

УДК 630*182.2+630*187

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ НА ВОЗРАСТНУЮ СТРУКТУРУ ПРОРОСТКОВ ХВОЙНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ УРАЛА

Ермакова М.В., Золотова Е.С., Иванова Н.С.

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, e-mail: i.n.s@bk.ru

Изучено влияние почвенного фактора на возрастную структуру проростков *Pinus sylvestris* L., *Picea obovata* Ledeb., *Larix sibirica* Ledeb. Исследования проводили в лабораторных условиях. Для эксперимента отбирали гумусовый горизонт бурых горно-лесных и дерново-палево-подзолистых почв под пологом старо-возрастных лесов (140–160 лет) и на соответствующих им сплошных вырубках в южно-таежном округе Зауральской холмисто-предгорной провинции (57°00′–57°05′ с.ш. и 60°15′–60°25′ в.д.). Исследованы три типа леса (сосняки брусничниковые, ягодниково-липняковые, разнотравные). Проращивание семян проводили в соответствии с ГОСТ 13056.6-97 в трехкратной повторности. Для всех изученных типов леса и древесных видов установлено ингибирование прорастания семян на почвах вырубок. Процесс интенсивного прорастания семян начинается на почвах вырубок позднее на 3–5 дней по сравнению с почвами условно-коренных лесов. Наиболее неблагоприятное соотношение возрастных групп проростков *Pinus sylvestris* L., *Picea obovata* Ledeb., *Larix sibirica* Ledeb отмечено для почвы вырубки сосняка разнотравного.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris*, *Picea obovata*, *Larix sibirica*, сосна обыкновенная, ель сибирская, лиственница сибирская, тип леса, лесная почва, старовозрастный лес, вырубки, возрастная структура проростков

INFLUENCE OF SOIL CONDITIONS ON AGE STRUCTURE OF SEEDLINGS CONIFEROUS TREE SPECIES OF THE URALS

Ermakova M.V., Zolotova E.S., Ivanova N.S.

Botanical Garden, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, e-mail: i.n.s@bk.ru

We studied the influence of soil factors on the age structure of seedlings *Pinus sylvestris* L., *Picea obovata* Ledeb., *Larix sibirica* Ledeb. Investigations were carried out in laboratory conditions. For the experiment we selected the humus horizon of brown mountain-forest and sod-podzolic soils under the canopy of old-growth (140–160-years) pine forests and on clear-cuts corresponding to them in the southern taiga district of the Zauralskaya hilly piedmont province. We investigated three types of forest (cowberry shrub pine forest, berry pine forest with linden, grass pine forest). The germination of seeds was carried out in accordance with the requirements of GOST 13056.6-97 in triple frequency. For all the studied forest types and tree species found inhibition of seed germination in soil of cuttings. Seeds germinate in soil cuttings on 3–5 days later than in soils of old-growth forests. The most unfavorable ratio of age groups seedlings *Pinus sylvestris* L., *Picea obovata* Ledeb., *Larix sibirica* Ledeb marked for felling soil in grass pine forest.

Keywords: *Pinus sylvestris*, *Picea obovata*, *Larix sibirica*, Scotch pine, Siberian spruce, Siberian larch, forest types, forest soils, old-growth forest, cutting, age structure of seedlings

В связи с нарастанием антропогенного воздействия на лесные экосистемы и сокращением их площадей актуальной становится задача лесовозобновления. Информация о факторах, определяющих начальные этапы развития основных лесообразователей, необходима для прогнозирования динамики лесных экосистем и планирования природоохранных и лесохозяйственных мероприятий [2, 4]. Изучение влияния отдельных факторов на начальные этапы жизни древесных растений, корректное вычленение взаимосвязей в природных условиях затруднено ввиду сложности структуры и функционирования экосистем. Экспериментальные исследования влияния почв различных типов леса на прорастание, выживание и рост лесообразователей до настоящего времени не проводились. Мы осуществили первый этап лабораторного изучения роста сеянцев *Pinus sylvestris* L., *Picea obovata* Ledeb., *Larix sibirica* Ledeb. [2], исследовали всхожесть и энергию прорастания. Нами выявлено, что различия в энергии прорастания

и всхожести семян древесных видов на почвах лесов и вырубках статистически достоверны для всех изученных типов леса и лесообразователей [2].

