

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, УДОБРЕНИЙ И ГИДРОГЕЛЯ НА ПРИЖИВАЕМОСТЬ И РОСТ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ПЕСЧАНЫХ ОТВАЛАХ

А.И. СМИРНОВ, ООО «Разносервис»⁽¹⁾,
Ф.С. ОРЛОВ, ООО «Разносервис»⁽¹⁾,
И.И. ДРОЗДОВ, проф., МГУЛ, д-р с.-х. наук⁽²⁾,
С.Б. ВАСИЛЬЕВ, доц., МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽²⁾

ap-6@yandex.ru, svasilyev@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ООО «Разносервис», Лихов пер. д.10, г. Москва, Россия, 127051

⁽²⁾ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я институтская, д. 1, МГУЛ

Представленная работа отражает результаты изучения влияния технологии ПОСЭП (предпосевная обработка семян электромагнитным полем), физического метода воздействия на посевной материал и сеянцы низкочастотным электромагнитным полем, микробиологического удобрения «Экстрасол» и гидрогеля на приживаемость 2-летних сеянцев сосны обыкновенной, посаженных в грунт, подлежащий рекультивации, и ранее посаженных 5-летних культур кедра сибирского и 4-летних культур сосны обыкновенной. Результаты поставленных полевых опытов свидетельствуют о том, что комплексная обработка 2-летних сеянцев сосны обыкновенной способствовала значительному повышению их приживаемости по отношению к контролю и составила 267%, т.е. более чем в 2 раза. Стимулирующий эффект набухшего в воде гидрогеля, внесенного под корневые системы 5-летних культур кедра сибирского, проявился также в ростовых процессах. Длина корней опытных растений была больше по сравнению с контролем на 43%, высота увеличилась на 39%. При этом масса опытных растений была больше по сравнению с контролем на 50%. Обработка низкочастотным электромагнитным полем по технологии ПОСЭП ранее посаженных 4-летних культур сосны положительно повлияла не только на их линейные размеры (от 67% до 82%), но и на увеличение массы надземной части (60%), корней (34%). В представленной работе сделан вывод о том, что все использовавшиеся в поставленных опытах варианты обработки 2-летних сеянцев сосны обыкновенной, 5-летних культур кедра сибирского и 4-летних культур сосны обыкновенной в целом оказали положительное влияние не только на их приживаемость в грунте, подлежащем рекультивации, но и на их линейные показатели и массу.

Ключевые слова: приживаемость, технология ПОСЭП, рекультивация, микробиологическое удобрение «Экстрасол», кедр сибирский, гидрогель, сосна обыкновенная, саженцы, культуры

На сегодняшний день основным способом восстановления лесов является посадка [1] и эффективность этого способа напрямую зависит от качества посадочного материала. Поэтому выращиванию сеянцев в лесных питомниках уделяется большое внимание. К передовым и эффективным методам выращивания сеянцев относят применение химических стимуляторов роста [2], новых микробиологических препаратов, подавляющих патогенную микрофлору и способствующих стабильному развитию сеянцев [3]. Известно, что штаммы некоторых видов бактерий оказывают стимулирующее воздействие на рост и развитие растений, продуцируя биологически активные вещества и ингибируя фитопатогенные микроорганизмы [5], физические методы воздействия на семена и сеянцы, в частности, использование электромагнитных полей

(ЭМП) искусственного происхождения, которым исследователи уделяют все больше внимания. Доказано, что обработка семян низкочастотным ЭМП повышает их всхожесть, положительно влияет на рост всходов и сеянцев [5–7]. Следует отметить, что эти исследования ранее велись в основном применительно к сельскохозяйственным культурам [8, 9].

В современной практике ведения лесного хозяйства при облесении вырубок в различных лесных зонах часто не все стандартные и качественные сеянцы полноценно приживаются, а тем более в районах с засушливым климатом. Для нашего исследования особый интерес представляет нахождение эффективных способов и методов повышения приживаемости и ускоренного роста лесных культур на рекультивируемых почвах.

