

УДК 630.182

DOI: 10.18698/2542-1468-2017-5-45-51

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САМОСЕВА *PINUS SYLVESTRIS* L. НА ЗАРАСТАЮЩИХ ЛЕСОМ ЗОЛОТОВАЛАХ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Е.И. Филимонова, Н.В. Лукина, М.А. Глазырина, О.С. Шишаева, Д.В. Веселкин

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 620083, Екатеринбург, пр-т Ленина, д. 51
elena.filimonova@urfu.ru

Изучено влияние условий созданных человеком техногенных местообитаний на строение самосева *Pinus sylvestris* L. Объектом изучения послужили ювенильные особи *P. sylvestris*, собранные на двух естественно зарастающих лесом золоотвалах на Среднем Урале. На каждом золоотвале сравнивали растущий самосев на рекультивированных (нанесение грунта) и нереккультивированных участках. В качестве контрольной группы взят самосев, растущий под пологом соснового леса на естественной почве. Результаты оценивали с использованием дисперсионного анализа. Учитывали изменчивость, связанную с абсолютным возрастом растений. По основным морфологическим признакам (масса надземных и подземных органов, длина надземной части, длина корней, плотность расположения поглощающих корней на проводящих, соотношение масс подземных и надземных органов) самосев с разных золоотвалов не различается. Также они не различаются или мало различаются с рекультивированных и нереккультивированных участков. Установлены контрастные отличия темпов развития самосева на золоотвалах от самосева под пологом естественного соснового древостоя. Растения на золоотвалах имеют в 1,5–2,5 раза более высокие размеры и надземных и подземных органов. Особенно велики различия по массе. Одновозрастные растения на золоотвалах имеют в 2–3 раза более высокую биомассу, чем в естественном лесу. Замедленный рост самосева в естественном лесу, по-видимому, связан с влиянием ценотического пресса, т. е. с конкуренцией и средообразующим воздействием взрослых деревьев. Сделан вывод, что для экосистем на золоотвалах, существующих 40–50 лет после окончания эксплуатации, факторы связанные со спецификой условий техногенных субстратов, не являются решающими для развития ювенильных *P. sylvestris*.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris*, золоотвалы, самосев, лесовозобновление, рекультивация, техногенные местообитания, Средний Урал

Ссылка для цитирования: Филимонова Е.И., Лукина Н.В., Глазырина М.А., Шишаева О.С., Веселкин Д.В. Морфологические особенности самосева *Pinus sylvestris* L. на зарастающих лесом золоотвалах на Среднем Урале // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 5. С. 45–51.
DOI: 10.18698/2542-1468-2017-5-45-51

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) — вид с пионерной экологической стратегией, способный быстро заселять нарушенные или вновь зарастающие участки земной поверхности [1]. Наряду с выраженными чертами пионерной или рудеральной стратегии, сосна обладает также свойствами толерантности, или патиентности [2], что отражается в ее способности произрастать при низком плодородии и неблагоприятном водном режиме почв. Такое сочетание свойств объясняет успешное использование сосны в лесовосстановлении, в том числе — при облесении антропогенно (техногенно) нарушенных или сформированных территорий [3–6]. Изучение способов реализации растениями адаптивных возможностей в неблагоприятных условиях техногенных местообитаний необходимо для решения вопросов управления лесами, их продуктивностью и средообразующими функциями. Такие исследования позволяют понять механизмы устойчивости растений, их сообществ и экосистем.

В настоящей работе проанализировано строение ювенильного самосева сосны в естественно зарастающих лесом техногенных экотопах зо-

лоотвалов Среднего Урала. Цель: оценить, как специфика условий техногенных местообитаний отражается на морфологических характеристиках самосева. Для этого сравнили строение самосева, произрастающего: 1) на разных золоотвалах и в естественном лесу; 2) на рекультивированных и переккультивированных участках.

Материал и методы

Районы и участки. Исследования выполнены на золоотвалах Среднеуральской ГРЭС (СУГРЭС) и Верхнетагильской ГРЭС (ВТГРЭС) и на биологической станции Уральского федерального университета (Средний Урал; подзона южной тайги; восточные предгорья низкогорного южнотаежного физико-географического района Свердловской обл.).