Целью наших исследований является экспериментальное изучение влияния почв различных типов леса (сосняков брусничникового, ягодниково-липнякового, разнотравного) и их антропогенных вариантов – сплошных вырубок – на возрастную структуру проростков основных лесообразователей Урала *Pinus sylvestris* L., *Picea obovata* Ledeb., *Larix sibirica* Ledeb. в Зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала.

Материалы и методы исследования

Для эксперимента взяты образцы гумусового горизонта бурых горно-лесных и дерново-палево-подзолистых почв под пологом перестойных (140–160 лет) лесов и на соответствующих сплошных вырубках в южно-таежном округе Зауральской холмисто-предгорной провинции на территории в пределах 57°00′–57°05′ с.ш. и 60°15′–60°25′ в.д. Лесо-типологическая характеристика изучаемых лесных

экосистем приведена в табл. 1. Подробное описание структуры растительности и свойств почв региона исследований приведено ранее [2, 3, 5].

Проращивание семян сосны (*Pinus sylvestris* L.), ели (*Picea obovata* Ledeb.) и лиственницы (*Larix sibirica* Ledeb.) проводилось в лабораторных условиях [1] при постоянной влажности почвы 65% и температуре 22°C в кюветах с почвенным слоем 2,5 см в 3-кратной повторности. После замачивания подсушенные до сыпучести семена равномерно (10×10 шт.) раскладывались на поверхности почвы.

По возрастному состоянию семена и проростки *Pinus sylvestris* L., *Picea obovata* Ledeb. и *Larix sibirica* Ledeb. относятся к герменальной стадии онтогенеза – стадии гетеротрофного роста проростка, включающей два этапа «прорастание семени» и «формирование проростка» [7]. При проведении исследований проростки дополнительно распределялись по следующим возрастным категориям:

1. 1–7 дней. В начале роста (этап «прорастания семени» и начало этапа «формирование проростка»). Корешок и гипокотиль плохо различаются. Семядоли не сформированы и находятся внутри семенной чешуйки.

2. 8–11 дней. Проросток сформирован не полностью (этап «формирование проростка»). Корешок и гипокотиль хорошо различаются. Семенная чешуйка плотно закреплена на семядолях;

3. 12–14 дней. Полностью сформировавшиеся (завершение этапа «формирование проростка»). Корешок и гипокотиль хорошо различаются. Семядоли полностью освободились от семенных чешуек. Проросток готов к переходу к этапу укоренения и приживания «всхода» 1–2-летнего возраста ювенильной стадии онтогенеза.

Данные, полученные в результате исследований, обрабатывались и анализировались с помощью пакета стандартных программ Excel.

Таблица 1

Изученные типы лесорастительных условий (ТЛУ) и типы вырубок [6]

Положение в рельефе	Индекс ТЛУ	Условно-коренной тип леса, шифр	Тип вырубки
Периодически сухие местообитания			
Вершины и верхние половины склонов возвышенностей	321	Сосняк брусничниковый; С бр.	Вейниковые
Устойчиво свежие местообитания			
Верхние части придолинных склонов и вершины невысоких холмов	332	Сосняк ягодниково-липняковый; С яг. лп.	Липняково-вейниковые, вейниковые
Свежие, периодически влажные местообитания			
Ровные слегка приподнятые участки водоразделов, пологие склоны	341	Сосняк разнотравный; С ртр.	Злаково-разнотравные, кипрейно-вейниковые

Результаты исследования и их обсуждение

Почвы. Для гумусового горизонта бурых горно-лесных и дерново-палево-подзолистых почв разных типов условно-коренных лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции характерна средняя мощность (8–12 см), невысокая скелетность (5–9%), хорошая пористость (около 58%), слабокислая реакция водной вытяжки, высокое содержание легкодоступного калия (245–293 мг/кг). После сплошной рубки снижаются мощность подстилки, степень ее разложения, мощность гумусового горизонта остается неизменной или чуть возрастает. Наибольшие изменения физических и химических свойств горизонта А1 выявлены для почв сосняка разнотравного. Для остальных типов леса существенная разница в почвенных свойствах между лесом и вырубкой определена только для содержания легкоподвижного калия.

Ранее нами [2] были подробно рассмотрены взаимосвязи всхожести и энергии прорастания семян основных хвойных древесных видов Урала с почвами различных условно-

коренных типов леса и их антропогенных вариантов – сплошных вырубок (табл. 2).