Приживаемость 2-летних сеянцев сосны обыкновенной в Виноградовском лесничестве
The survival rate of 2-year seedlings of Scots pine in the Vynogradov forest district

Показатели	Варианты обработки					
	1	2	3	4	5	6
	ПОСЭП	10 % раствор экстрасол	ПОСЭП+ гидрогель набухший	Гидрогель набухший	Гидрогель сухой	Контроль
Зона воздействия	на все растение	на корни	на все растение+ корни	на корни	в посадочное место	–
Приживаемость,	70±4,5	69±4,2	80±5,2	75±4.8	51±3.9	30±2.8
% к контролю	233	230	267	250	170	100
Критерий Стьюдента	7,5	7,5	8	8	4,4	–

Приживаемость посадочного материала – это один из основных показателей агротехники лесовосстановления.

Учитывая и анализируя различные методы, применяемые в лесовосстановительных работах, мы решили пойти путем синтеза и выбрали сочетание различных приемов воздействия на приживаемость и ускорение роста лесных культур.

На кафедре искусственного лесовыращивания и механизации лесохозяйственных работ МГУЛ в течение четырех лет мы проводим исследования влияния низкочастотного электромагнитного поля на развитие сеянцев сосны и ели на разных этапах: от прорастания семян до роста сеянцев. И результаты исследований показывают эффективность этого метода для получения качественного посадочного материала.

В данном исследовании изучалось влияние низкочастотного электромагнитного поля, микробиологического удобрения «Экстрасол» и гидрогеля на приживаемость 2-летних сеянцев сосны обыкновенной, посаженных в грунт, подлежащий рекультивации, а также 5-летних культур кедра сибирского и 4-летних культур сосны обыкновенной. С этой целью кафедрой искусственного лесовыращивания и механизации лесохозяйственных работ МГУЛ были поставлены 3 полевых опыта на территории Виноградовского лесничества Московской области на песчаных отвалах после добычи фосфоритов.

Опыт 1. Изучение влияния различных способов предпосадочной обработки 2-летних сеянцев сосны обыкновенной на их приживаемость в лесных рекультивационных культурах.

Почвы, отведенные под посадки, песчаные, свежие. Обработка почвы была проведена плугом ПКЛ-70, посадка сеянцев в дно борозды. Перед посадкой 100 шт. сеянцев обработаны низкочастотным электромагнитным полем (ЭМП) по технологии ПОСЭП, 100 шт. – 10 % водным раствором микробиологического удобрения Экстрасол, (корни сеянцев погружали в раствор и выдерживали 30 мин), 100 шт., корни которых погружали в заранее подготовленный набухший в воде гидрогель, 100 шт. посажены вместе с сухим гидрогелем (2 гр. на один сеянец, гранулы высыпали на дно лунки) 100 шт. сеянцев, обработанных (ЭМП) по технологии ПОСЭП, корни которых погружали в заранее подготовленный набухший в воде гидрогель и 100 шт. контрольных сеянцев. Посадка сеянцев осуществлялась вручную в подготовленные борозды по 25 шт. в 4-кратной повторности.

Для постановки опыта 2 набухший в воде гидрогель вносился под корневые системы ранее посаженных, ныне 5-летних культур кедра сибирского.

Для постановки опыта 3 в полевых условиях проведена обработка ранее посаженных 4-летних культур сосны низкочастотным электромагнитным полем по технологии ПОСЭП.



