

УДК 631.53.01: 631.53.03

Прорастание семян древесных растений в субстратах с применением влагоудерживающих веществ

А. И. Николаев – Сибирская лесная опытная станция, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, заместитель директора по науке, Тюмень, Российская Федерация nikand@siblos.ru

Р. И. Иванова – Сибирская лесная опытная станция, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, младший научный сотрудник, Тюмень, Российская Федерация, mursik16@yahoo.com

Д. С. Шигапов – Сибирская лесная опытная станция, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, инженер I категории, Тюмень, Российская Федерация, 11-29@list.ru

Изложены результаты опытов по изучению всхожести семян древесных пород в условиях, приближенных к реальным (с перепадами увлажнения и температуры, с применением влагоудерживающих веществ в субстрате). Дана характеристика влагоемкости субстратов на основе проведенных опытов в аэробных и анаэробных условиях.

Ключевые слова: всхожесть семян, влагоемкость субстрата, теплопроводность субстрата, гидрогель, пиафлор, капсула субстрата, дражирование семян.

Для ссылок:

Николаев, А. И. Прорастание семян древесных растений в субстратах с применением влагоудерживающих веществ [Электронный ресурс] / А. И. Николаев, Р. И. Иванова, Д. С. Шигапов // Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2016. – № 4. – С. 93–101. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

Всхожесть семян древесных пород оказывает большое влияние на качество всего комплекса работ по воспроизводству лесов. Ввиду высокой стоимости качественного семенного материала хозяйственно-ценных древесных пород, повышение всхожести семян и ускорение роста сеянца до стандартных размеров имеет большое прикладное значение.

Задача настоящего исследования – повысить всхожесть и приживаемость сеянцев древесных пород путем увеличения водоудерживающей способности и сохранения температурного режима околосеменного участка почвы.

Методика исследований

Основное направление работы заключалось в увеличении срока испарения влаги из слоя почвы, непосредственно питающего семя. Для решения этой задачи подготовлены опытные образцы субстрата. Объектами изучения служили семена: сосны обыкновенной (1+2 класса, нормальные, 2014 г. заготовки), сосны обыкновенной некондиционные по ГОСТ 14161–86 (необескрыленные, сушка в духовом шкафу до влажности 7,4–9,1 %, всхожесть 46–72 %, 2015 г. заготовки), ели сибирской (1+2 класса, нормальные, 2014 г. заготовки).

Для создания различных условий прорастания семян использованы субстраты: земля (З), гидрогель (Гг), пиафлор (П), их комбинации: земля+гидрогель (З+Гг), земля+пиафлор (З+П), земля+гидрогель+пиафлор (З+Гг+П), а также вода. Кроме этого, для каждого вида семян применяли капсулы в двух вариантах: капсулу

кубическую (Кк) из цельного кусочка пиафлора, в который помещено семя, покрытое слоем гидрогеля и сверху слоем земли; капсулу, уплотненную (Ку) сферическую из измельченного пиафлора, гидрогеля и земли в перемешанном состоянии с семенем в центре. Капсулирование семян в сельском хозяйстве используется давно и показывает хорошие результаты [1].

Пиафлор и гидрогель в качестве влагоудерживающих веществ выбраны как наиболее доступные по соотношению свойства/стоимость и простоте применения. Пиафлор (флористическая губка) – синтетический экологически-безопасный влагоемкий пористый пеноматериал с бактерицидными веществами, препятствующими загниванию растений. Гидрогель – полимерный (сшитый сополимер) материал, способный удерживать большое количество жидкости (1 г сухого вещества может впитать до 0,2–0,3 л воды).

Для определения водоудерживающей способности выбранных субстратов проведена серия опытов в анаэробных и аэробных условиях, причем пиафлор использовали в двух видах: кубической формы (2×2 см) и разрезанный на мелкие части (1–2 мм). В каждый образец субстрата, помещенный в чашку Петри, налито одинаковое количество воды – 10 мл. Потерю влаги определяли путем ежечасного взвешивания образцов на высокоточных весах с точностью измерения ±0,1 мг. Результаты опытов приведены в табл. 1. В качестве контроля использовали опытный образец с водой.