Установленные характеристики энергии прорастания и всхожести семян *Pinus sylvestris* L., *Picea obovata* Ledeb. и *Larix sibirica* Ledeb. нашли свое отражение и в возрастной структуре проростков на 14-й день проращивания.

По возрастной структуре проростков *Pinus sylvestris* L. выявлен ряд особенностей (рис. 1). Для всех типов леса наблюдается снижение доли полностью сформировавшихся (с развитыми семядолями) проростков сосны обыкновенной на почвах вырубок (по сравнению с почвами условно-коренных лесов), процесс интенсивного прорастания семян сдвигается примерно на 3–5 дней. Выявляется ингибирование прорастания семян на почвах вырубок.

Согласно возрастной структуре проростков сосны обыкновенной почвенные условия ухудшаются в ряду: сосняк брусничниковый > сосняк ягодниково-липняковый > вырубка сосняка брусничникового > вырубка сосняка ягодниково-липнякового > сосняк разнотравный > вырубка сосняка разнотравного.

Таблица 2

Энергия прорастания и всхожесть семян *Pinus sylvestris* L., *Picea obovata* Ledeb. и *Larix sibirica* Ledeb. на почвах различных условно-коренных типов леса и их антропогенных вариантах – сплошных вырубках

Вариант опыта	Сукцессионный статус			
	Условно-коренной лес		Сплошная вырубка	
	энергия прорастания, %	всхожесть, %	энергия прорастания, %	всхожесть, %
<i>Pinus sylvestris</i> L.				
С бр.	85,0 ± 0,58	88,0 ± 0,58	77,0 ± 0,58	78,0 ± 1,53
С яг. лп.	69,3 ± 0,88	73,0 ± 0,58	84,7 ± 0,88	86,7 ± 0,88
С ртр.	53,0 ± 0,58	59,7 ± 0,33	75,0 ± 1,15	78,0 ± 1,15
<i>Picea obovata</i> Ledeb.				
С бр.	67,3 ± 0,67	70,0 ± 0,58	58,0 ± 1,00	59,7 ± 0,88
С яг. лп.	66,7 ± 0,67	70,0 ± 0,58	63,0 ± 1,00	66,0 ± 1,00
С ртр.	73,3 ± 0,33	77,0 ± 0,58	56,0 ± 1,00	71,0 ± 0,58
<i>Larix sibirica</i> Ledeb.				
С бр.	46,0 ± 0,58	51,0 ± 0,58	32,0 ± 1,00	36,0 ± 1,53
С яг. лп.	56,0 ± 0,58	57,0 ± 0,58	30,0 ± 0,58	32,0 ± 0,58
С ртр.	53,0 ± 1,00	55,7 ± 0,67	34,0 ± 1,15	± 1,73

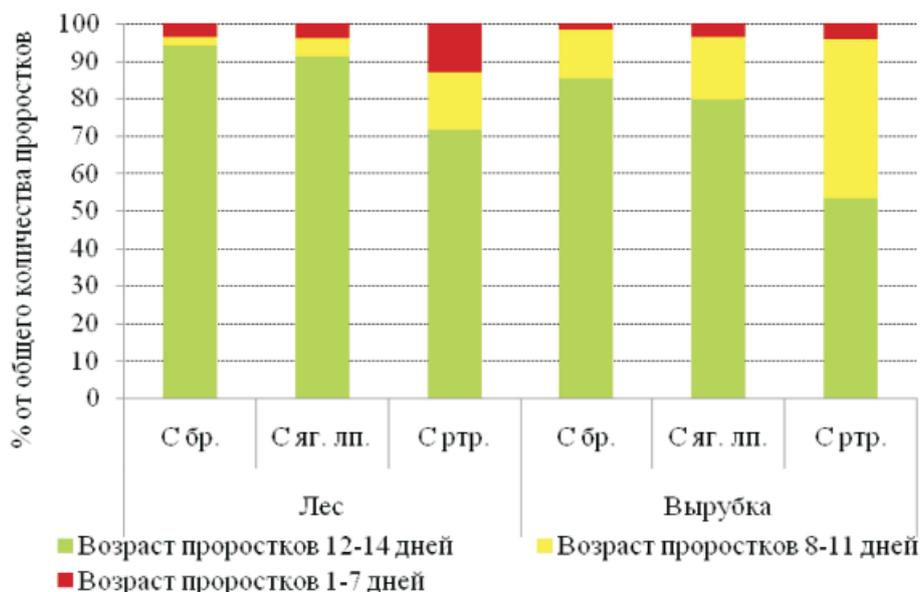


Рис. 1. Возрастная структура проростков *Pinus sylvestris* L.