Рис. 1. Посадка 2-летних сеянцев сосны обыкновенной: обработка ПОСЭП и корни погружали в заранее подготовленный набухший в воде гидрогель Опыт. Вариант № 3. Виноградовское лесничество

Fig. 1. The planting of 2-year-old Scots pine seedlings with posed treatment and roots immersed in a prepared water-swollen hydrogel. An experiment. Option № 3. The Vinogradov Forestry



Рис. 2. Посадка 2-летних сеянцев сосны обыкновенной с внесением сухого гидрогеля в посадочное место. Опыт. Вариант № 5. Виноградовское лесничество

Fig. 2. The planting of 2-year-old Scots pine seedlings with the introduction of dry hidrogel into the seat. An experiment . Option № 5. The Vinogradov Forestry



Рис. 3. 2-летние сеянцы сосны обыкновенной в Виноградовском лесничестве: слева контроль, вариант № 6; справа опыт, вариант № 3

Fig. 3. 2-year-old Scots pine seedlings in the Vynohradov Forestry district: to the Left is a control row, option № 6; to the right – the experiment, option № 3

Т а б л и ц а 2

Линейные показатели 5-летних культур кедра сибирского в Виноградовском лесничестве
Linear indicators of 5-year Siberian cedar plantations in the Vynohradov forestry

Вариант опыта	Высота, см	Диаметр прикорневых шеек, мм	Длина корня, см	Сухая масса, г	
				надземной части	корней, г
Контроль	10,7±0,34	2,9±0,07	16±0,06	1,4±0,07	0,42±0,02
ЭМП	14,9±0,56	5,8±0,3	22,2±0,9	2,0±0,04	0,74±0,05
% к контролю	139	200	143	143	176
Критерий Стьюдента	9,1	10	9,3	3,4	6,4

Т а б л и ц а 3

**Статистические характеристики саженцев 5-летних культур кедра
сибирского в Виноградовском лесничестве**
Statistical characteristics of 5-year Siberian cedar seedlings on the plantations in the Vynohradov forestry

Показатели	Контроль	ЭМП
Высота, см		
Кол-во измерений, <i>n</i>	40	40
Среднее арифметическое, <i>M</i>	10,7	14,9
% к контролю	100	139
Стандартное отклонение, σ	1,28	1,65
Коэффициент вариации, <i>V</i>	5,5	11
Ошибка выборочной средней, <i>m</i>	0,34	0,44
Точность опыта, <i>p</i>	1,4	2,9
Критерий Стьюдента, <i>t</i>	–	9,1
Диаметр прикорневых шеек, мм		
Среднее арифметическое, <i>M</i>	2,9	5,8
% к контролю	100	200
Стандартное отклонение, σ	0,27	1,1
Коэффициент вариации, <i>V</i>	9,3	17
Ошибка выборочной средней, <i>m</i>	0,07	0,28
Точность опыта, <i>p</i>	2,4	4,9
Критерий Стьюдента, <i>t</i>	–	10
Длина корней, см		
Среднее арифметическое, <i>M</i>	16	22,9
% к контролю	100	143
Стандартное отклонение, σ	2,3	3,4
Коэффициент вариации, <i>V</i>	14	15
Ошибка выборочной средней, <i>m</i>	0,6	0,9
Точность опыта, <i>p</i>	3,8	3,8
Критерий Стьюдента, <i>t</i>	–	9,3
Сухая масса надземной части, г		
Среднее арифметическое, <i>M</i>	1,4	2,0
% к контролю	100	143
Стандартное отклонение, σ	0,24	0,15
Коэффициент вариации, <i>V</i>	17	8
Ошибка выборочной средней, <i>m</i>	0,07	0,04
Точность опыта, <i>p</i>	5	2
Критерий Стьюдента, <i>t</i>	–	3,4
Сухая масса корней, г		
Среднее арифметическое, <i>M</i>	0,42	0,74
% к контролю	100	176
Стандартное отклонение, σ	0,08	0,18
Коэффициент вариации, <i>V</i>	19	24,3
Ошибка выборочной средней, <i>m</i>	0,02	0,05
Точность опыта, <i>p</i>	4,8	6,0
Критерий Стьюдента, <i>t</i>	–	6,4

**Линейные показатели 4-летних культур сосны обыкновенной
в Виноградовском лесничестве**
Linear indicators of 4-year plantations of Scots pine in the Vynohradov Forestry