Золоотвал Среднеуральской ГРЭС (104 га) не используется для золоудаления с 1968 г., несколько участков были рекультивированы путем нанесения слоя торфа или глины. Золоотвал Верхнетагильской ГРЭС (125 га) не эксплуатируется с 1968–1970 гг. Часть площади рекультивирована полосным нанесением слоя глинистого грунта толщиной 10...15 см полосами шириной

5...8 м через 5...8 м. Физико-химические свойства рекультивированных и нереккультивированных почвенно-грунтовых субстратов подробно охарактеризованы в работах [7, 8]. Физический и химический состав, значительная влагоемкость, особый температурный режим и бесструктурность делают золу специфическим техногенным субстратом, не имеющим аналогов в природе. Главные факторы, лимитирующие рост растений на золе, это отсутствие органических веществ и бедность доступными формами N и K.

На каждом золоотвале 2–5-летние растения выкапывали на двух участках: рекультивированном (зола + грунт) и нереккультивированном (зола). На всех участках представлена спонтанно сформировавшаяся лесная растительность с сосной II–III класса возраста [9].

На золоотвале Среднеуральской ГРЭС (табл. 1) на нереккультивированной золе древесной представлен *Populus tremula* L., *Pinus sylvestris*, *Betula pendula* Roth, *Populus* sp. Возраст деревьев 25–30 лет, полной сомкнутости нет. Из кустарников встречаются *Hippophae rhamnoides* L., *Salix myrsinifolia* Salisb., *S. cinerea* L. Травянистый покров изрежен. Развита лишайниковый ярус из видов рода *Cladonia*. Лес на рекультивированном участке формируется около 50 лет и сомкнут больше, чем на чистой золе. В древесном ярусе преобладают *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula* и *Betula pubescens* Ehrh., в кустарниковом — *Salix myrsinifolia*, *Padus avium* Mill.

На золоотвале Верхнетагильской ГРЭС на чистой золе лес имеет выраженные ярусы. Первый сложен *Populus tremula*, *Betula pendula* и *B. pubescens*, второй — *Pinus sylvestris*, *Picea obovata* Ledeb., *Salix caprea* L., *S. cinerea*. Кустарниковый ярус представлен *Salix myrsinifolia*, *Salix pentandra* L., *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex

Voloszcz.) Klásková, *Rosa acicularis* Lindl., встречаются всходы и подрост *Sorbus aucuparia* L., *Viburnum opulus* L., *Padus avium*. Древесный ярус на участке с нанесением полос грунта сложен *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula* и *Picea obovata*. В подросте отмечены *Pinus sibirica* Du Tour, *Larix sibirica* Ledeb., *Abies sibirica* Ledeb. Кустарниковый ярус представлен *Chamaecytisus ruthenicus* и *Salix myrsinifolia*, всходами *Sorbus aucuparia*, *Padus avium*. Сосновый лес около биологической станции Уральского федерального университета расположен на пологом склоне на суглинистой дерново-подзолистой почве. В первом ярусе доминирует *Pinus sylvestris*, во втором — *Betula pendula* и *B. pubescens*, *Populus tremula* и *Pinus sylvestris*. В подлеске представлены *Padus avium*, *Sorbus aucuparia*, *Alnus incana* (L.) Moench., *Picea obovata*, в кустарниковом ярусе — *Chamaecytisus ruthenicus*, *Viburnum opulus*, *Rosa canina* L., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt.

Анализ строения. В августе 2013 г. выкапывали и затем анализировали 2–5-летние особи *Pinus sylvestris*, соответствующие критериям ювенильных растений — особей, имеющих одноосный побег без боковых побегов [10]. Определяли длину надземной части (высоту), длину хвои и среднюю массу хвои у особи. Измеряли общую протяженность недетерминированных (проводящих) корней, подсчитывали число детерминированных (поглощающих) корней у особи. Определяли массу надземных и подземных органов. Линейные промеры выполнены с точностью до мм, массу определяли с точностью до мг.