Для *Picea obovata* Ledeb. также выявлен ряд особенностей (рис. 2). Почвенные условия ухудшаются в ряду: сосняк брусничниковый > сосняк разнотравный > сосняк ягодниково-липняковый > вырубка сосняка ягодниково-липнякового > вырубка сосняка брусничникового > вырубка сосняка разнотравного. Максимальные различия в возрастной структуре проростков ели, так же как сосны, отмечены для почвы вырубки сосняка разнотравного и установлено ингибирование прорастания семян ели в первые 7 дней, что приводит к временному сдвигу интенсивного прорастания семян на 3–5 дней.

По возрастной структуре проростков *Larix sibirica* Ledeb. выявлен ряд особенностей (рис. 3). Почвенные условия для прорастания семян ухудшаются в ряду: сосняк ягодниково-липняковый > сосняк разнотравный > сосняк брусничниковый > вырубка сосняка брусничникового > вырубка сосняка ягодниково-липнякового > вырубка сосняка разнотравного. На почвах вырубок отмечено снижение численности полностью сформировавшихся проростков в топозкологическом профиле. Снижение количества полностью сформировавшихся проростков (возраст 12–14 дней) на почвах вырубок выявлено для сосняков ягодниково-липнякового и разнотравного.

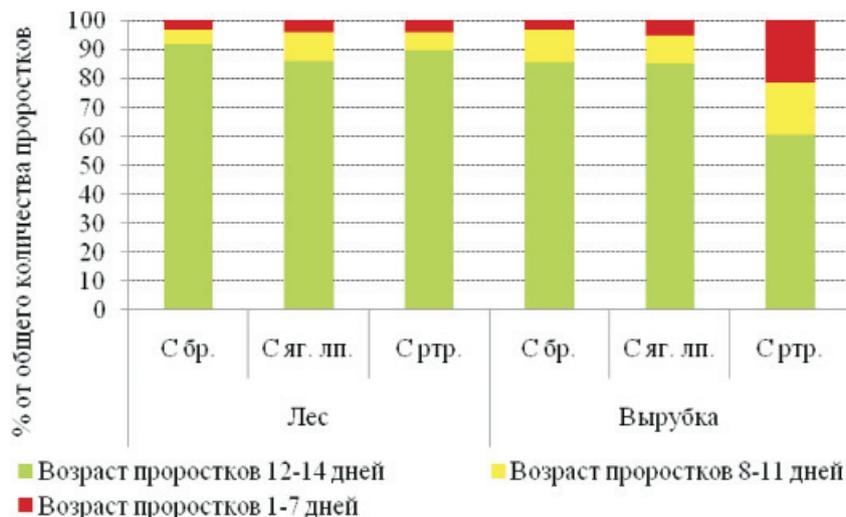


Рис. 2. Возрастная структура проростков *Picea obovata* Ledeb.

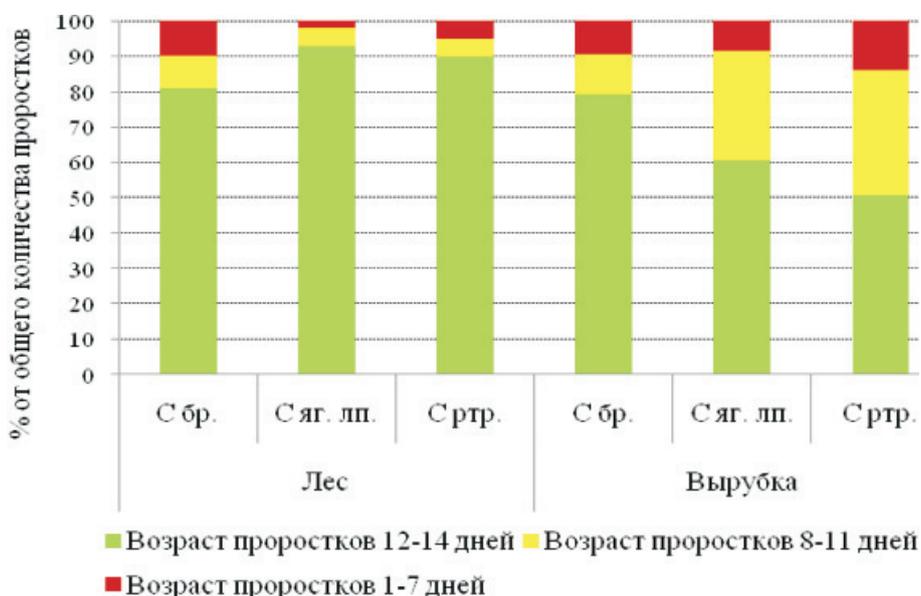


Рис. 3. Возрастная структура проростков *Larix sibirica* Ledeb.

