

УДК 630*116.19:630*231

Я. А. Курапова, аспирант (Институт леса НАН Беларуси)**ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ТОРФА ОСУШЕННЫХ НИЗИННЫХ БОЛОТ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПОЯВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ВСХОДОВ ОЛЬХИ ЧЕРНОЙ (*ALNUS GLUTINOSA* (L.) GAERTN.)**

Исследования, проведенные с помощью модельных опытов, показали, что температура атмосферного воздуха, освещенность и влажность торфа остаются ключевыми факторами, определяющими температурный режим поверхности торфа. Влажность торфа способна интенсивно снизиться до критического для развития всходов ольхи черной уровня за непродолжительный срок. Установлено, что успешность появления и развития всходов зависит от интенсивности пересыхания поверхностного слоя торфа, скорости развития корневых систем и их проникновения в глубину субстрата.

Studies carried out with the help of using model experiments showed that the temperature of air, light and moisture of peat are key factors determining the temperature regime of the peat surface. Peat moisture is able to fall rapidly to a critical level for seedling European alder (*Alnus glutinosa*) development in a short period of time. It is established that the success of emergence and seedling development of natural regeneration on the stage of germination depends on the intensity of drying the surface of peat layer, the rate of development of root systems and their penetration into the depth of the substratum.

Введение. Земли лесного фонда, подвергшиеся гидромелиорации, являясь особым видом лесных земель. Часть своих свойств они приобрели (или утратили) под активным антропогенным воздействием. Процесс трансформации осушенных низинных почв оказывает влияние на всхожесть семян, рост и развитие древесных пород на этих почвах. Однако такое влияние изучено недостаточно.

Процесс лесовозобновления непосредственно зависит от почвенных и климатических факторов. Изучение особенностей гидротермического режима почв позволит выявить его влияние на процессы появления и развития всходов древесных пород, которые являются важными этапами в формировании естественного насаждения [1].

Параметрами гидротермического режима, способными оказать влияние на лесовозобновительный процесс, являются температура поверхности почвы, температура корнеобитаемого слоя почвы, влажность поверхностного слоя почвы. Роль температуры поверхности почвы при лесовосстановлении может проявиться в повреждении семян (утрата посевных качеств) и повреждении всходов (повреждение корневой шейки). Высокая температура корнеобитаемых слоев почвы может оказать негативное влияние на процессы формирования корневых систем самосева первого года к концу вегетационного периода, поскольку к этому времени корневая система выходит за пределы поверхностного слоя почвы и на ее развитие влияет уже температурный режим более глубоких слоев почвы. Влажность поверхностного слоя обуславливает процессы прорастания всходов и их развития в начале жизни.

Основная часть. В процессе работы были осуществлены модельные опыты, в которых

исследовался торф осушенных низинных болот и семена ольхи черной – основной лесобразующей породы на низинных болотах.

Методика исследования. Влияние внешних климатических факторов (освещенность, температура воздуха) на гидротермический режим торфа исследовано в условиях модельного опыта, имитирующего состояние почвогрунта (регулируемые влажность уровни грунтовых вод) при изменении указанных климатических факторов естественным путем.

Исследование проводилось в двух вариантах. Первый – это изменение гидротермического режима почвенного субстрата под влиянием освещенности и температуры атмосферного воздуха. При этом влияние грунтовых вод в условиях опыта было исключено.

Для проведения опыта из теплоизоляционного материала (пенопласт) был изготовлен контейнер с пятью ячейками. В каждую из ячеек помещались: исследуемый субстрат различной влажности, три термометра – для определения температуры почвенного субстрата на поверхности и на глубине 5 и 10 см. В процессе выполнения опыта отбирались образцы субстрата на влажность в начале проведения опыта и по его окончании. Одновременно измерялась освещенность субстрата. Измерения проводились на протяжении светового периода с интервалами 1 ч.

Во втором варианте опыта исследовалось влияние уровней грунтовых вод на гидротермический режим субстрата.

