

nykh rasteniy pri bakterizatsii semyan ot delnymi vidami mikroorganizmov i ikh kompozitsiyami // Fiziologiya i biokhimiya kult. rasteniy. – 2001. – Т. 33. – № 4. – S. 341-346.

4. Melentev A.I. Aerobnye spoorobrazuyushchie bakterii roda Bacillus Cohn v agroekosistemakh // In-t biologii UfimNTs RAN. – М.: Nauka, 2007. – S. 3-6.

5. Praktikum po mikrobiologii: ucheb. posobie dlya studentov vyssh. ucheb. zavedeniy / pod red. A.I. Netrusova. – М., 2005. – 608 s.

6. Barriuso J., Solano B.R. Ecology, Genetic Diversity and Screening Strategies of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) // Journal of Plant Nutrition. – 2008. – P. 1-17.

7. Frankenberger W.T., Arshad M. Phytohormones in soil: microbial production and function. – New York, 1995. – 503 p.

8. Timmusk S., Nicander B., Granhall U., Tillberg E. Cytokinin production by Paenibacillus polymyxa // Soil Biology and Biochemistry. – 1999. – Vol. 31. – P. 1847-1852.

9. Kerr J.R. Bacterial inhibition of fungal growth and pathogenicity // Microbial Ecology in Health and Disease. – 1999. – Vol. 11 (3). – P. 129-142.

Работа выполнена в рамках соглашения № 7140 ГУ2015 о предоставлении гранта на выполнение научно-исследовательских работ с «Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».



УДК 630*27:630*181.28

М.Д. Мерзленко, А.А. Коженкова, П.Г. Мельник
M.D. Merzlenko, A.A. Kozhenkova, P.G. Melnik

РОСТ ХВОЙНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ЗАПАДНОМ ПОДМОСКОВЬЕ

GROWTH OF INTRODUCED CONIFEROUS SPECIES IN THE WESTERN PART OF THE MOSCOW REGION

Ключевые слова: интродукция, лесные культуры, лесоводственный эффект, род *Larix*, род *Pinus*, род *Picea*, род *Pseudotsuga*.

Исследованы 66-летние хвойные интродуценты в Серебрянборском опытно-лесничестве Института лесоведения РАН, расположенном в западной части Московской области. Данный опыт по интродукции хвойных включает в себя эксперимент с 14 видами, в число которых входят 7 видов рода *Larix*, 5 видов *Pinus* и по одному виду рода *Picea* и рода *Pseudotsuga*. Хвойные интродуценты высажены в 1950 г. путём рядовой посадки 2-летних сеянцев по сплошь обработанной почве. Результаты исследований показали, что наилучшим лесоводственным эффектом (Ia класс бонитета) обладают искусственные насаждения, представленные следующими хвойными интродуцентами: лиственницей польской, лиственницей Кемпфера, лиственницей Сукачёва и сосной густоцветной. Полностью не оправдала себя ель канадская, а также сосна кедровая сибирская, привитая на сосну обыкновенную. У этих интродуцентов за последние 13 лет, т.е. с момента последних учётных работ, произошел очень большой отпад деревьев, составляющий, соответственно, 56,7 и 80,0%. Коренной древесной породой Серебрянборского лесничества является сосна обыкновенная, древостой которой характеризуются Ia классом бонитета. Поэтому произведён сравнительный анализ роста интродуцентов с лесными культурами сосны аналогичного возраста, которые имеют среднюю высоту 26,7 м и средний диаметр 26,3 см. Итоговые расчёты по-

казали непригодность внедрения в Западное Подмосковье таких хвойных пород, как ель канадская и сосна кедровая сибирская с прививкой на сосну обыкновенную. Вполне оправдана интродукция лиственницы польской, лиственницы Кемпфера и сосны веймутовой. Следует отметить, что лиственница польская и лиственница Кемпфера дали очень высокий лесоводственный эффект и в географических посадках Бронницкого лесничества Московской области.