Заключение

Таким образом, впервые в условиях контролируемого эксперимента было изучено влияние на интенсивность прорастания семян хвойных древесных видов Урала свойств почв различных условно-коренных типов южно-таежных лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала и их антропогенных вариантов – сплошных вырубок. Установленные различия в возрастной структуре проростков *Pinus sylvestris* L., *Picea obovata* Ledeb., *Larix sibirica* Ledeb на этапах «прорастания семени» и «формирования проростка» в значительной степени конкретизиру-

ют и уточняют полученные ранее данные о влиянии сплошных рубок на активность прорастания семян древесных видов.

Неблагоприятное соотношение возрастных групп проростков *Pinus sylvestris* L., *Picea obovata* Ledeb., *Larix sibirica* Ledeb. выявлены для почвы вырубок сосняка разнотравного. Установленное ингибирование интенсивности прорастания семян в этих условиях является фактором, в значительной степени снижающим возможность последующей конкуренции возобновления хвойных древесных видов с появляющимся травяным покровом.

Выявленные особенности возрастной структуры проростков *Pinus sylvestris*, *Picea*

obovata, *Larix sibirica* на изменения почв в топоэкологическом профиле и, в особенности их трансформации под воздействием сплошных рубок обосновывает продолжение новых комплексных междисциплинарных исследований с целью прогнозирования лесовозобновления на сплошных вырубках в различных типах леса южно-таежной округа Зауральской холмисто-предгорной провинции Среднего Урала.

Список литературы

1. ГОСТ 13056.6-75 Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести. – М.: изд-во стандартов, 1986. – 39 с.
2. Ермакова М.В., Золотова Е.С., Иванова Н.С. Экспериментальное изучение активности прорастания семян основных хвойных древесных видов Урала на различных почвах // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12588>.
3. Золотова Е.С., Иванова Н.С. Лесотипологическое исследование вырубок Зауральской холмисто-предгорной провинции // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14. – № 1(4). – С. 1016–1019.
4. Иванова Н.С., Быстрай Г.П. Модель формирования структуры древесного яруса на вырубках. Часть 1. Управляющие параметры // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 5. – С. 85–89.
5. Иванова Н.С., Золотова Е.С. Биоразнообразие условно-коренных лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – Режим доступа: URL: <http://www.science-education.ru/107-8563>.
6. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Практическое руководство. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – 176 с.

7. Санников С.Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. – М.: Наука, 1992. – 264 с.

References

1. GOST 13056.6-75 seeds of trees and shrubs. Methods for determination of germination. – Moscow: Publishing House of Standards, 1986. 39 p.
2. Ermakova M.V., Zolotova E.S., Ivanova N.S., Modern problems of education and science (Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya), 2014, no. 2, Available at <http://www.science-education.ru/116-12588>
3. Zolotova E.S., Ivanova N.S., News of the Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences (Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN), 2012, Vol. 14, no. 1(4), pp. 1016–1019.
4. Ivanova N.S., Bystraj G.P., Agrarian Bulletin of the Urals (Agrarnyj vestnik Urala), 2010, No 5, pp. 85–89.
5. Ivanova, N.S., Zolotova, E.S., Modern problems of education and science (Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya), 2013a, no. 1. Available at <http://www.science-education.ru/107-8563>.
6. Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov E.P. Forest conditions and forest types of the Sverdlovsk region. Practical guidance. Sverdlovsk UC AN SSSR, 1973. 176 p.
7. Sannikov S.N. Ecology and geography of natural regeneration of Scots pine. Moscow: Nauka, 1992. 264 p.

Рецензенты:

Шиятов С.Г., д.б.н., профессор, ведущий научный сотрудник Института экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург;

Менщиков С.Л., д.с.-х.н., ведущий научный сотрудник Ботанического сада УрО РАН, г. Екатеринбург.

Работа поступила в редакцию 07.05.2014.