

Биометрические характеристики ассимиляционного аппарата самосева сосны на гари

Ольга Ивановна Гаврилова¹, Павел Александрович Феклистов², Анатолий Васильевич Грязькин³

¹Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия, e-mail: ogavril@mail.ru

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия, e-mail: p.feklistov@narfu.ru

³Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: lesovod@bk.ru

Аннотация. Лесовосстановление на гари приобретает все большую актуальность в ситуации, когда количество и площадь лесных пожаров по стране в целом не снижаются. Представлены данные восстановления сосняка скального на гари 14-летней давности. Установлено, что молодое поколение сосны на гари различается как по высоте, так и по возрасту. Определена вариабельность биометрических характеристик хвои в зависимости от высоты подроста и величины прироста в высоту. Размах варьирования длины и массы хвои зависит от условий произрастания. Хвоя подроста сосны на освещенных участках гари, как правило, имеет меньшую длину и большую массу по сравнению с хвоей растений, произрастающих в тени. Длина хвои, сформированной в 2020 г. в зависимости от высоты модельных деревьев, составляет от 20 до 36 мм, а масса 100 пар хвои – от 0,30 до 0,98 г. Удельная масса хвои является более объективной характеристикой ассимиляционного аппарата, чем ее масса или длина.

Ключевые слова: гарь; подрост сосны; длина и масса хвои; Карелия; сосняки скальные.

Для цитирования: Гаврилова О. И., Феклистов П. А., Грязькин А. В. Биометрические характеристики ассимиляционного аппарата самосева сосны на гари // Аграрный научный журнал. 2022. № 10. С. 30–33. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i10pp30-33>.

AGRONOMY

Original article

Biometric characteristics of the assimilation apparatus of self-seeding pine in the post-fire area

Olga I. Gavrilova¹, Pavel A. Feklistov², Anatoly V. Gryazkin³

¹Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia, e-mail: ogavril@mail.ru

²Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia, e-mail: p.feklistov@narfu.ru

³St. Petersburg Forestry Engineering University named after S.M. Kirov, St. Petersburg, Russia
e-mail: lesovod@bk.ru

Abstract. Reforestation in post-fire areas is becoming increasingly important in a situation where the number and area of forest fires in the country as a whole do not decrease. The data on the restoration of the rocky pine forest on the burned area 14 years ago are presented. It has been established that the young generation of pine in the post-fire area differs both in height and age. The aim of the research was to determine the variability of the biometric characteristics of needles depending on the height of the undergrowth and the amount of growth in height. The range of variation in the length and weight of the needles depends on the growing conditions. The needles of pine undergrowth in the illuminated areas of the post-fire areas, as a rule, have a shorter length and a greater weight compared to the needles of plants growing in the shade. The length of the needles formed in 2020, depending on the height of the model trees, is from 20 to 36 mm, and the weight of 100 pairs of needles is from 0.30 to 0.98 g. The specific gravity of the needles is a more objective characteristic of the assimilation apparatus than the mass or length of the needles.

Keywords: post-fire area; pine undergrowth; length and weight of needles; Karelia; rocky pine forests.

For citation: Gavrilova O. I., Feklistov P. A., Gryazkin A. V. Biometric characteristics of the assimilation apparatus of self-seeding pine in the post-fire area. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(10):30–33. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i10pp30-33>.

Введение. В лесных экосистемах, произрастающих на сухих почвах, чаще всего возникают пожары. Их последствия определяются типом лесного пожара, особенностями древостоя, погодными условиями и т.д. [1, 3–7, 9]. Это становится особенно актуальным в условиях изменяющегося климата при повышении средних годовых температур [8, 10]. Для республики Карелии возникновение лесных пожаров – явление нередкое. Особенно часто они возникают в сухих сосняках [2]. В таких условиях восстановление растительного покрова после пожара происходит достаточно медленно. Это относится ко всем компонентам леса [1].