Keywords: species introduction, forest plantations, silvicultural effect, genus *Larix*, genus *Pinus*, genus *Picea*, genus *Pseudotsuga*.

Sixty-six year old introduced coniferous species were studied in the territory of the Serebryanoborskoye Experimental Forest District in the western part of the Moscow Region. The experiment on coniferous species introduction is represented by 14 species that include 7 *Larix* genus species, 5 *Pinus* genus species, and one species of both *Picea* and *Pseudotsuga* genus. The coniferous introduced species were planted in 1950. Two year old seedlings were planted in rows into tilled soil. The results showed that the artificial stands represented by the following coniferous introduced species had the best silvicultural effect (Ia site quality index): Polish larch, Japanese larch, Siberian larch and Japanese red pine. White spruce and Siberian pine grafted on common spruce showed very poor results. Both introduced species showed high mortality rate that made up 56.7% and 80.0% respectively within the recent 13 year long period, i.e. from the last inventory. Com-

mon pine is a native species in the Serebryanoborskoye Experimental Forest District; its stands correspond to the site quality index. Taking this into account, the analysis was conducted comparing the growth rate of the introduced species with that of the common pine plantations of the same age with the mean height of 26.7 m and mean diameter of 26.3 cm. The final calculation showed that such coniferous species as white spruce and Siberian pine

grafted on common spruce are not suitable for introduction in the western part of the Moscow Region. The introduction of Polish larch, Japanese larch and eastern white pine is definitely justified. It should be mentioned that Polish larch and Japanese larch showed evident silvicultural effect also in the geographical plantations of the Bronnitskoye Forest District of the Moscow Region.

Мерзленко Михаил Дмитриевич, д.с.-х.н., проф., вед. н.с., Институт лесоведения РАН, Московская обл. Тел.: (495) 634-52-57. E-mail: md.merzlenko@mail.ru.

Коженкова Анна Альбертовна, к.с.-х.н., доцент, н.с., Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва. Тел.: (499) 977-91-72. E-mail: kozhenkova_anna@mail.ru.

Мельник Пётр Григорьевич, к.с.-х.н., доцент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана; с.н.с., Институт лесоведения РАН, Московская обл. Тел.: (498) 687-38-15. E-mail: melnik_petr@bk.ru.

Merzlenko Mikhail Dmitriyevich, Dr. Agr. Sci., Prof., Leading Staff Scientist, Institute of Forest Science of Rus. Acad. of Sci., Moscow Region. Ph.: (495) 634-52-57. E-mail: md.merzlenko@mail.ru.

Kozhenkova Anna Albertovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Staff Scientist, N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of Rus. Acad. of Sci., Moscow. Ph.: (499) 977-91-72. E-mail: kozhenkova_anna@mail.ru.

Melnik Petr Grigoryevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Bauman Moscow State Technical University; Senior Staff Scientist, Institute of Forest Science of Rus. Acad. of Sci., Moscow Region. Ph.: (498) 687-38-15. E-mail: melnik_petr@bk.ru.

Введение

Под интродукцией понимается введение в культуру новых видов растений, не произрастающих в данном естественно-историческом районе. Интродукция древесных растений основана на фенотипической приспособительной адаптации, и возможность эта определена генотипом интродуцента, который сложился в географических условиях природной среды его исторического места произрастания.

Цель исследований состояла в изучении особенностей роста, состояния и адаптации интродуцентов родов *Larix*, *Pinus*, *Picea* и *Pseudotsuga* в условиях Западного Подмосковья, на основании широкого ареала хвойных пород.

Объекты и методика

Исследования хвойных интродуцентов проведены в Западном Подмосковье на территории Серебряноборского опытного лесничества Института лесоведения РАН. Коренными древостоями лесничества являются сосняки сложные, произрастающие на второй надпойменной террасе Москва-реки. Почвообразующие породы представлены супесчаными четверичными отложениями, перекрывающими толщу флювиогляциальных наносов. Развиты лёгкие по гранулометрическому составу супесчаные дерново-слабоподзолистые почвы с невысокой выраженностью подзолообразовательного процесса [1].