Наиболее влагоемким (с наименьшим количеством потери воды), как в анаэробных, так и в аэробных условиях, оказался гидрогель кристаллический с показателями испарения воды

Таблица 1. ИСПАРЕНИЕ ВОДЫ РАЗЛИЧНЫМИ СУБСТРАТАМИ В АНАЭРОБНЫХ И АЭРОБНЫХ УСЛОВИЯХ С УЧЕТОМ ИХ ВЛАГОЕМКОСТИ (% КОНТРОЛЯ)

СУБСТРАТ	ИСПАРЕНИЕ ВОДЫ, мл/ч, С УЧЕТОМ ИХ ВЛАГОЕМКОСТИ (% КОНТРОЛЯ), В УСЛОВИЯХ					
	АНАЭРОБНЫХ		АЭРОБНЫХ		СРЕДНЕЕ	
	мл/ч	%	мл/ч	%	мл/ч	%
Гидрогель кристаллический	0,011	191,97	0,233	211,74	0,122	210,87
Пиафлор кубический (2×2 см)	0,018	114,19	0,296	166,88	0,157	163,84
Пиафлор разрезанный (1–2 мм)	0,019	108,55	0,392	126,04	0,205	125,23
Контроль (вода)	0,021	100	0,494	100	0,257	100

0,011 мл/ч и 0,233 мл/ч соответственно (см. табл. 1). В анаэробных условиях влагоемкость гидрогеля в 1,92 раза превосходит контрольный образец с водой, в аэробных – в 2,12. Довольно близкие результаты к гидрогелю в аэробных условиях получены с пиафлором кубическим, а пиафлор разрезанный значительно теряет свои водоудерживающие способности в аэробных условиях.

Для более полного анализа свойств субстратов проведены опыты по выявлению их способности к теплообмену с окружающей средой. Все образцы поместили в одинаковые температурные условия. Через определенные промежутки времени температуру помещения, в котором находились образцы, искусственно изменяли на заданные интервалы. В течение всего времени проведения опытов температуру внутри субстратов измеряли с помощью температурных датчиков. Опыт выполняли в 5-кратной повторности, с вычислением средних значений. Результаты опыта приведены в табл. 2.

В образцах с капсульной системой формирования околосеменного субстрата Ку, а также в образцах субстрата З+Гг удерживается наиболее

стабильный температурный режим, с наиболее плавным изменением температуры субстрата с течением времени. В образцах Кк и З+Гг+П наблюдается немного более резкое колебание температуры, что свидетельствует о высокой теплопроводности неуплотненного пиафлора в намоченном состоянии. Это подтверждается выравниванием температурного режима этих образцов с температурными характеристиками других образцов (после максимального повышения температуры окружающей среды) начиная с 3 ч 15 мин проведения опыта, когда образцы потеряли большую часть влаги. На рис. 1 видно, что теплопроводность образцов субстрата П и З практически идентична теплопроводности контрольного образца (воды); они быстро нагреваются и быстро отдают тепло. Чем пластичнее линии температурного графика образца, тем более плавно изменяется температура околосеменного участка субстрата, что нивелирует скачкообразные изменения температуры окружающей среды. Температурный перепад образца Ку составил 7 °С, что на 9,7 °С меньше перепада температуры в контрольном образце (вода).

Таблица 2. Изменения температуры субстрата в зависимости от температуры окружающей среды и продолжительности проведения опытов