Вариант опыта	Высота, см	Диаметр, мм	Длина корня, см	Сухая масса, г	
				надземной части	корней
Контроль	21±0,85	2,9±0,13	11±0,65	5,14±0,21	1,3±0,1
ЭМП	35,2±1,6	5±0,25	20±0,93	8,2±0,37	1,7±0,1
% к контролю	167	172	182	160	134
Критерий Стьюдента	7,8	6,6	8,0	7,4	3,1

**Статистические характеристики 4-летних культур сосны обыкновенной
в Виноградовском лесничестве**
Statistical characteristics of the 4-year-old cultures of Scots pine in the Vynohradov Forestry

Показатели	Контроль	ЭМП
Высота, см		
Кол-во измерений, <i>n</i>	40	40
Среднее арифметическое, <i>M</i>	21,0	35,2
% к контролю	100	167
Стандартное отклонение, σ	3,5	5,68
Коэффициент вариации, <i>V</i>	17	17
Ошибка выборочной средней, <i>m</i>	0,85	1,6
Точность опыта, <i>p</i>	4,0	4,6
Критерий Стьюдента, <i>t</i>	–	7,8
Диаметр прикорневых шеек, мм		
Среднее арифметическое, <i>M</i>	2,9	5,0
% к контролю	100	172
Стандартное отклонение, σ	0,5	0,95
Коэффициент вариации, <i>V</i>	17,2	18,9
Ошибка выборочной средней, <i>m</i>	0,13	0,25
Точность опыта, <i>p</i>	4,5	5,1
Критерий Стьюдента, <i>t</i>	–	6,6
Длина корней, см		
Среднее арифметическое, <i>M</i>	11	20
% к контролю	100	182
Стандартное отклонение, σ	2,5	3,48
Коэффициент вариации, <i>V</i>	22,7	17,4
Ошибка выборочной средней, <i>m</i>	0,65	0,93
Точность опыта, <i>p</i>	5,9	4,4
Критерий Стьюдента, <i>t</i>	–	8,0
Сухая масса надземной части, г		
Среднее арифметическое, <i>M</i>	5,14	8,21
% к контролю	100	160
Стандартное отклонение, σ	0,77	1,37
Коэффициент вариации, <i>V</i>	15,0	16,7
Ошибка выборочной средней, <i>m</i>	0,21	0,37
Точность опыта, <i>p</i>	4,08	4,4
Критерий Стьюдента, <i>t</i>	–	7,4
Сухая масса корней, г		
Среднее арифметическое, <i>M</i>	1,3	1,74
% к контролю	0,36	0,36
Стандартное отклонение, σ	100	134
Коэффициент вариации, <i>V</i>	27	21,1
Ошибка выборочной средней, <i>m</i>	0,1	0,1
Точность опыта, <i>p</i>	8,0	5,7
Критерий Стьюдента, <i>t</i>	–	3,1

Следует отметить, что в течение вегетационного сезона 2014 г. на исследуемых посадках агротехнические уходы не проводились.

В сентябре 2014 г. произведены учеты и обмеры саженцев на опытных и контрольных участках посадок. Схема опыта 1 и результаты представлены в табл. 1.

Данные табл. 1 свидетельствуют о высоком уровне положительного влияния всех вариантов обработки на приживаемость сосны обыкновенной, которая была вдвое выше контрольного варианта. Наиболее высокие показатели в варианте сочетания ЭМП и набухшего в воде гидрогеля 267 % к контролю не случайны, поскольку гидрогель способствует накоплению и удержанию влаги в зоне расположения корневых систем сеянцев, что весьма важно в условиях дефицита влаги на песчаных отвалах рекультивируемых земель, а низкочастотное ЭМП оказало стимулирующее влияние на их приживаемость.

Внешний вид опытных и контрольных посадок сосны приведен на рис. 3 (сентябрь 2014 г.). Данные исследования 5-летних культур кедра сибирского после обработки их в 4-летнем возрасте низкочастотным электромагнитным полем представлены в табл. 2, 3.