Хвойные интродуценты были высажены в 1950 г. путём рядовой посадки 2-летних сеянцев по сплошь обработанной почве. Фактически были созданы лесные культуры

с густотой посадки 6-10 тыс. сеянцев на 1 га, что по шкале численности соответствует средней густоте посадки [2]. Исключением являются однорядные (аллейные) посадки кедровых сосен, псевдотсуги, сосны румелийской и сосны веймутовой. Всего данный опыт по интродукции хвойных включает в себя эксперимент с 14 видами, в число которых входят 7 видов рода *Larix*, 5 видов *Pinus* и по одному виду рода *Picea* и рода *Pseudotsuga* (табл. 1).

В 2016 г. нами была выполнена инструментальная таксация. Высота деревьев измерялась с использованием высотомера Блюме-Лейса (с точностью до 0,1 м). В ходе перечётов у всех живых деревьев измерялась длина окружности ствола на высоте 1,3 м, по которой рассчитывался диаметр. По полученным замерам определялась зависимость высоты ствола от его диаметра. Для вычисления текущего прироста по высоте и диаметру использованы данные таксации, выполненные в 2003 г. Ю.Б. Глазуновым, М.В. Рубцовым, А.А. Дерюгиным и опубликованные ими в 2008 г. [3].

Результаты и обсуждение

Результаты исследований (табл. 1) показали, что наилучшим лесоводственным эффектом (Ia класс бонитета) обладают искусственные насаждения, представленные следующими хвойными интродуцентами: лиственницей польской, лиственницей Кемпфера, лиственницей Сукачёва и сосной густоцветной. Последняя, как и азиатские виды лиственниц, была в середине XX в. интродуцирована Н.В. Дылисом [4].

Таблица 1

Показатели роста 66-летних хвойных интродуцентов в Серебряноборском опытном лесничестве

Вид интродуцента	H _{ср} , м	D _{ср} , см	Класс бонитета	Текущие приросты за последние 13 лет		% отпада за последние 13 лет
				Z _н	Z _д	
Лиственница Гмелина (<i>Larix gmelinii</i> Rupr.)	24,8	23,0	I	0,15	0,24	10,3
Лиственница сибирская (<i>Larix sibirika</i> Ledeb.)	23,2	20,8	I	0,23	0,12	47,4
Лиственница Сукачёва (<i>Larix sukaczewii</i> Dylis)	25,8	23,9	Ia	0,23	0,21	23,8
Лиственница Кемпфера (<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrriere)	27,4	24,7	Ia	0,53	0,33	17,7
Лиственница Каяндера (<i>Larix cajanderi</i> Mayr.)	20,6	18,9	II	0,39	0,15	20,0
Лиственница польская (<i>Larix polonica</i> Racib.)	25,7	31,2	Ia	0,48	0,78	11,1
Лиственница американская (<i>Larix laricina</i> (Duroi) K. Koch)	21,8	21,9	I	0,62	0,30	27,3
Ель канадская (<i>Picea glauca</i> Moench.)	15,0	13,5	III	0,10	0,25	56,7
Псевдотсуга Мензиеса (<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco)	22,1	24,2	–	0,15	0,29	0,0
Сосна веймутова* (<i>Pinus strobus</i> L.)	20,1	37,6	–	0,24	0,72	33,3
Сосна румелийская* (<i>Pinus peuce</i> Griseb.)	18,2	27,0	–	0,28	0,46	25,0
Сосна кедровая сибирская* (<i>Pinus sibirica</i> R. Mayr.)	18,9	20,0	–	0,44	0,20	80,0
Сосна кедровая корейская* (<i>Pinus koraiensis</i> Sieb. et Zucc.)	19,3	46,2	–	0,20	0,77	–
Сосна густоцветная* (<i>Pinus densiflora</i> Sieb. et Zucc.)	28,2	23,7	Ia	0,40	0,27	23,4

Примечание. *Интродуценты, привитые на сосну обыкновенную.