ВРЕМЯ С НАЧАЛА ОПЫТА	ТЕМПЕРАТУРА, °С										
	ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	ВОДЫ	П	Гг	Гг+П	З	З+П	З+Гг	З+Гг+П	Кк	Ку
0 ч 00 мин	18,0	24,4	24,2	24,4	24,5	24,3	24,4	24,3	24,2	24,5	24,3
0 ч 30 мин	18,0	18,2	18,4	18,3	18,3	18,5	18,7	20,7	19,1	19,4	21,2
1 ч 15 мин	19,0	19,0	18,9	18,8	18,6	18,8	18,7	20,4	19,1	19,1	20,8
1 ч 30 мин	20,0	20,0	19,7	19,9	19,7	19,6	19,3	20,5	19,8	19,5	20,6
1 ч 45 мин	21,0	20,8	20,5	20,8	20,8	20,7	20,6	20,8	20,7	19,9	20,4
2 ч 00 мин	22,0	21,9	21,6	21,8	21,7	21,8	21,6	21,4	21,8	21,2	20,7
2 ч 15 мин	23,0	23,0	22,8	22,7	22,6	22,4	22,7	21,9	22,5	22,3	21,1
2 ч 30 мин	24,0	24,0	23,7	23,9	23,7	23,6	23,8	22,6	23,7	23,1	21,7
2 ч 45 мин	25,0	24,9	24,6	24,7	24,7	24,5	24,7	23,4	24,5	24,2	22,3
3 ч 00 мин	35,0	34,8	33,8	34,1	33,4	33,7	32,1	28,1	30,4	29,7	26,7
3 ч 15 мин	35,0	34,9	34,3	34,9	34,7	34,6	33,5	29,2	32,2	31,4	27,4
3 ч 30 мин	18,0	21,4	23,7	22,4	23,1	23,4	24,4	24,6	22,8	23,2	25,3
3 ч 45 мин	18,0	18,2	18,1	18,2	18,3	18,1	18,8	20,7	19,1	19,4	22,1

Примечание: земля (З), гидрогель (Гг), пиафлор (П), земля+гидрогель (З+Гг), земля+пиафлор (З+П), земля+гидрогель+пиафлор (З+Гг+П), капсула кубическая (Кк); капсула уплотненная (Ку).

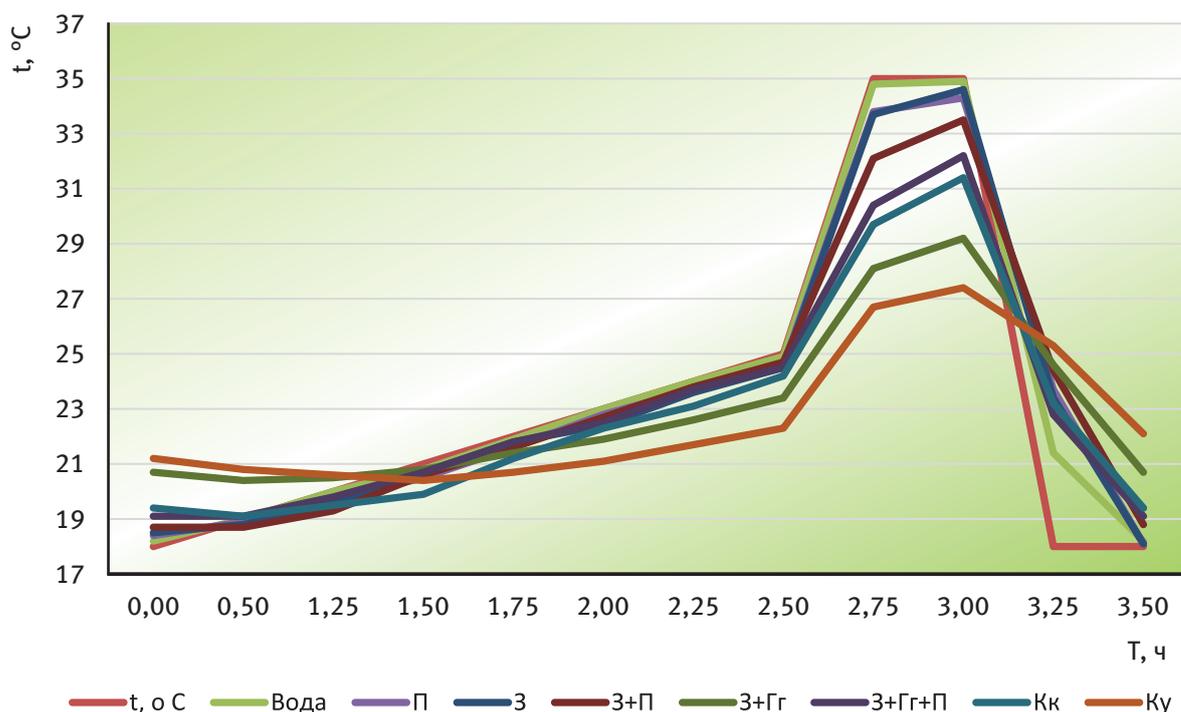


Рис. 1. Изменения температуры субстратов в зависимости от температуры окружающей среды и продолжительности опытов