Некоторые авторы отмечают, что на гарях в первую очередь появляются представители живого напочвенного покрова из состава пионерных видов [3–7, 9]. Развитие живого напочвенного покрова способствует накоплению органического вещества почвы. На местах его накопления появляются всходы древесных пород, с этого момента начинается процесс восстановления лесной среды. Появление подроста хвойных пород определяется наличием семенников в стенах леса, прилегающих к гари. Начальный период восстановления лесной экосистемы характеризуется быстрым ростом растительности, что связано с залповым выбросом питательных веществ, образовавшихся в результате сгорания фитомассы [1, 3, 5]. Кроме того, успешность роста самосева определяют и микроусловия, главным образом режим освещенности и температуры.

Цель исследования – выявление особенностей биометрических характеристик хвои самосева сосны на гари.

Методика исследований. Объект исследований расположен на восточном берегу Онежского озера, Республика Карелия. Гарь 2006 г. – сосняк скальный на территории Прионежского центрального лесничества. На месте сосняка сразу





после пожара возник массовый ветровал, часть древесины была вывезена, после чего возникли оголенные выходы скальных пород разной площади. В настоящее время на этих участках произрастает не только растительность нижних ярусов, но и подрост основных лесообразующих пород. В составе сформировавшихся молодняков преобладают сосна и береза.

Оценку успешности естественного возобновления сосны проводили на учетных площадках по 10 м². Подрост распределяли по группам высот, категориям состояния и возрасту. Из каждой группы по высоте отбирали не менее 3 модельных экземпляров. Биометрические характеристики были определены для 23 модельных экземпляров (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика моделей сосны на гари

Номер модельного растения	Высота, см	Возраст, лет	Средний текущий прирост по высоте, см	
			2020 г.	2019 г.
1	53	10	7	7
2	65	11	6	5
3	116	12	13	9
4	296	12	30	35
5	270	12	24	28
6	235	10	28	28
7	210	10	20	23
8	258	10	27	28
9	200	10	25	30
10	170	12	15	14
11	65	7	10	11
12	210	10	20	25
13	335	13	20	25
14	320	15	22	23
15	240	12	28	31
16	126	12	5	10
17	130	10	11	18
18	60	9	5	8
19	60	9	4	5
20	113	12	9	10
21	47	6	8	6
22	37	6	7	10
23	9	3	2	—

Для каждой модели определяли высоту, возраст, прирост по высоте, возраст хвои на центральном и боковых побегах. Из средней части кроны каждой модели отбирали охвоенные побеги. В отдельных случаях для моделей без боковых ветвей, для анализа хвои, использовали всю надземную часть, т. е. центральный побег. В дальнейшем с побегов каждого года формирования набирали навески хвои по 100 пар в трех повторностях. У хвои определяли длину и массу. Кроме того, для объективной оценки различий биометрических характеристик определяли удельную массу хвои. Эту величину получали путем деления массы хвои на среднюю длину, таким образом получали массу единицы длины хвои (массу одного сантиметра).

Результаты исследований. Общая масса хвои, ее характеристики существенным образом зависят от степени развития деревьев. Успешность роста и развития деревьев зависит от условий произрастания. Модельные экземпляры были выбраны на разных элементах микрорельефа с учетом степени развития почвенного покрова, травяно-кустарничкового яруса, наличия или отсутствия подлесочных и лесообразующих пород. Микроусловия оказывают влияние и на модельные деревья. Это влияние в первую очередь характеризуется величиной прироста, которая в свою очередь зависит и от высоты моделей сосны, что хорошо видно на рис. 1. С увеличением высоты подраста сосны величина среднего прироста в последние 3 года увеличивалась. Зависимость носит линейный характер и выражается уравнением $y = 0,086x + 1,2202$. Коэффициент детерминации R^2 более 0,85.

Ассимиляционный аппарат – важнейший элемент, обеспечивающий нормальное функционирование любого растения. От его характеристик зависит продуктивность, состояние и другие показатели автотрофных организмов. Биометрические характеристики хвои сосны, полученные с модельных деревьев, различаются. Из данных, представленных в табл. 2, следует, что у модельных экземпляров одинакового возраста биометрические характеристики хвои разные. Это зависит от микроусловий и высоты модели.