Результаты

Особенности строения 2–5-летних особей сосны, собранных в разных местообитаниях, охарактеризованы в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

Характеристики местообитаний самосева сосны обыкновенной
Characteristics of habitats of seedfalls of a *Pinus sylvestris*

Характеристика	Золоотвалы				Естественный лес
	СУГРЭС		ВТГРЭС		
	Зола	Зола + Грунт	Зола	Зола + Грунт	
Толщина подстилки, см	0–0,5	3–5	2–3	1–3	4–6
Древостой					
Возраст деревьев, лет	25–30	50	30–35	40–45	90–110
Средняя высота, м	7,4	14,9	7,0	11,0	25,6
Средний диаметр, см	10,9	18,4	7,7	16,9	37,3
Сомкнутость крон, %	0–40	60–80	65–75	70–80	40–80
Напочвенный покров					
Проективное покрытие яруса:					
кустарникового, %	5–15	25–30	15–20	5–25	25–30
травяно-кустарникового, %	10–15	50–70	15–30	15–40	50–70
мохово-лишайникового, %	55–60	5–10	5–8	10–30	10–30
Плотность возобновления, экз./м ²	0–12	0–3	0–5	0–1	0–23

Т а б л и ц а 2

**Строение самосева *Pinus sylvestris* в техногенных экотопах золоотвалов
и естественном лесу ($m \pm SE$)**

Characteristics of the structure of seedfalls of *Pinus sylvestris* in technogenic ecotopes of ash dumps ($m \pm SE$)

Морфологический признак	Местообитание на золоотвалах				Естественный лес ($n = 32$)
	СУГРЭС		ВТГРЭС		
	Зола ($n = 44$)	Зола + Грунт ($n = 36$)	Зола ($n = 35$)	Зола + Грунт ($n = 31$)	
Высота, мм	60 ± 5	105 ± 10	91 ± 9	88 ± 10	39 ± 3
Длина хвои, мм	34 ± 1	45 ± 2	46 ± 2	44 ± 2	24 ± 1
Масса надземных органов, мг	393 ± 45	612 ± 76	605 ± 80	561 ± 90	180 ± 20
Длина корней, мм	188 ± 12	191 ± 17	194 ± 13	214 ± 17	156 ± 13
Количество корневых окончаний	89 ± 10	75 ± 8	88 ± 7	107 ± 8	43 ± 5
Масса подземных органов, мг	46 ± 4	61 ± 8	56 ± 6	63 ± 7	24 ± 2
Плотность корневых окончаний (количество окончаний на 100 мм корней)	45 ± 3	38 ± 2	45 ± 2	53 ± 4	27 ± 2
Удельная длина корня, м/г	4,9 ± 0,3	3,8 ± 0,2	3,9 ± 0,2	4,1 ± 0,3	6,8 ± 0,3
Отношение массы корней к массе надземных органов	0,13 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,15 ± 0,01

Примечание: n — количество проанализированных особей.

Наблюдаются большие расхождения значений следующих характеристик: линейных (высота надземной части, длина хвои, длина корней), счетных (количество корневых окончаний) и массовых. Эти различия закономерно увеличиваются с возрастом растений (в двухфакторных ANOVA для всех признаков $P < 0,001$). Меньше связаны с возрастом относительные характеристики: плотность расположения поглощающих корней на проводящих и соотношение масс подземных и надземных органов ($P = 0,001-0,067$). Поскольку возрастную изменчивость необходимо учитывать при сравнении самосева из разных биотопов, укажем, что модальные классы возрастов в разных местообитаниях различались. В естественном лесу, на участке чистой золы Среднеуральской ГРЭС и на рекультивированном участке Верхнетагильской ГРЭС преобладали двухлетние особи, а в двух других местообитаниях — трех- и четырехлетние растения.

В серии двухфакторных ANOVA установлено, что наряду с возрастной изменчивостью ясно выражены и особенности строения растений из разных биотопов (для всех признаков $P < 0,001$). По всем характеристикам самые контрастные различия наблюдаются между особями из естественного леса и с золоотвалов. Растения на золоотвалах имеют в 1,5–2,5 раза большие размеры и надземных и подземных органов. Особенно контрастны различия по массе — до 2–3 раз. Эти особенности корректно иллюстрируют оценки для трехлетних особей, с достаточной численностью представленных во всех местообитаниях (табл. 3).