Определение всхожести семян

Для проверки всхожести семян в различных условиях подготовлены опытные образцы субстратов для семян каждого вида древесных растений. В качестве контроля использовали семена, замоченные в воде без полного погружения, что в условиях перепада температуры окружающей среды воспроизводит попадание семян на увлажненные участки (лужи и т. п.). Пиафлор и гидрогель применяли отдельно и при перемешивании с землей, причем пиафлор использовали в измельченном виде. Уплотненные капсулы сформированы в виде небольших продолговатых или шарообразных форм. Пиафлор в капсулах использовали как в целом (кубическом) виде с семенами в центре, так и в разрезанном. В каждый образец субстрата помещали по 10 шт. семян (рис. 2а). Все опытные образцы находились в одинаковых, постоянно поддерживаемых условиях, приближенных к реальным: температура $+18 \pm 8$ °С, рассеянный естественный свет. Для моделирования реального водного режима и воспроизведения небольшого влияния неблагоприятных условий, полив осуществляли через раз-

личные промежутки времени (от 24 до 72 ч) равным количеством воды. Учет проросших семян и оценку состояния проростков проводили ежедневно. Серию опытов закладывали в 5-кратной повторности с расчетом средних показателей. Результаты опытов приведены в табл. 3.

В контрольном образце (вода) не появилось ни одного всхода (см. табл. 3, рис. 2 б и в), что можно объяснить постоянно изменяющимися условиями водного и температурного режима (образец то полностью пересыхал, то семена оказывались полностью закрыты водой). То же самое относится и к субстрату из земли (З). Низкую всхожесть показали семена, проращиваемые в субстрате из измельченного пиафлора (П), ввиду быстрого испарения влаги из-за его низкой вододерживающей способности, близкой к контрольному образцу (см. табл. 1). Субстрат из гидрогеля (Гг), напротив, обладает высокой вододерживающей способностью, однако она превышает водопоглощающую способность семян, которые не могут получить из него воду и оказываются в дегитратационном состоянии. Поэтому семена в субстрате из Гг прорастают только при большой доле насыщения субстрата водой, когда

Таблица 3. ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ХВОЙНЫХ ПОРОД В РАЗЛИЧНЫХ СУБСТРАТАХ, ШТ. (ИЗ 10 ВОЗМОЖНЫХ)

СУБСТРАТ СУТКИ	ВОДА (КОНТРОЛЬ)	П	Гг	Гг+П	З	З+П	З+Гг	З+Гг+П	Кк	Ку
Сосна обыкновенная (1+2 класса, нормальные)										
13	-	-	-	-	-	-	1	2	1	3
15	-	-	-	-	-	-	1	3	4	5
17	-	-	-	-	-	-	2	4	4	6
20	-	-	-	-	-	-	3	4	5	7
22	-	-	-	1	-	-	3	4	5	8
27	-	1	2	2	-	1	3	4	5	8
50	-	1	2	2	1	1	3	4	5	8
Ель сибирская (1+2 класса, нормальные)										
13	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1
15	-	-	-	-	-	-	2	3	1	2
17	-	-	-	-	-	-	3	3	3	2
20	-	-	-	-	-	-	3	3	3	4
22	-	-	-	-	-	-	3	4	5	4
27	-	-	1	2	-	-	4	4	5	5
50	-	-	1	2	-	-	5	4	5	7
Сосна обыкновенная (некондиционные, необескрыленные семена, сушка в духовом шкафу)										
13	-	-	-	-	-	-	2	-	3	3
15	-	-	-	-	-	-	6	-	3	4
17	-	-	-	-	-	-	7	1	4	5
20	-	-	-	-	-	-	7	2	6	7
22	-	-	-	-	-	-	7	3	6	10
24	-	-	-	-	-	-	9	3	7	10
27	-	1	2	-	-	-	10	3	7	10
29	-	2	2	1	-	1	10	4	7	10
34	-	2	3	2	1	2	10	4	7	10
50	-	2	3	2	1	3	10	6	7	10