Исследования выполнялись на установке, состоящей из пяти контейнеров различной высоты (20–90 см) при площади поверхности каждого 20×20 см. В контейнеры помещался субстрат, имеющий близкую к максимальной влажность и термометры по схеме первого ва-

рианта опыта. Все контейнеры устанавливались в водонепроницаемую емкость и заливались водой.

Методика сбора экспериментальных данных аналогична изложенной выше. Образцы для определения влажности брались с поверхности с глубины 5, 10, 15 см, а также на 5 см выше установившегося уровня воды.

В основу модельного опыта по выявлению влияния влажности субстрата на процессы появления и развития всходов ольхи черной положены методические разработки [2], адаптированные нами для целей и задач выполняющихся исследований.

Субстрат в воздушно-сухом состоянии раскладывался в емкости по 200 г в каждую, чтобы он заполнял 2/3 ее объема. Затем субстрат заливался различным количеством воды так, чтобы получилось несколько вариантов влажности в 3-кратной повторности. В каждую емкость выкладывались семена (по 100 шт.). Емкости выставлялись на освещенное место и для предотвращения испарения накрывались полиэтиленовой пленкой. За высеянными семенами велось наблюдение, определялась всхожесть и влажность субстрата на момент массовой всхожести семян. После прекращения появления всходов пленка снималась и в дальнейшем проводились ежедневные наблюдения за сохранностью всходов. При полной гибели всходов в емкости определялась влажность субстрата.

Исследование влияния гидрологического режима торфяного субстрата на развитие всходов ольхи черной проводилось в имитационном опыте. Показателем развития всходов выступала интенсивность развития корневых систем.

Для проведения опыта семена ольхи черной были посеяны в субстрат, доведенный до оптимальной влажности (45–50%), которая поддерживалась на протяжении всего опыта. Наблюдения включали установление сроков появления первых всходов и массового их появления. В процессе опыта отбирались всходы (периодичность отбора образцов – каждые 15 дней), у которых измерялась величина корневых систем. Длительность проведения опыта составила 2 мес.

Обработка экспериментальных материалов произведена с использованием стандартных статистических методов [3].

Результаты исследований. Температура атмосферного воздуха является фактором, определяющим температуру торфяного субстрата. В ночное время происходило практически полное выравнивание температуры атмосферного воздуха и температуры поверхности субстрата. Причем температура поверхности суб-

страта опускается ниже температуры атмосферного воздуха, что характерно для всех вариантов опыта (различия составили 1,0–1,5°C). Снижение температуры во внутренней части субстрата происходило более медленными темпами, и чем выше влажность почвы, тем эти темпы ниже.

Как правило, за ночное время внутренние слои торфяного субстрата успевали остыть до температуры атмосферного воздуха. Различия составляли 2–4°C. Снижение температуры во внутренней части субстрата продолжалось приблизительно до 9⁰⁰ утра. В это время в условиях опыта происходило увеличение температуры атмосферного воздуха (на 3–4°C) и поверхности торфа (на 4–6°C).

Ключевым параметром, определяющим температурный режим поверхности субстрата, является освещенность. Так, в утренние часы, когда освещенность изменялась от 2,0 до 17 тыс. люкс, а температура атмосферного воздуха возрастала от 23,4 до 27,0°C, поверхность субстрата нагревалась на 2 (сухой)–4°C (мокрый субстрат). В полуденные часы при увеличении температуры атмосферного воздуха на 5–8°C, но при высокой освещенности, нагрев верхнего (до 10 см) слоя субстрата достигал от 10 (мокрая) до 20°C (сухая почва).

Кроме непосредственного влияния освещенности и температуры воздуха на процесс формирования температурного режима субстрата в определенное время, существенное значение имеют их средние показатели в течение светового периода (табл. 1).