В настоящий момент лиственница Кемпфера, как и лиственница польская, наиболее успешно адаптирована к местным условиям. Класс бонитета не определялся у тех видов, которые растут в незначительном количестве и с лесоводственных позиций не образуют древостой.

Полностью не оправдала себя ель канадская, а также сосна кедровая сибирская, привитая на сосну обыкновенную. У этих интродуцентов за последние 13 лет, т.е. с момента последних учётных работ, произошёл очень большой отпад деревьев, составляющий, соответственно, 56,7 и 80,0% (табл. 1).

Представляет определённый интерес результат роста пятихвойных сосен, а также сосны густоцветной, которые были привиты на сосну обыкновенную. У сосны кедровой сибирской и сосны густоцветной высота места прививки составила 15 см, у сосны веймутовой – 20 см, у сосны румелийской – 35 см и сосны кедровой корейской – 80 см. Последняя была привита на сосну обыкновенную двумя привоями; они срослись, но затем на высоте 196 см разошлись двумя стволами.

Сосна густоцветная, являясь дальневосточным экзотом, для средней полосы России представляет собой очень редкий экзот и нигде кроме Серебряноборского лесничества в лесных культурах не встречается.

Показав хороший лесоводственный эффект (табл. 1) и самое большое значение по средней высоте, она для лесоводственных целей предстаёт как перспективная хвойная порода. Однако надо учесть, что может культивироваться только в районах со слабыми зимами, ибо не переносит длительного промерзания почвы [5]. Поэтому не исключено, что на нашем объекте сосна густоцветная достигла хороших результатов благодаря её прививке на сосну обыкновенную.

Среди пятихвойных сосен обращают на себя внимание сосна веймутова и сосна кедровая корейская, имеющие очень высокие показатели по диаметру ствола, – соответственно, 37,6 и 46,2 см. Однако судить о безусловном преимуществе успешности роста по диаметру сосны кедровой корейской нельзя, ибо она в экспериментальных посадках изначально представлена только одним экземпляром. Что же касается сосны веймутовой, то её можно признать успешным хвойным интродуцентом для Западного Подмоскovie. Так, даже не будучи привитой на сосну обыкновенную, сосна веймутова в 80-летних культурах Верейского лесхоза Московской области достигает среднего диаметра 51,5 см, средней высоты 30,9 м, значительно опережая культуру сосны обыкновенной [6].

Таблица 2

Сопоставление роста интродуцентов с ростом культур сосны обыкновенной при возрасте 66 лет

Вид интродуцента	H _{ср} интроду- цента, м	Расхождение по высоте с сосной, ±		D _{ср} интроду- цента, см	Расхождение по диа- метру с сосной, ±	
		м	%		см	%
Лиственница Гмелина	24,8	-1,9	-7,1	23,0	-3,3	-12,5
Лиственница сибирская	23,2	-3,5	-13,1	20,8	-5,5	-20,9
Лиственница Сукачёва	25,8	-0,9	-3,4	23,9	-2,4	-9,1
Лиственница Кемпфера	27,4	+0,7	+2,6	24,7	-1,6	-6,1
Лиственница Каяндера	20,6	-6,7	-25,1	18,8	-7,5	-28,5
Лиственница польская	25,7	-1,0	-3,8	31,2	+4,9	+18,7
Лиственница американская	21,8	-4,9	-18,4	21,9	-4,4	-16,8
Ель канадская	15,0	-11,7	-43,8	13,5	-12,8	-48,7
Псевдотсуга Мензиеса	22,1	-4,6	-17,2	24,2	-2,1	-8,0
Сосна веймутова*	20,1	-6,6	-24,7	37,6	+11,3	+43,0
Сосна румелийская*	18,2	-8,5	-31,8	27,0	+0,7	+2,7
Сосна кедровая сибирская*	18,9	-7,8	-29,2	20,0	-6,3	-24,0
Сосна кедровая корейская*	19,3	-7,4	-27,7	46,2	+19,9	+75,7
Сосна густоцветная*	28,2	+1,5	+5,6	23,7	-2,6	-9,9

Примечание. *Интродуценты, привитые на сосну обыкновенную.