происходит уменьшение водоудержания. Для субстрата из гидрогеля и пиафлора (Гг+П) также характерны низкие показатели всхожести. Субстрат З+П очень быстро пересыхает, так как земля вытягивает всю воду из измельченного пиафлора.

Высокая всхожесть семян отмечалась в субстратах З+Гг, З+Гг+П, Кк, Ку, в которых семена проросли на 13 сут. В субстрате З+Гг гидрогель аккумулирует всю лишнюю, не связанную влагу, поступающую в почву, при этом из-за того, что его влагоемкость близка к влагоемкости земли [2, 3], происходит постепенное высвобождение влаги из Гг в слой почвы и непосредственное пи-

тание семян (рис. 2г). Сходные результаты показывает субстрат с добавлением пиафлора З+Гг+П. Наибольшее количество проростков наблюдается в капсульных субстратах, причем лучшие результаты, как по количеству проростков, так и по их состоянию, демонстрирует субстрат из уплотненных капсул Ку (рис. 2е).

Капсулирование семян по типу Ку позволяет использовать меньшее количество субстрата, чем по типу Кк (см. рис. 2 д и е). Для послойного формирования капсулы кубической Кк необходимо большее количество гидрогеля и земли, чем для Ку. К тому же применение уплотненной капсулы из смешанного субстрата З+Гг+П го-



а



г



б



д



в



е

Рис. 2. Результаты опыта:

а) закладка семян в субстраты; б) семена сосны обыкновенной в воде (контроль); в) некондиционные семена сосны обыкновенной в воде; г) проростки сосны обыкновенной (семена некондиционные) в субстрате 3+Г2; д) проростки сосны обыкновенной в субстрате Кк, е) проростки сосны обыкновенной в субстрате Ку

раздо проще как в подготовке самого субстрата, так и в формировании капсулы. Прорастающие корни растения легко разрушают капсулу, а оставшиеся в околоторневой системе гидрогель и пиафлор продолжают выполнять свои функции

еще длительное время. Процесс создания уплотненной капсулы и включения в нее семени не- сложно автоматизировать.

Следует отметить более высокую всхожесть некондиционных семян сосны обыкновенной,

как наиболее свежей заготовки. Принимая во внимание хорошую всхожесть и качество некондиционных семян, можно рекомендовать такой вид подготовки семян к посеву как основной, который требует гораздо меньше материальных и трудовых затрат.

Заключение

Основываясь на результатах проведенных опытов, рекомендуется применять капсулирование семян (по типу образца Ку) из субстратов с влагоудерживающими веществами, обеспечивающими семена более благоприятными водными и температурными условиями, что повысит всхожесть семян и приживаемость проростков более чем в 2 раза. Капсульные системы поддерживают более плавное изменение водно-температурного режима, позволяя семенам и всходам легче переносить экстремальные температуры и дольше выдерживать периоды засухи. При формировании субстрата и дальнейше-

го его капсулирования можно применять защитные и ростовые вещества, что повысит энергию проращения семян и защитит всходы от болезней и вредителей.

Полученные в ходе опытов сведения о физических параметрах веществ и субстратов, а также их взаимосвязях дают ценный материал для научного поиска новых субстратов, способствующих повышению всхожести семян и приживаемости проростков древесных растений.

Применяемые в опытах в качестве влагоудерживающих веществ пиафлор и гидрогель имеют низкую стоимость, а процесс капсулирования легко автоматизировать.

Авторы считают, что применение капсулирования семян по типу субстрата Ку позволит снизить расходы на лесовосстановление за счет повышения всхожести и приживаемости семян и рационального расходования материальных средств. Такие капсулы рекомендуется использовать при содействии естественному возобновлению леса путем разбрасывания их на почву, свободную от лесной подстилки, либо под нее.