Таблица 1

Влияние исследуемых климатических факторов на температурный режим субстрата

Средняя освещенность, тыс. люкс	Средняя температура воздуха, °C	Влажность, %	Максимальная температура субстрата, °C		
			на поверхности	на глубине 5 см	на глубине 10 см
20,0	24,3	62,7	23,9	23,5	23,5
		48,4	28,8	24,5	22,7
26,5	29,3	31,1	52,9	33,0	32,5
		64,7	36,8	30,7	30,2
34,6	25,0	49,7	51,0	31,2	27,2
		56,1	44,8	28,0	26,5
		67,7	33,6	24,7	24,0
41,9	22,4	45,4	55,0	32,0	28,0
		53,4	38,2	27,0	26,0
		57,0	29,0	23,1	22,5

Как видно из табл. 1, температура поверхностного слоя субстрата изменяется под влиянием освещенности поверхности субстрата, его влажности и температуры атмосферного воздуха. Проведенный опыт подтверждает тот факт, что увеличение освещенности и температуры воздуха вызывает рост температуры субстрата, а это ведет к снижению его влажности. Такое сочетание является критическим для развития растений.

Температурный режим субстрата в основном определялся температурой его поверхностного слоя за счет передачи тепла. Более интенсивно прогревался субстрат с низкой влажностью. Такие результаты обусловлены теплопроводностью субстрата.

Таким образом, температурный режим торфяных осушенных почв при неблагоприятных погодных условиях может являться фактором, лимитирующим процессы лесовозобновления.

Вторым фактором, способным оказать влияние на лесовозобновительные процессы, является влажность почвы, особенно поверхностного (до 3 см) слоя.

В ходе проведения модельного опыта, при котором изменение влажности за счет выпадения осадков было исключено, выяснилось, что увеличение освещенности поверхности субстрата и температуры атмосферного воздуха способствует ускорению испарения (табл. 2).

Таблица 2
Влияние исследуемых климатических факторов на процессы изменения влажности субстрата

Средняя освещенность, тыс. люкс	Средняя температура атмосферного воздуха, °С	Влажность субстрата, %	Интенсивность испарения, % в час	Уровень воды, см
38,9	30,2	59,9	2,4	20
		71,1	1,9	60
26,4	29,8	31,1	1,0	40
		60,5	1,9	70
50,5	20,7	3,4	0,12	20
		40,2	2,04	40
31,6	27,2	48,7	5,14	20
		45,9	4,6	40
41,2	30,2	42,0	1,74	40
		57,9	0,98	60
33,6	25,0	52,9	0,28	70
		55,8	0,88	90
39,0	24,3	48,4	1,94	70
		62,7	0,84	90

Как видно из табл. 2, интенсивность испарения влаги субстрата зависит от его влажности и температуры, а формирование этих показателей происходит под активным воздействием освещенности поверхности субстрата и температуры атмосферного воздуха.

Достаточно сложная связь между интенсивностью испарения почвенной влаги и влажностью субстрата. Наиболее низкие показатели отмечены при минимальной (3–4%) и максимальной (>50%) влажности. Это может объясняться тем, что в первом случае отсутствует или отмечается низкое количество в субстрате свободной влаги. Во втором случае количество влаги в субстрате значительно превышает возможности испарения ее с поверхности. Максимальное испарение отмечается при средних значениях влажности.

В целом, полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что интенсивность испарения почвенной влаги в течение светового периода суток находится в пределах от 0,12 до 5% в час. Таким образом, влажность субстрата способна интенсивно снизиться до критического для развития всходов ольхи черной уровня за непродолжительный срок.

Выполненный в этой серии опытов отдельный эксперимент по определению интенсивности развития корневых систем всходов ольхи черной показал также, что в наиболее пересыхаемом поверхностном слое субстрата (до 3 см) развитие корневых систем всходов ольхи черной занимает не менее 40 дней (рис. 1).

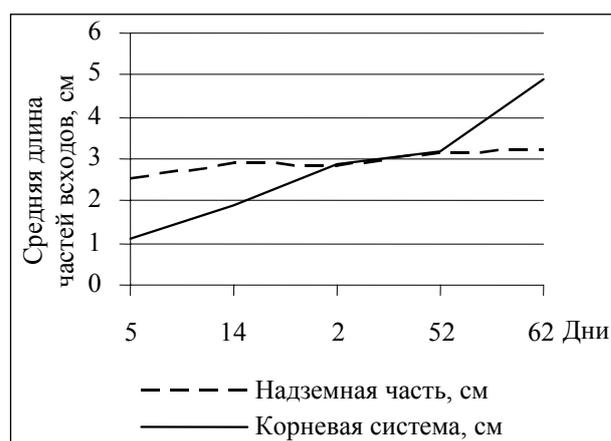


Рис. 1. Динамика развития всходов ольхи черной

Следовательно, минимум столько времени должна сохраняться оптимальная влажность поверхностного слоя почвы, чтобы корневые системы преодолели этот слой и растения смогли окрепнуть на начальном этапе своего развития.