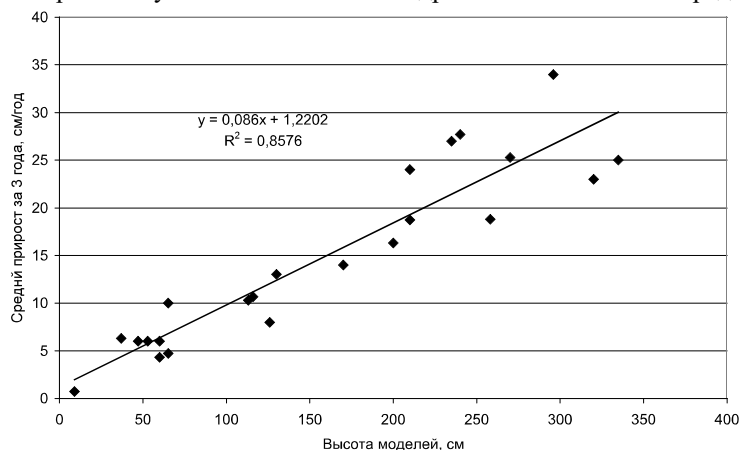


Рис. 1. Зависимость среднего текущего прироста за последние 3 года от высоты моделей сосны

Характеристика хвои боковых побегов моделей сосны на гари

Номер модели	Высота, см	Возраст, лет	Длина хвои, мм		Масса хвои, г	
			2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.
1	53	10	20,12	34,09	0,34	0,75
2	65	11	20,42	36,09	0,3	0,73
3	116	12	24,16	24,29	0,36	0,70
4	296	12	29,01	35,04	0,59	0,81
5	270	12	28,00	34,94	0,60	0,83
6	235	10	27,08	37,40	0,61	0,79
7	210	10	31,22	33,02	0,93	0,80
8	258	10	29,42	37,01	0,63	0,78
9	200	10	29,00	34,10	0,59	0,67
10	170	12	31,59	35,30	0,50	0,61
11	65	7	27,69	28,47	0,68	0,80
12	210	10	32,92	33,72	0,98	0,87
13	335	13	29,86	46,19	0,52	0,69
14	320	15	29,08	36,44	0,57	0,78
15	240	12	29,12	32,14	0,49	0,47
16	126	12	25,46	27,25	0,32	0,39
17	130	10	35,59	40,32	0,5	0,64
18	60	9	–	–	–	–
19	60	9	–	–	–	–
20	113	12	24,53	24,03	0,42	0,8
21	47	6	–	–	–	–
22	37	6	–	–	–	–
23	9	3	–	–	–	–

Примечание: – отсутствие данных. На боковых побегах не удалось набрать даже одной навески из 100 пар хвоинок. Для данных моделей анализировали хвою на центральных побегах.

Для модельных экземпляров, не имеющих боковых побегов, определяли длину и массу хвои с центральных побегов. Полученные результаты представлены в табл. 3. Установлено, что длина и масса хвои на центральных побегах не зависят от высоты подроста. По нашему мнению, это связано не только с разными условиями роста, но и с не полностью сформировавшейся кроной.

Таблица 3

Характеристика хвои центральных побегов для отдельных моделей сосны без боковых ветвей

Номер модели	Высота, см	Возраст, лет	Длина хвои, мм		Масса хвои, г	
			2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.
18	60	9	15,4	12,8	0,19	0,16
19	60	9	16,99	18,37	0,18	0,14
21	47	6	32,94	30,73	0,49	0,32
22	37	6	26,28	29,84	0,39	0,68
23	9	3	28,51	23,5	0,27	0,18

Биометрические характеристики хвои на модельных деревьях, произрастающих в тени, существенным образом отличаются от характеристик хвои, сформировавшейся на моделях, произрастающих в условиях с оптимальной освещенностью. Другая причина различий биометрических характеристик хвои связана с различиями почвенно-грунтовых условий на микропарцеллах. В любом случае в благоприятных условиях формируется хвоя, масса которой больше, чем у хвои в неблагоприятных условиях (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительные характеристики хвои в зависимости от условий освещенности