Список использованной литературы

1. Яковлева, И. Г. Механизация изготовления и посева дражированных семян сельскохозяйственных культур / И. Г. Яковлева. – Фрунзе, 1977. – 64 с.
2. Полуэктов, Р. А. Моделирование водоудерживающей способности и дифференциальной влагоемкости почвы / Р. А. Полуэктов, В. В. Терлеев // Метеорология и гидрология. – 2002. – № 2. – С. 93–100.
3. Глобус, А. М. Экспериментальная гидрология почв / А. М. Глобус. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 356 с.

References

1. Jakovleva, I. G. Mehanizacija izgotovlenija i poseva kapsulirovanie semjan sel'skhozjajstvennyh kul'tur [Mechanization of manufacturing and encapsulation of sowing seeds of agricultural crops] / I. G. Jakovleva. – Frunze, 1977. – 64 p.
2. Polujektov, R. A. Modelirovanie vodouderzhivajushhej sposobnosti i differencial'noj vlagoemkosti pochvy [Modeling water retention capacity and differential water capacity of soil] / R. A. Polujektov, V. V. Terleev // Meteorologija i gidrologija [Meteorology and hydrology]. – 2002. – № 2. – P. 93–100.
3. Globus, A. M. Jeksperimental'naja gidrologija pochv [Experimental soil hydrology] / A. M. Globus. – L. : Hidrometeoizdat, 1969. – 356 p.

Of seeds of woody plants in substrates with the use of moisture-retaining substances

A. Nikolaev – Siberian forest experiment Station, branch Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Head of Department of scientific and technical information, Tyumen, Russian Federation, nikand@siblos.ru

R. Ivanova – Siberian forest experiment Station, branch Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Engineer, Tyumen, Russian Federation, mursik16@yahoo.com

D. Shigapov – Siberian forest experiment Station, branch Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Researcher, Tyumen, Russian Federation, 11-29@list.ru

Key words: seed germination, moisture capacity of the substrate, the thermal conductivity of the substrate, hydrogel, piaflor, the capsule of the substrate, pelleting seeds.

In the article provides ways to increase the percentage of seed germination of woody plants by increasing water holding capacity and stabilization of heat transfer the substrate around the seed. The article discusses various combinations of substrata of the earth with impurities of piaflor and hydrogel. An extensive characterization of the physical properties of these substrates, on the basis of the experiments. Reveals the interrelationship between the properties of substances physical properties of the surrounding substrate (soil), between which the moisture exchange at different temperatures [1, 2]. The authors explain thermal and water-holding capacity of the chemicals and combination of substrates based on them. In the end, the authors come to the conclusion that the use of piaflora and hydrogel in the formation the substrate around the seed significantly raise the percentage of seed germination of woody plants, if properly applied. So for example the use of one of piaflora and hydrogel in combination with soil does not bring the desired effect due to differences in the physical properties of soil, but the total use of these substances and their properties complement each other and negate the negative effects, positively affecting heat and water exchange with the soil. The best result was shown by the substrate of the Ky generated in the form of a capsule, which creates favorable conditions to maintain water and temperature balance for seeds for a long time, which leads to increased germination, even the seeds. The authors believe that the use of encapsulation of seeds by type of substrate Ky, will reduce the costs of reforestation, due to the increase of germination percentage and survival of seeds and rational expenditure of material resources. These capsules recommended to use in the promotion of natural regeneration, just scattering them on the soil, free of forest litter or under it.

Referens

1. Polujektov, R. A. Modelirovanie vodouderzhivajushhej sposobnosti i differencial'noj vlagoemkosti pochvy [Modeling water retention capacity and differential water capacity of soil] / R. A. Polujektov, V.V. Terleev // *Meteorologija i gidrologija* [Meteorology and hydrology]. – 2002. – N^o 2. – P. 93–100.
2. Globus, A. M. Jeksperimental'naja gidrologija pochv [Experimental soil hydrology] / A. M. Globus. – L.: Gidrometeoizdat, 1969. – 356 p.