Коренной древесной породой Серебряноборского лесничества является сосна обыкновенная, древостои которой характеризуются Ia классом бонитета. Поэтому нами был произведён сравнительный анализ роста интродуцентов с лесными культурами сосны обыкновенной аналогичного возраста, которые имеют среднюю высоту 26,7 м и средний диаметр 26,3 см. Расхождения в значениях показателей роста (табл. 2) фактически согласуются с результатами таблицы 1.

Так, находит подтверждение факт полной непригодности внедрения в Западное Подмосковье таких хвойных пород, как ель канадская и сосна кедровая сибирская с прививкой на сосну обыкновенную. Вполне оправдана интродукция лиственницы польской, лиственницы Кемпфера и сосны веймутовой. Следует отметить, что лиственница польская и лиственница Кемпфера дали очень высокий лесоводственный эффект в географических посадках Бронницкого лесничества Московской области [7], а сосна веймутова по результатам 66-летней работы по интродукции хвойных растений в Ботаническом саду Поволжского государственного технического университета рекомендована для создания разноцелевых лесных культур в Республике Марий Эл [8].

Выводы

1. Серебряноборское опытное лесничество Института лесоведения по представленности опытов с интродуцентами является уникальным объектом в России не только в научно-практическом плане изучения опытных объектов, но и как ценное хранилище

генофонда родов *Larix*, *Pinus*, *Picea* и *Pseudotsuga*.

2. Лесоводственно-лесокультурный анализ полученных данных позволяет рекомендовать для антропогенных лесов Подмосковья следующие виды хвойных интродуцентов: лиственницу польскую (*Larix polonica* Racib.), лиственницу Кемпфера (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carriere) и сосну веймутова (*Pinus strobus* L.).

3. Совершенно непригодны ель канадская (*Picea glauca* Moench.) и сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* R. Mayr.), привитая на сосну обыкновенную (*Pinus silvestris* L.), характеризующиеся очень высоким отпадом.

Библиографический список

1. Лысков А.Б., Судницына Т.Н. Воздействие рекреации на состояние почвенного покрова лесных биогеоценозов Серебряноборского опытного лесничества // Стационарные исследования влияния рекреации на лесные биогеоценозы. – Тула: Гриф и К, 2008. – С. 206-256.
2. Писаренко А.И., Мерзленко М.Д. Создание искусственных лесов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 270 с.
3. Глазунов Ю.Б., Рубцов М.В., Дерюгин А.А. Объекты стационарного мониторинга лесных биогеоценозов в условиях рекреации – организация, древесный и кустарниковый ярусы // Стационарные исследования влияния рекреации на лесные биогеоценозы. – Тула: Гриф и К, 2008. – С. 155-172.
4. Дылис Н.В. Лиственница Восточной Сибири и Дальнего Востока. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 210 с.

5. Марковский Ю.Б. Все хвойные растения. – М.: ЗАО «Фитон+», 2012. – 272 с.

6. Мерзленко М.Д., Коженкова А.А., Белинский М.Н. Лесоводственный эффект интродукции сосны веймутова в зоне смешанных лесов // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2011. – № 5 (81). – С. 11-15.

7. Мельник П.Г., Карасев Н.Н. Географическая изменчивость лиственницы в фазе приспевания // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2012. – № 1 (84). – С. 60-74.

8. Лазарева С.М. Краткие итоги интродукции хвойных в Ботаническом саду МарГТУ // Лесн. журн. – 2004. – № 5. – С. 26-32.