Растения с отвалов двух электростанций не абсолютно гомогенны по морфологическим характеристикам. Значения некоторых признаков

Т а б л и ц а 3

**Строение трехлетних растений *Pinus sylvestris* в техногенных неоекотопах золоотвалов
(размах средних значений для участка)
Characteristics of the structure of three-year old seedfalls of *Pinus sylvestris* in technogenic neo-ecotopes of ash dumps (the range of mean values for the site)**

Морфологический признак	Золоотвалы	Естественный лес
Высота надземной части, мм	72–88	36
Длина хвои, мм	33–43	28
Длина корней, мм	144–245	137
Количество корневых окончаний	51–105	38
Плотность корневых окончаний (количество окончаний на 100 мм корней)	35–48	26
Масса надземных органов, мг	374–462	141
Масса подземных органов, мг	33–59	19

(длина хвои, масса надземных органов, плотность корневых окончаний) больше у сеянцев, растущих на отвале Верхнетагильской ГРЭС по сравнению с показателями сеянцев со Среднеуральской ГРЭС. Значимость этих характеристик в серии двухфакторных ANOVA варьируется ($P = 0,001-0,023$), но в абсолютных величинах эти различия невелики. Независимо от того, наносился или нет на поверхность золы слой грунта, значения основных морфологических признаков практически не изменяются. Поэтому при рассмотрении общих направлений адаптации к техногенным местообитаниям все особи с золоотвалов можно объединить в одну группу.

Опережающие по сравнению с естественным лесом, темпы развития сосны на начальных этапах онтогенеза в местообитаниях золоотвалов, иллюстрируются данными, представленными на рис. 1.