Влажность почвы оказывает значительное влияние на лесовозобновительные процессы. В ходе проведения вегетационного опыта ус-

тановлено, что при различной влажности торфа появление всходов происходит неодинаково (рис. 2).



Рис. 2. Влияние влажности торфа на появление всходов ольхи черной и их сохранность в последующие дни

При низкой влажности субстрата появление всходов вообще не отмечено. Невысокие показатели всхожести семян (8–50%) наблюдаются при влажности 30–40%. Оптимальные условия для появления всходов создаются при влажности субстрата 45–60%. Всхожесть семян при этих условиях максимальна, а ее различия по вариантам незначительны.

Связь всхожести семян ольхи черной с влажностью субстрата в условиях вегетационного опыта описывается уравнением регрессии, которое подтверждает достоверность данной связи:

$$y = -23,9 + 1,3x + 0,09x^2; \quad (1)$$

$$r = 0,88; \quad R^2 = 0,77,$$

где y — грунтовая всхожесть, %; x — влажность почв.

В условиях этого опыта было показано влияние влажности субстрата на сохранность появившихся всходов. С уменьшением содержания влаги в субстрате начинается гибель всходов. Наиболее интенсивно этот процесс происходит при низкой влажности субстрата. Так, если влажность субстрата до 40%, то уже в первые 10 дней происходила гибель до 50% всходов. При более высокой влажности отпад всходов на начальном этапе происходит медленными темпами, однако и в этих условиях наступает момент, когда под воздействием изменения влажности субстрата отпад всходов за 10-дневный период составил также 50%.

Среднее значение влажности субстрата, при которой отмечена гибель всех всходов в условиях опыта, составило 2,3%. Следует отметить, что в некоторых вариантах опыта этот параметр приближался к 5%.

Регрессионный анализ показал, что 50%-ная сохранность всходов описывается уравнением, связывающим ее с исходной влажностью почв. Так, количество дней, в течение которых погибло 50% всходов, появившихся при исследуемых параметрах влажности, описывается уравнением регрессии:

$$y = -32,79 + 1,56x - 0,0116x^2; \quad (2)$$

$$r = 0,64; \quad R^2 = 0,42,$$

где y — количество дней; x — исходная влажность почв.

Закключение. Гидротермический режим почвы — это один из факторов, от которого зависит успешность естественного возобновления леса.

Исследования особенностей гидротермического режима торфа лесных осушенных низинных болот показали, что температура атмосферного воздуха, освещенность и влажность субстрата остаются ключевыми факторами, определяющими температурный режим его поверхности.

Снижение температуры во внутренней части субстрата происходит более медленными темпами, и чем выше его влажность, тем эти темпы ниже.

При изучении влияния гидротермического режима на появление и развитие всходов ольхи черной с помощью модельных опытов выяснилось, что успешность появления и развития всходов зависит от интенсивности пересыхания поверхностного слоя торфа, скорости развития корневых систем и их проникновения в глубину субстрата.

Влажность субстрата способна интенсивно снизиться до критического для развития всходов ольхи черной уровня за непродолжительный срок.

Литература

1. Дружинин, Ф. Н. Гидротермальный режим почв на вырубках и его влияние на лесовозобновительные процессы / Ф. Н. Дружинин // Эколого-экономические аспекты гидролесомелиорации: сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. — Гомель, 2003. — С. 117–120.
2. Русецкас, Ю. Ю. Вопросы влагообеспечения деревьев на торфяной почве / Ю. Ю. Русецкас // Гидролесомелиорация и ведение лесного хозяйства на осушенных землях: сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. — Гомель, 1993. — С. 75–77.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. — М.: Колос, 1973. — 336 с.