Данные табл. 2, 3 показывают, что внесение гидрогеля под корневые системы 5-летних культур кедра сибирского оказало заметное положительное влияние на линейные размеры (от 39 % до 100 %) и на массу надземной части (43 %) и корней (76 %).

Данные исследования 4-летних культур сосны обыкновенной после обработки их низкочастотным электромагнитным полем представлены в табл. 4 и 5.

Из полученных результатов следует, что линейные размеры и масса 4-летних культур сосны обыкновенной, обработанных в полевых условиях низкочастотным электромагнитным полем по технологии ПОСЭП, были выше контроля: высота на 67 %, масса надземной части на 60 %, корней на 34 %.

Проведенные исследования показали, что обработку сеянцев низкочастотным электромагнитным полем можно эффективно сочетать с использованием влагонабухающих полимеров, в частности гидрогелей, которые на всех этапах приживания 2-летних сеянцев сосны выполняют роль влагонакопителя и позволяют корневой системе сеянцев быстрее адаптироваться и укрепиться, особенно это важно в условиях дефицита влаги на песчаных землях при их рекультивации. Проведенные исследования также показали, что все использовавшиеся в поставленных опытах варианты обработки 2-летних сеянцев сосны обыкновенной, 5-летних культур кедра сибирского и 4-летних культур сосны обыкновенной в целом оказали положительное влияние не только на их приживаемость в грунте, подлежащем рекультивации, но и на их линейные показатели и массу.

Библиографический список

1. Родин, А.Р. Интенсификация выращивания лесопосадочного материала / А.Р. Родин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 78 с.
2. Пентелькина, Н.В. Проблемы выращивания посадочного материала в лесных питомниках и пути их решения / Н.В. Пентелькина // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. – Вып. 31. – Брянск: БГИТА, 2012. – С. 189–193.
3. Жигунов, А.В. Применение биотехнологий в лесном хозяйстве России / А.В. Жигунов // ИВУЗ «Лесной журнал». – 2013. – № 2. – С. 1.
4. Масленникова, С.Н. Эндوفитные бактерии хвойных растений: последние исследования и перспективы применения / С.Н. Масленникова, А.И. Шургин, В.К. Чеботарь и др. // Вестник Казанского технологического университета. – Вып. 23. – 2013. – С. 139–142.
5. Голдаев, В.К. Электрическое поле и урожай / В.К. Голдаев // Сельское хозяйство. – 1980. – № 4. – С. 30–31.
6. Комиссаров, Г.Г. Влияние флуктуирующего электромагнитного поля на ранние стадии развития растений / Г.Г. Комиссаров // Докл. АН. – 2006. – Т. 406. – № 1. – С. 108–110.
7. Смирнов, А.И. Влияние электромагнитных полей низкой частоты на рост сеянцев сосны обыкновенной / А.И. Смирнов // Вестник МГУЛ – Лесной Вестник. – 2014. – № 4. – С. 54.
8. Барышев, М.Г. Электромагнитная обработка сырья растительного и животного происхождения / М.Г. Барышев, Г.И. Касьянов. – Краснодар, 2002. – 220 с.
9. Барышев, М.Г. Влияние низкочастотного электромагнитного поля на биологические системы / М.Г. Барышев, Н.Н. Куликова, Н.С. Васильев и др. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. – 288 с.

THE INFLUENCE OF LOW FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS,
FERTILIZERS AND HYDROGEL ON THE ESTABLISHMENT AND GROWTH
OF FOREST CULTURES ON RECULTIVATED SAND DUMPS

Smirnov A.I., ⁽¹⁾; Orlov F.S., ⁽¹⁾; Drozdov I.I., ⁽²⁾; Vasilev S.B. ⁽²⁾

ap-6@yandex.ru, svasilyev@mgul.ac.ru

⁽¹⁾Society with limited liability «Raznoservis», Likhov lane D. 10, Moscow, Russia, 127051

⁽²⁾Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya street, 1, 141005, Mytischki, Moscow region, Russia

