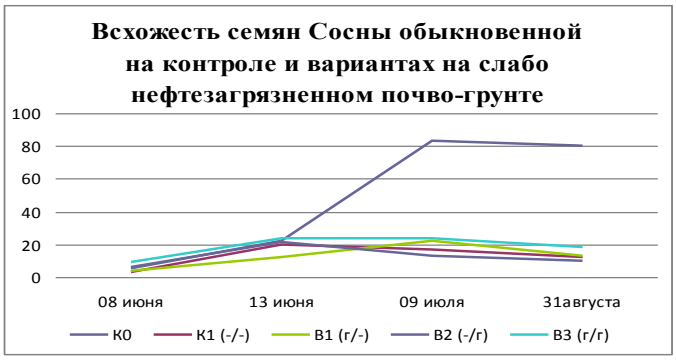

Рис. 3. Динамика всхожести и сохранности всходов сосны по вариантам в течение вегетационного сезона 2013 г. (посев 2013 г.)

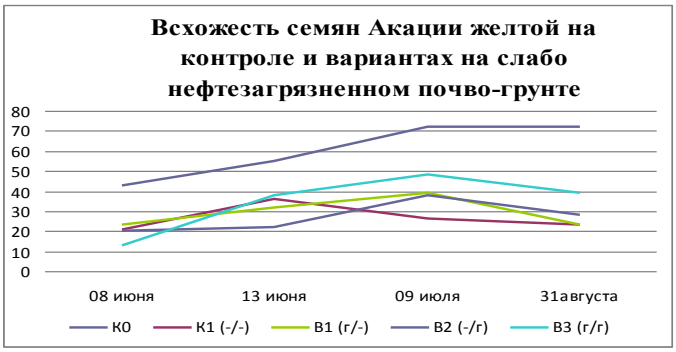

Рис. 4. Динамика всхожести и сохранности всходов акации по вариантам в течение вегетационного сезона 2013 г. (посев 2013 г.)

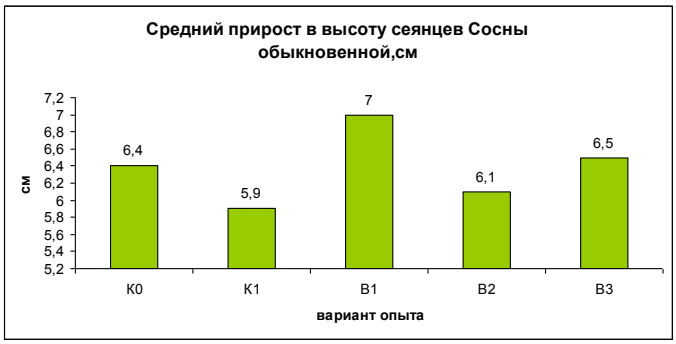

Рис. 5. Средний прирост сеянцев Сосны по высоте на различных вариантах в 2014 г.

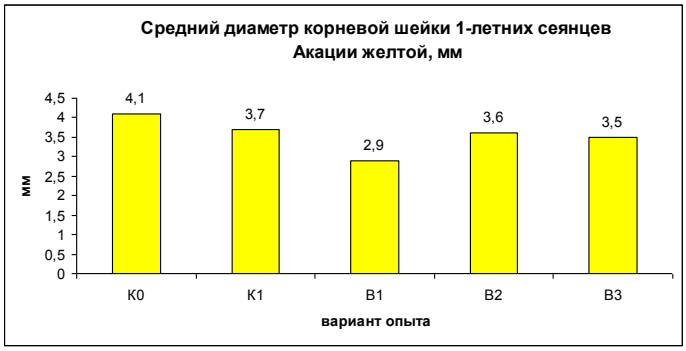

Рис. 6. Средний диаметр прикорневой шейки сеянцев акации жёлтой на различных вариантах в 2014 г.