Номер модели	Прирост, см		Длина хвои, мм		Масса 100 хвоинок, г		Удельная масса, г/см	
	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.
Свет								
11	10	11	27,69	28,47	0,68	0,8	2,46	2,81
14	22	23	29,08	36,44	0,57	0,78	1,96	2,14
15	28	31	29,08	32,14	0,49	0,47	1,68	1,46
Тень								
2	11	12	20,42	36,09	0,3	0,73	1,47	2,02
13	20	25	29,86	46,19	0,52	0,69	1,74	1,49
16	5	10	25,46	27,25	0,32	0,39	1,26	1,43

В табл. 4 сравниваются биометрические характеристики хвои, сформировавшейся на модельных экземплярах, произрастающих в тени и в условиях оптимальной освещенности. Видно, что режим освещенности на длину хвои





оказывает влияние в меньшей степени, чем на ее массу. Длина хвои в тени может быть больше, чем на свету, а масса хвои – всегда больше. Биометрические характеристики хвои зависят и от величины прироста по высоте. Для комплексной оценки различий была определена удельная масса хвои. Она показывает, что существует прямая зависимость объединенного показателя от характеристик самих модельных деревьев: высоты, величины прироста и условий произрастания.

В зависимости от освещенности распределение хвои по разрядам длины имеет ярко выраженное различие (рис. 2). Хвоя, сформировавшаяся в условиях дефицита света, имеет небольшой размах варьирования по длине, от 20 до 30 мм (4 разряда). У хвои, сформировавшейся в оптимальных условиях освещенности, размах варьирования длины практически в 2 раза больше, от 23 до 48 мм (7 разрядов по длине хвои).

Заключение. Установлено, что биометрические характеристики подростка сосны, произрастающего на гари 14-летней давности, в значительной степени зависят от высоты подростка и от условий.

Масса и длина хвои зависят не только от характеристик подростка, но и от режима освещенности, почвенно-грунтовых условий. Размах варьирования длины хвои, сформировавшейся в оптимальных условиях освещенности, в два раза больше, чем длина хвои модельных, произрастающих в тени.

По массе хвои различия проявляются в меньшей степени, чем по длине. Максимальная масса 100 пар хвои на свету составляет 0,68 г, а в тени – 0,52 г. Удельная масса представляет собой наиболее объективную характеристику хвои.

Исследования выполнены в рамках государственного задания Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова УрО РАН (№ гос. регистрации – 122011400384-2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова О. И., Колганов Е. С., Пак К. А. Оценка успешности самовозобновления сосны на гари // Лесотехнический журнал. 2020. № 4. С. 142–150.
2. Особенности роста подростка сосны под пологом древостоев на сухих бедных почвах / А. В. Грязькин [и др.] // Научный журнал «Research Science» (Banská Bystrica, Словакия). 2019. № 8. С. 3–6. Режим доступа: <http://researchscience.info/payment>.
3. Естественное возобновление сосны на гарях в лесостепи Западной Сибири / Н. С. Санникова [и др.] // Сибирский лесной журнал. 2019. № 5. С. 22–29.
4. Dove NC, Hart SC. 2017. Fire reduces fungal species richness and in situ mycorrhizal colonization: a meta-analysis. *Fire Ecology* 13:37–65.
5. Dorota Hilszczańska, Marcin Studnicki, Tadeusz Malewski, Khalil Kariman, Zbigniew Borowski. Post-fire dynamics of ectomycorrhizal fungal communities in a Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forest of Poland // *Microbiology*. 2021. September 15.
6. Dove N. C., Hart S. C. Fire reduces fungal species richness and in situ mycorrhizal colonization: a meta-analysis // *Fire Ecology*. 2017;(13):37–65.
7. Hilszczańska D., Gil W., Olszowska G. Structure of post-fire ectomycorrhizal communities of Scots pine stand in a dry coniferous forest habitat // *Sylvan*. 2019;163(1):71–79.
8. McCarthy N., Niclas S. B., Ian W. The state of forest vegetation management in Europe in the 21st century // *Eur J. Forest Res.* 2011. No. 130. P. 7–16.
9. Crown-fire severity is more important than ground-fire severity in determining soil fungal community development in the boreal forest / L. PerezIzquierdo et al. // *Journal of Ecolog.* 2021. No.109. P. 504–518.
10. Trishkin M., Lopatin E., Gavrilova O. The potential impact of climate change and forest management practices on *Heterobasidion* spp. infection distribution in northwestern Russia – a case study in the Republic of Karelia // *Journal of forest science*. 2016. No. 62. С. 529–536.