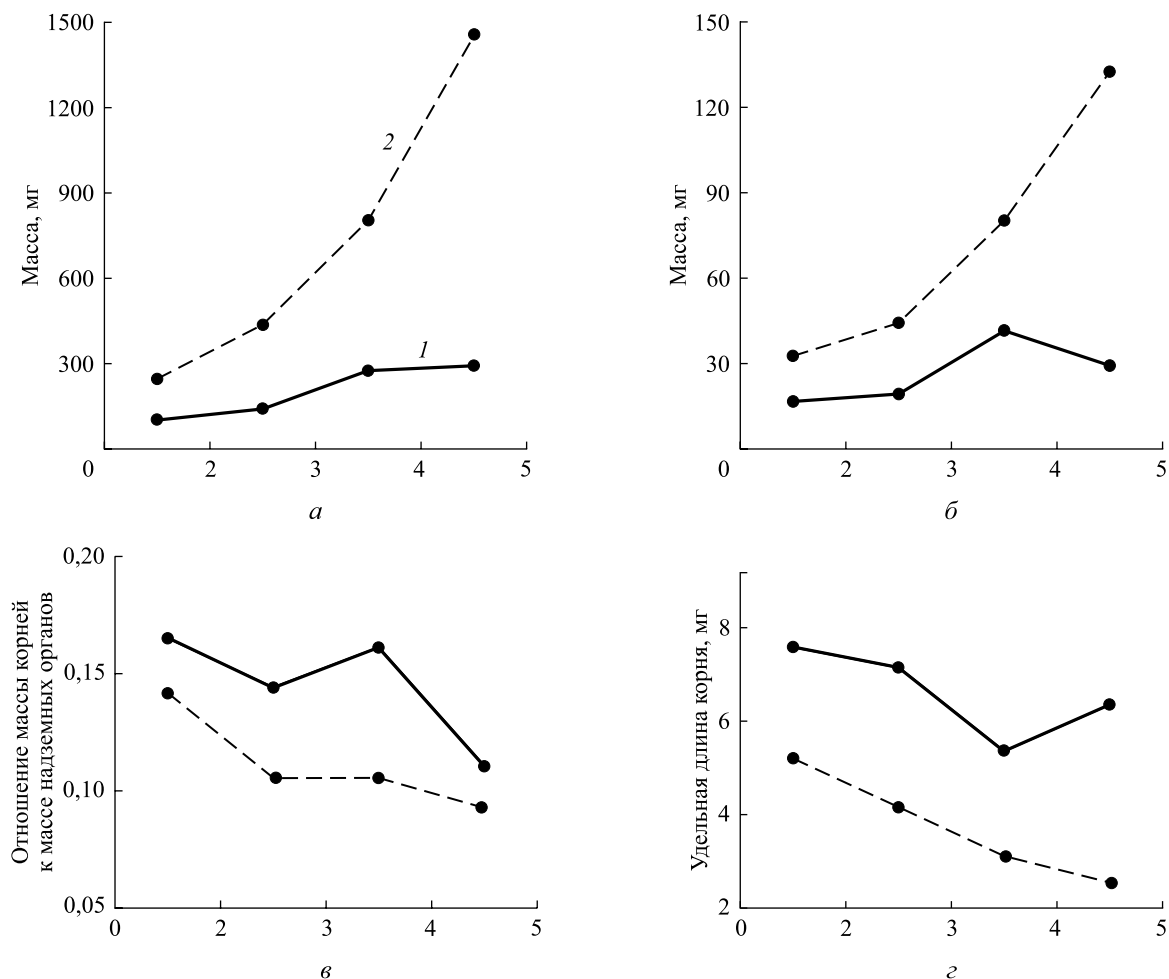


Рис. 1. Строение ($m \pm SE$) разновозрастных растений *Pinus sylvestris* из естественного леса (1) и техногенных неоекотопов золоотвалов (2): а — масса надземных органов; б — масса подземных органов; в — отношение масс подземных и надземных органов; г — удельная длина корня

Fig. 1. Structure ($m \pm SE$) of different-aged *Pinus sylvestris* seedfalls from natural forest (1) and technogenic neo-ecotopes of ash dumps (2): а — mass of aboveground ; б — mass of underground organs; в — the ratio of the masses of underground and aboveground organs; г — is the specific root length

Масса самосева с золоотвалов при увеличении его возраста растет экспоненциально (рис. 1, а, б), а в естественном лесу ускорение прироста массы с возрастом выражено слабо. Общие различия между естественным и техногенными участками по массе растений очень контрастны: значимость фактора «местообитание» в двухфакторном ANOVA: $F = 103,80-132,81$; $dF = 1$; $P \ll 0,001$. Другая характерная особенность растений из техногенных неоекотопов — несколько пониженная доля корней в общей массе (рис. 1, в); $F = 15,89$; $dF = 1$; $P < 0,001$. При этом корни растений с золоотвалов обладают меньшей удельной длиной (рис. 1, г); $F = 92,75$; $dF = 1$; $P \ll 0,001$, т. е. большей плотностью.

Обсуждение результатов

На протяжении первых пяти лет развития в молодых мелколиственных лесах на золоотвалах самосев сосны развивается активнее, чем в

приспевающем естественном сосновом лесу. При этом на золоотвалах опережающими темпами развиваются преимущественно надземные органы, а доля корней в общей биомассе растений ниже, чем в естественном лесу. Эта диспропорция не компенсируется даже тем, что удельная длина корней на золоотвалах выше, чем в лесу. Иными словами, на золоотвалах единица длины недетерминированных корней имеет большую массу, чем в лесу. Одной из причин этого факта может быть повышенная плотность расположения детерминированных (поглощающих) корней на недетерминированных (проводящих) корнях в условиях золоотвалов (см. табл. 2).

Изложенные результаты позволяют выявить следующие закономерности регуляции морфогенеза ювенильной сосны в разных местообитаниях.

Лучшее развитие молодых особей наблюдается в лесных сообществах, формирующихся на

золоотвалах. Поэтому априорное предположение о негативном влиянии факторов бедности техногенных субстратов элементами питания или его неустойчивого водного режима на развитие растений не подтверждается. Это обстоятельство можно объяснить по-разному: вполне вероятно, что условия золоотвалов изначально не были чрезвычайно экстремальными либо оказались оптимизированными к моменту нашего наблюдения, т. е. преобразовались за прошедшие 45–50 лет под влиянием мелколиственных деревьев и травянистых растений.

Не установлено сколько-нибудь существенных особенностей развития самосева на рекультивированных участках золоотвалов по сравнению с нереккультивированными участками. Иными словами, морфогенез ювенильной сосны не зависит от того, добавлялся ли к золе естественный грунт. Это позволяет предполагать существование какого-то фактора, сила влияния которого на ювенильные растения сосны превышает силу влияния возможных особенностей свойств субстратов, подвергшихся и не подвергшихся рекультивации.

Наиболее вероятно, что этот фактор — ценотический, т. е. одностороннее конкурентное влияние на самосев и средопретворяющее влияние на условия его существования со стороны взрослых деревьев и других растений. В частности, экспоненциальный рост в ювенильном и иматурном периодах, зарегистрированный на золоотвалах, характерен для сосны только в отсутствие ценотического пресса [11]. Таким образом, именно воздействием ценотического пресса можно объяснить замедленный рост сосны в естественном лесу. Этот факт можно проиллюстрировать зависимостью роста сеянцев от интенсивности биотического влияния на них (рис. 2).