Выводы: по результатам экспериментальных работ выявлено преимущество ГП над микробиологическими. Наиболее эффективным является вариант сочетания обработки почвы с предпосевной обработкой семян ГП. Для дополнительной обработки почвы используется 8% (по действующему веществу, ДВ) рабочий раствор препарата с дозой расхода 1 л /м^2, для предпосевной обработки семян – 0,1% (по действующему веществу, ДВ) раствор с экспозицией 18-24 часа. Перед высевом семена замачиваются на 18-24 часа в 0,1%-ном растворе препарата, для чего семена в мешках помещаются в любые ёмкости, заполненные рабочим раствором ГП, после чего приступают непосредственно к высеву семян на подготовленную почву. Далее все работы проводятся в соответствии с РТК, в которых подробно изложено содержание технологической схемы: по отдельным операциям, используемой при этом технике, ее производительности, нормативам затрат труда и времени. В РТК Рослесхоза учитываются лесорастительное районирование и классификация лесокультурных площадей, тип и технологические схемы создания лесных культур с учетом региональных условий. РТК Рослесхоза публикуются в разделе «Искусственное лесовозобновление и лесовосстановление» «Сборника РТК на лесохозяйственные работы», который периодически дорабатывается и переиздается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Ганеев, И.Г.* Биохимическая ремедиация нефтезагрязненных почво-грунтов // Аграрная Россия. Специальный выпуск: Мат. межд. науч.-прак. конф. «Актуальные проблемы дендрологии и адаптации растений», посв. 80-летию со дня рожд. проф. Ю.З. Кулагина. – М.: изд-во «Фолиум», 2009. С. 174-175.
2. *Ганеев, И.Г.* О возможности применения гуминовых препаратов в лесовосстановлении на землях, вышедших из-под нефте-газодобычи // Современное видение наследия лесничих Теплоуховых: Мат. межд. науч.-прак. конф. посв. 200-летию со дня рожд. А.Е. Теплоухова. – Пермь: изд-во Пермская ГСХА, 2011. С. 63-68.
3. *Ганеев, И.Г.* Применение органо-химических препаратов на биологическом этапе рекультивации нефтезагрязненных земель / *И.Г. Ганеев, С.В. Сухова, А.А. Кулагин, В.П. Малафеев* // Мат. Межд. конференции «Инновационные подходы к обеспечению устойчивого развития социо-эколого-экономических систем». – Тольятти: Кассандра, 2014. С. 65-69.
4. *Сухова, С.В.* К опыту выращивания посадочного материала на городских деградированных почво-грунтах / *С.В. Сухова, Д.В. Сазонова, И.Г. Ганеев* // Экологические проблемы промышленных городов: Сб. науч. трудов. – Саратов, 2013. Ч. 2. С. 164-166.

GERMINATION EXPERIENCE OF WOODY AND SHRUBS PLANTS ON CONTAMINATED SOILS AND SUBSOILS

© 2015 A.A. Kulagin[1,2], I.G. Ganeev[3], S.V. Sukhova[3], Z.U. Ziganshin[4]

[1] Bashkir State Pedagogical University
[2] Ufa Institute of Biology RAS
[3] Department of «East–Europe Forest Station»
[4] JSK «CentrSpas»

The experimental-field work formed the basis of application the innovative technologies in the production of humic substances on remediation the oil-contaminated lands and degraded lands. In 2012 - 2014 years the works on seed germination of Scots pine and yellow acacia seedlings in trays on oil-contaminated soils and subsoils. The largest positive effect on seed germination, seedling growth and preservation the trees and shrubs have pre-sowing seed and soil treatment solutions by humic preparation.

Key words: *humic preparations, detoxication, woody and shrabs plants, soil recultivation*

Andrey Kulagin, Doctor of Biology, Professor, Head of the Ecology and Nature Management Department. E-mail: kulagin-aa@mail.ru
Iliya Ganeev, Candidate of Biology, Senior Research Fellow. E-mail: igg-ecolog@mail.ru
Svetlana Sukhova, Research Fellow
Zulfat Ziganshin, Director. E-mail: centrespas@mail.ru