REFERENCES

1. Gavrilova O. I., Kolganov E. S., Pak K. A. Evaluation of the success of self-renewal of pine trees in the burnt areas. *Lesotechnical journal*. 2020;(4):142–150. (In Russ.).
2. Features of the growth of pine undergrowth under the canopy of forest stands on dry poor soils / A. V. Gryazkin et al. *Scientific journal "Research Science"*. (Banská Bystrica, Slovakia). 2019;(8):3–6. website: <http://researchscience.info/payment>. (In Russ.).
3. Sannikov S. N., Kochubey A. A., Petrova I. V. Natural regeneration of pine on burned areas in the forest-steppe of Western Siberia / N. S. Sannikova et al. *Siberian Forest Journal*. 2019;(5):22–29. (In Russ.).
4. Dove N.C., Hart S.C. 2017. Fire reduces fungal species richness and in situ mycorrhizal colonization: a meta-analysis. *Fire Ecology* 13:37–65.
5. Dorota Hilszczańska, Marcin Studnicki, Tadeusz Malewski, Khalil Kariman, Zbigniew Borowski. Post-fire dynamics of ectomycorrhizal fungal communities in a Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forest of Poland. *Microbiology*. 2021. September 15.
6. Dove N. C., Hart S. C. Fire reduces fungal species richness and in situ mycorrhizal colonization: a meta-analysis. *Fire Ecology*. 2017;(13):37–65.
7. Hilszczańska D., Gil W., Olszowska G. Structure of post-fire ectomycorrhizal communities of Scots pine stand in a dry coniferous forest habitat. *Sylvan*. 2019;163(1):71–79.
8. McCarthy N., Niclas S. B., Ian W. The state of forest vegetation management in Europe in the 21st century. *Eur J. Forest Res.* 2011;(130):7–16.
9. Crown-fire severity is more important than ground-fire severity in determining soil fungal community development in the boreal forest / L. PerezIzquierdo et al. *Journal of Ecolog.* 2021;(109):504–518.
10. Trishkin M., Lopatin E., Gavrilova O. The potential impact of climate change and forest management practices on *Heterobasidion* spp. infection distribution in northwestern Russia – a case study in the Republic of Karelia. *Journal of forest science*. 2016;(62):529–536.

*Статья поступила в редакцию 13.04.2022; одобрена после рецензирования 28.04.2022; принята к публикации 05.04.2022.
The article was submitted 13.04.2022 approved after reviewing 28.04.2022; accepted for publication 05.04.2022.*

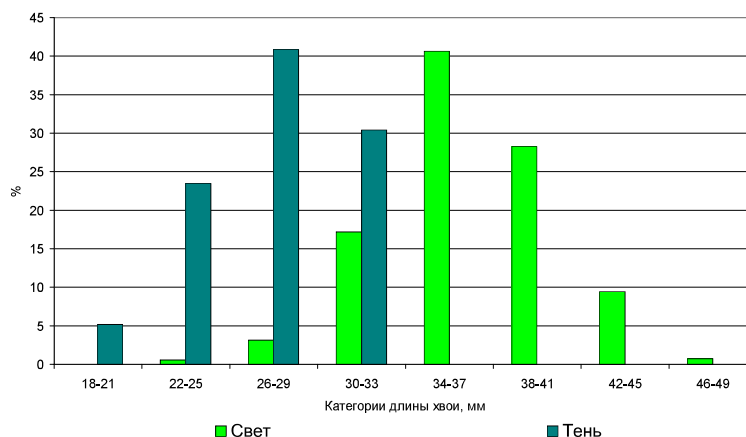


Рис. 2. Длина хвои модельных, растущих на свету (модель № 14) и в тени (№ 16) за 2019 г.