В качестве показателя такого влияния использовали сумму проективных покрытий кустарников и растений травяно-кустарничкового яруса. Из рис. 2 видно, что наибольшее замедление общей экспоненциальной траектории возрастного развития самосева наблюдается при высокой сомкнутости травяно-кустарничкового и кустарникового ярусов, при их суммарном покрытии 75...90 %.

Заключение

Исследуемые экосистемы на золоотвалах достигли возраста 40–50 лет (с окончания эксплуатации). Установлено, что факторы, связанные со спецификой условий техногенных субстратов, к этому возрасту экосистем не являются решающими для развития ювенильных сосен. На первый план выходят естественные факторы, связанные с биотическим воздействием со стороны сформировавшихся древостоев и растений подчиненных

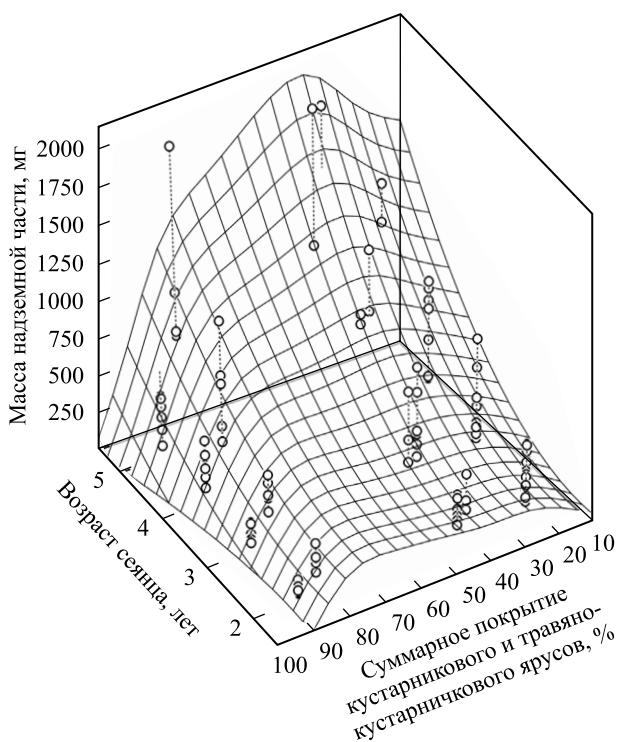


Рис. 2. Накопление надземной массы разновозрастным самосевом сосны в зависимости от суммарного покрытия кустарников и растений травяно-кустарничкового яруса

Fig. 2. Accumulation of the above-ground mass by different-aged pine seedfalls, depending on the total coverage of bushes and plants of grass and shrubby layers

ярусов. Удовлетворительное развитие ювенильных *Pinus sylvestris* под пологом смешанных по составу лесов на золоотвалах, преимущественно с участием мелколиственных видов, соответствует типичной региональной траектории лесообразовательного процесса, состоящей в сукцессионном замещении лиственных древостоев хвойными.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ (№ 14-04-90019).

Список литературы

- [1] Санников С.Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука, 1992. 264 с.
- [2] Смирнова О.В., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э. Эколого-ценологические группы в растительном покрове лесного пояса Восточной Европы // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. В 2 кн. Кн. 1. / отв. ред. О.В. Смирнова. М.: Наука, 2004. 479 с.
- [3] Седых В.Н., Тараканов В.В. Выращивание древесных растений на техногенных субстратах в нефтедобывающих районах Западной Сибири // Лесоведение, 2003. № 3. С. 46–53.
- [4] Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Баранник Л.П. Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности Кузбасса. Новосибирск: Гео, 2010. 160 с.