The present work reflects the results of the impact of POSEP Technology (presowing treatment of seeds electromagnetic field), a method of physical effects on seeds and seedlings of a low-frequency electromagnetic field, microbiological fertilizer “Ekstrasol” and the hydrogel on the survival rate of 2-year-old seedlings of Scots pine planted in the soil subject to remediation and previously planted 5-year-old crops of Siberian pine and 4-year-old ones of pine plantation. The results of a set of field experiments indicate that the complex processing of the 2-year-old seedlings of Scots pine had significantly increased their survival compared to the one under control and amounted to 267%, i.e. more than by 2 times. The stimulating effect of the water swollen hydrogen made under the root system of 5-year cultures of the Siberian cedar was also reflected in the growth processes. The root length of the experimental plants was more by 43% compared to controls, the height has increased by 39%. The mass of experimental plants was 50% more compared to the one under control. Processing of low-frequency electromagnetic field technology POSEP on the previously planted 4 years old plantations of pines had a positive impact not only on their linear dimensions (from 67% to 82%), but also on the increase of the weight of the aerial part (60%), roots (34%). In the present work it is concluded that all variants used in the experiments over 2 year old seedlings of Scotch pine, 5-year-old crops of Siberian pine and 4-year-old ones of pine plantation in General had a positive impact not only on their survival in soil subjected to reclamation, but also for their linear indices and mass.

Keywords: survival, POSEP Technology, reclamation, microbiological fertilizer “Ekstrasol” Siberian cedar, hydrogel sosnaobyknovennaya, seedlings, culture

References

1. Rodin A.R. *Intensifikatsiya vyrashchivaniya lesoposadochnogo materiala* [Intensification of growing forest planting material]. Moscow: Agropromizdat. 1989. p. 78.
2. Pentelkina N.V. *Problemy vyrashchivaniya posadochnogo materiala v lesnykh pitomnikakh i puti ikh resheniya* [Problems growing planting material in forest nurseries and their solutions]. Sb. nauch. tr. V. 31. Bryansk-BGITA. 2012. pp. 189-193.
3. Zhigunov A.V. *Primenenie biotekhnologiy v lesnom khozyaystve Rossii* [The application of biotechnology in forestry Russia]. Lesnoy zhurnal. 2013. № 2. p. 1.
4. Maslennikova S.N., Shurgin A.I., Chebotar' V.K., Shcherbakov A.V., Kanarskiy A.V. *Endofitnye bakterii khvoynykh rasteniy: poslednie issledovaniya i perspektivy primeneniya* [Endophytic bacteria coniferous plants: recent research and future application]. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. V. 23. 2013. pp. 139-142.
5. Goldaev V.K. *Elektricheskoe pole i urozhay* [Electric field and harvest]. Sel'skoe khozyaystvo. № 4. 1980. pp. 30-31.
6. Komissarov G.G. *Vliyaniye fluktuiruyushchego elektromagnitnogo polya na rannye stadii razvitiya rasteniy* [Influence fluktuiruyushchem electromagnetic field at an early stage of plant development]. Doklady AN. 2006. T. 406. № 1. pp. 108-110.
7. Smirnov A.I. *Vliyaniye elektromagnitnykh poley nizkoy chastoty na rost seyantsev sosny obyknovennoy* [The influence of electromagnetic pour on low frequency to an increase in the seedlings of the pine tree of usual]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, 2014. № 4. p. 54.
8. Baryshev M.G., Kas'yanov G.I. *Elektromagnitnaya obrabotka syr'ya rastitel'nogo i zhivotnogo proiskhozhdeniya* [Electromagnetic processing of raw materials of vegetable and animal origin]. Krasnodar, 2002. p. 220.
9. Baryshev M.G., Kulikova N.N., Vasil'ev N.S., Dzhimak S.S. *Vliyaniye nizkochastotnogo elektromagnitnogo polya na biologicheskie sistemy* [The influence of low-frequency electromagnetic fields on biological systems]. Rostov-na-Donu: YuNTs RAN, 2008. p. 288.