References

1. Lysikov A.B., Sudnitsyna T.N. Vozdeystvie rekreatsii na sostoyanie pochvennogo pokrova lesnykh biogeotsenozov Serebryanoborskogo opytnogo lesnichestva // Statsionarnye issledovaniya vliyaniya rekreatsii na lesnye biogeotsenozy. – Tula: Grif i K, 2008. – S. 206-256.

2. Pisarenko A.I., Merzlenko M.D. Sozdanie iskusstvennykh lesov. – М.: Agropromizdat, 1990. – 270 s.

3. Glazunov Yu.B., Rubtsov M.V., Deryugin A.A. Obekty statsionarnogo monitoringa lesnykh biogeotsenozov v usloviyakh rekreatsii – organizatsiya, drevesnyy i kustarnikovyy yarusy // Statsionarnye issledovaniya vliyaniya rekreatsii na lesnye biogeotsenozy. – Tula: Grif i K, 2008. – S. 155-172.

4. Dylis N.V. Listvennitsa Vostochnoy Sibiri i Dalnego Vostoka. – М.: Izd-vo AN SSSR, 1961. – 210 s.

5. Markovskiy Yu.B. Vse khvoynye rasteniya. – М.: ЗАО «Фитон+», 2012. – 272 s.

6. Merzlenko M.D., Kozhenkova A.A., Belinskiy M.N. Lesovodstvennyy effekt introduktsii sosny veymutova v zone smeshannykh lesov // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik. – 2011. – № 5 (81). – S. 11-15.

7. Mel'nik P.G., Karasev N.N. Geograficheskaya izmenchivost listvennitsy v faze prispevaniya // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik. – 2012. – № 1 (84). – S. 60-74.

8. Lazareva S.M. Kratkie itogi introduktsii khvoynykh v Botanicheskom sadu MarGTU // Lesn. zhurn. □ 2004. □ № 5. □ S. 26-32. (Izv. vyssh. ucheb.zavedeniy).



УДК 628.1

Н.И. Алешина
N.I. Aleshina

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ВОДОПОДГОТОВКИ
ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
П. ЦЕНТРАЛЬНЫЙ Г. БАРНАУЛА**

**PROCESS FLOW SCHEME OF WATER TREATMENT FOR DOMESTIC AND DRINKING USE
IN THE SETTLEMENT TSENTRALNIY OF THE CITY OF BARNAUL**

Ключевые слова: водоснабжение, подземные воды, водозабор, станция очистки воды, анализ воды, аэрация воды, железо, марганец, фильтрование.

Безопасность питьевого водоснабжения стала одной из главных составляющих общей экологической безопасности населения России. Централизованное и автономное водоснабжение, направленное на выполнение высоких требований к качеству подаваемой воды и полное удовлетворение в ней, должно охватывать не только технические и экономические, но и экологические факторы. Качество исходной воды из подземного источника п. Центральный г. Барнаула не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 и ГОСТ 2874-82, поэтому предлагается технологическая схема доочистки воды до соответствующих требований с последующей подачей в систему водо-

снабжения. Исходя из классификации ГОСТ 2761-84, подземные воды в поселке относятся ко 2-му классу. Для их очистки применяются аэрация, фильтрование и обеззараживание воды. Аэрация исходной воды осуществляется в напорных аэрационных колоннах с помощью компрессоров с каскадным управлением, дополнительный источник окислителя – гипохлорит натрия вводится перед аэрационной колонной и позволяет осуществить окисление не только железа, но и марганца. Фильтрование осуществляется на фильтрах с зернистой загрузкой, обеззараживание – путем введения гипохлорита натрия, который позволит в периоды застоя воды обеспечить ее микробиологическую чистоту. С целью предотвращения загрязнения окружающей природной среды принята технология очистки воды с образованием минимального объема сточных вод с наименьшей агрессивностью. Для очистки воды для хозяй-