- [5] Лиханова И.А., Хабибуллина Ф.М., Кураков А.В. Характеристика растительности и почв рекультивируемых песчаных пустошей Усинского нефтяного месторождения (Коми) // Почвоведение, 2008. № 9. С. 1101–1112.
- [6] Чудецкий А.И., Шутов В.В., Рыжова Н.В. Опыт лесной рекультивации выработанного песчаного карьера // Вестник МГУЛ — Лесной вестник, 2014. № 4 (103). С. 112–115.
- [7] Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале / А.К. Махнев, Т.С. Чибрик, М.Р. Трубина, Н.В. Лукина, Н.Э. Гебель, А.А. Терин, Ю.И. Еловигов, Н.В. Топорков. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 356 с.
- [8] Экологические основы и опыт биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель / Т.С. Чибрик, Н.В. Лукина, Е.И. Филимонова, М.А. Глазырина. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2011. 268 с.
- [9] Лукина Н.В., Филимонова Е.И., Глазырина М.А. Оценка опыта биологической рекультивации золоотвалов // Известия Оренбургского гос. аграрного ун-та, 2012. № 6 (38). С. 213–215.
- [10] Гусев М.В., Мелехова О.П., Романова Э.П. Сохранение и восстановление биоразнообразия. М.: Научный и учебно-методический центр, 2002. 286 с.
- [11] Санников С.Н. Возрастная биология сосны обыкновенной в Зауралье // Восстановительная и возрастная динамика лесов на Урале и в Зауралье. Свердловск: АН СССР. Уральский научный центр, 1976. С. 124–165.

Сведения об авторе

Филимонова Елена Ивановна — канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории антропогенной динамики экосистем Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, elena.filimonova@urfu.ru

Лукина Наталия Валентиновна — канд. биол. наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории антропогенной динамики экосистем Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, tamara.chibrik@urfu.ru

Глазырина Маргарита Александровна — канд. биол. наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории антропогенной динамики экосистем Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, tamara.chibrik@urfu.ru

Шишаева Олеся Сергеевна — Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, tamara.chibrik@urfu.ru

Веселкин Денис Васильевич — д-р биол. наук, профессор, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, tamara.chibrik@urfu.ru

Статья поступила в редакцию 05.09.2017 г.

THE MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF *PINUS SYLVESTRIS* L. SEEDFALL IN OVERGROWN FOREST ASH DUMPS IN THE MIDDLE URALS

E.I. Filimonova, N.V. Lukina, M.A. Glazyrina, O.S. Shishaeva, D.V. Veselkin

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, 620083, Ekaterinburg, prospekt Lenina 51

elena.filimonova@urfu.ru

The aim of the research is to assess the impact of technogenic habitats on the structure of the *Pinus sylvestris* seedfall. Scheme of observations: we analyzed the *P. sylvestris* juveniles collected in two forest overgrown ash dumps in the Middle Urals. In each ash dump we compared seedfall at recultivated (applying the substrate) and non-recultivated areas. A control seedfall group that grew under the canopy of pine forest on natural soil was used. The results were assessed by a dispersion analysis. Variability associated with an absolute age of the plants was taken into account. The seedfalls from the different ash dumps do not differ in main morphological characteristics (weight of shoots and roots and underground parts, height of shoots, root length, density of absorbing roots at conducting roots, root/shoot mass ratio). The seedfalls from recultivated and not recultivated sites do not differ or differ little. Contrasting difference was established in terms of the development rates of ash dumps seedfalls and seedfalls from a natural pine forest. Plants' shoots and roots of ash dumps are 1,5–2,5 times higher than the ones from natural forest. It was found that seedfalls in different habitats vary greatly in weight. The seedfalls biomass in ash dumps is 2–3 times greater than in natural forests. A slow growth of seedfalls in natural forests, apparently associated with the effects of coenosis press, is the result of competition and the impact of mature trees. It was concluded that by 40–50 years of ecosystems age at the ash dumps the impact of technogenic substrates is not critical for the development of *P. sylvestris* juveniles.

Keywords: *Pinus sylvestris*, ash dumps, seedfall, reforestation, restoration, technogenic habitats, Middle Urals

Suggested citation: Filimonova E.I., Lukina N.V., Glazyrina M.A., Shishaeva O.S., Veselkin D.V. *Morfologicheskie osobennosti seyantsev Pinus sylvestris L. na zarastayushchikh lesom zolootvalakh na Srednem Urale* [The morphological peculiarities of *Pinus sylvestris* L. seedlings on overgrown forest ash dumps in the Middle Urals]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2017, vol. 21, no. 3, pp. 45–51. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-5-45-51