Поступила 17.02.2011

УДК 632.4: 630*165.3

С. В. Пантелеев, аспирант (Институт леса НАН Беларуси);
О. Ю. Баранов, кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник (Институт леса НАН Беларуси);
В. Е. Падутов, доктор биологических наук, доцент,
заведующий лабораторией (Институт леса НАН Беларуси)

МОЛЕКУЛЯРНО-ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ СЕЛЬХОЗЗЕМЕЛЬ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ

В статье рассматриваются аспекты применения молекулярно-генетических методов в диагностике видового состава микромицетов почвы земельных участков, выведенных из сельскохозяйственного оборота и предполагаемых для создания на них лесного питомника. Проведен молекулярно-фитопатологический анализ участков в трех лесничествах. Показано, что уровень содержания условно патогенной микрофлоры по результатам количественной оценки выявленных видов микромицетов в почве трех исследованных участков был низким. Установлено, что основной причиной поражения посадочного материала сосны и ели в действующем лесном питомнике является фомоз сеянцев, вызванный аскомицетным патогенным грибом *Phoma pomorum*.

The article describes aspects of the application of molecular genetic techniques in the diagnosis of the species composition of the soil fungi on the land that was taken out of agricultural production and expected to build on it forest nursery. A molecular-phytopathological analysis was carried out in three forestry objects. It has been shown that the level of pathogenic microflora by the results of quantitative evaluation of identified fungi in the soil on the three areas was low. It was found that the main cause of shrinkage pine and spruce seedlings in the forest nursery was pathogenic fungi *Phoma pomorum*, causative agents of Phoma blight.

Введение. В настоящее время в Республике Беларусь придается большое значение искусственному лесовосстановлению и лесоразведению. Значительная часть лесных культур создается на малопродуктивных землях, выведенных из сельскохозяйственного оборота (более 100 тыс. га) [1]. На данной категории земель формируются также и лесные питомники. Выбор участка под лесной питомник осуществляют с учетом соответствия рельефа, почвенных и гидрологических условий, биологии выращиваемых пород, наличия источников полива, транспортной доступности, приближенности к лесокультурным площадям.

Немаловажным фактором, обеспечивающим получение качественного посадочного материала в создаваемых лесопитомниках, является отсутствие источников патогенной микрофлоры. С данной целью проводится предварительное фитопатологическое обследование участков. Важным элементом фитопатологического обследования является анализ почвы – установление уровня содержания патогенной и условно патогенной для сеянцев микрофлоры. Кроме того, существенным моментом является получение данных по содержанию микоризообразующих грибов, оказывающих значимое влияние на рост и развитие сеянцев. Следует также отметить необходимость лесопатологического обследования близлежащих насаждений, выступающих как потенциальный источник инфекции посадочного материала.

Основной способ лесопатологического обследования – визуальная оценка санитарного состояния как площади, отобранной под питомник, так и окружающих насаждений. Однако

данный подход зачастую не является оптимальным для получения достоверных данных о фитопатогенной микрофлоре.

В последнее десятилетие в практике диагностики заболеваний растений все чаще применяются методы, основанные на изучении молекул ДНК. ДНК-маркеры нашли широкое применение и получили длительную апробацию в различных областях медицины – для выявления и профилактики инфекционных заболеваний. Преимущества ДНК-маркеров перед остальными группами методов: ранняя диагностика болезней, точность определения и быстрого выполнения анализов.

Проведенные ранее работы по применению молекулярно-генетических технологий в области диагностики заболеваний посадочного материала в лесных питомниках показали, что ДНК-маркеры являются высокоточным способом диагностики таких потенциальных источников инфекции, как почва [2].

Исходя из всего вышеперечисленного, целью данной работы служит проведение молекулярно-фитопатологического обследования почв и установление видового состава почвенной микрофлоры на землях, выведенных из сельскохозяйственного и предназначенных для создания лесного питомника.

Основная часть. Объект исследований – почвенные образцы земельных участков, расположенных на территории Пинского лесхоза, выведенные из сельскохозяйственного и предлагаемые для создания лесного питомника.

Экспериментальный материал для анализа (образцы почвы) был собран в 3 лесничествах