References

- [1] Sannikov S.N. *Ekologiya i geografiya estestvennogo vozobnovleniya sosny obyknovennoy* [Ecology and geography of natural regeneration of *Pinus sylvestris*], Moscow: Nauka Publ., 1992, 264 p.
- [2] Smirnova O.V., Khanina L.G., Smirnov V.E. *Ekologo-tsenoticheskie gruppy v rastitel'nom pokrove lesnogo poyasa Vostochnoy Evropy. Vostochnoevropeyskie lesa: istoriya v golotsene i sovremennost'* [Ecological-coenotic groups in the vegetation forest zone of Eastern Europe. East European forest: history in the Holocene and the present], Moscow: Nauka Publ., 2004, 479 p.
- [3] Sedykh V.N., Tarakanov V.V. *Vyrashchivanie drevesnykh rasteniy na tekhnogennykh substratakh v nefte dobyvayushchikh rayonakh Zapadnoy Sibiri* [The cultivation of woody plants in the man-made substrates in oil-producing regions of Western Siberia], *Lesovedenie* [Forestry], 2003, no. 3, pp. 46–53.
- [4] Kupriyanov A.N., Manakov Yu.A., Barannik L.P. *Vosstanovlenie ekosistem na otvalakh gornodobyvayushchey promyshlennosti Kuzbassa* [The Ecosystem restoration on the dumps from Kuzbass mining], Novosibirsk, 2010, 160 p.
- [5] Likhanova I.A., Khabibullina F.M., Kurakov A.V. *Kharakteristika rastitel'nosti i pochv, rekul'tiviruemyykh peschanykh pustoshey Usinskogo neftyanogo mestorozhdeniya (Komi)* [The characteristics of vegetation and soils, of recultivated sandy wastelands from Usinskoye oilfield (Komi)]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science], 2008, no. 9, pp. 1101–1112.
- [6] Chudetskiy A.I., Shutov V.V., Ryzhova N.V. *Opyt lesnoy rekul'tivatsii vyrabotannogo peschanogo kar'era* [The experience of forest recultivation on the elaborated sand pit]. *Moscow state forest university bulletin — Lesnoy vestnik*, 2014, № 4 (103), pp. 112–115.
- [7] Makhnev A.K., Chibrik T.S., Trubina M.R., Lukina N.V., Gebel' N.E., Terin A. A., Elovikov Yu.I., Toporkov N.V. *Ekologicheskie osnovy i metody biologicheskoy rekul'tivatsii zolootvalov teplovykh elektrostantsiy na Urale* [Ecological principles and methods of biological recultivation on the Urals power stations ash dumps]. Ekaterinburg, 2002, 356 p.
- [8] Chibrik T.S., Lukina N.V., Filimonova E.I., Glazyrina M.A. *Ekologicheskie osnovy i opyt biologicheskoy rekul'tivatsii narushennykh promyshlennost'yu zemel'* [The ecological bases and experience of biological recultivation on the disturbed industrial lands]. Ekaterinburg: South Ural State University Publ., 2011, 268 p.
- [9] Lukina N.V., Filimonova E.I., Glazyrina M.A. *Otsenka opyta biologicheskoy rekul'tivatsii zolootvalov* [The evaluation of ash dumps biological recultivation experience]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University], 2012, № 6(38), pp. 213–215.
- [10] Gusev M.V., Melekhova O.P., Romanova E.P. *Sokhranenie i vosstanovlenie bioraznoobraziya* [Protection and restoration of biodiversity], Moscow, 2002, 286 p.
- [11] Sannikov S.N. *Vozrastnaya biologiya sosny obyknovennoy v Zaural'e* [Age biology of *Pinus sylvestris* in the Urals] *Vosstanovitel'naya i vozrastnaya dinamika lesov na Urale i v Zaural'e* [The forests reconstructive and age dynamics in the Urals], Sverdlovsk: AN SSSR. The Ural Scientific Center Publ., 1976, pp. 124–165.

Author's information

Filimonova Elena Ivanovna — Cand. Sci. (Biol.), Scientific researcher in the Laboratory of anthropogenic ecosystem dynamics, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, elena.filimonova@urfu.ru

Lukina Natalia Valentinovna — Cand. Sci. (Biol.) Assoc. Prof, Scientific researcher in the Laboratory of anthropogenic ecosystem dynamics, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, tamara.chibrik@urfu.ru

Glazyrina Margarita Aleksandrovna — Cand. Sci. (Biol.) Assoc. Prof, Scientific researcher in the Laboratory of anthropogenic ecosystem dynamics, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, tamara.chibrik@urfu.ru

Shishaeva Olesya Sergeevna — Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, tamara.chibrik@urfu.ru

Veselkin Denis Vasilyevich — Dr. Sci. (Biol.), Professor, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, tamara.chibrik@urfu.ru

Received 05.09.2017