

УДК 630*181.28

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ВИДОВ СОСНЫ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Репин Е.Н.

ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток,
e-mail: revnik59@yandex.ru

В статье подводятся итоги интродукции трех североамериканских видов сосны (*Pinus strobus* L., *p. banksiana* Lamb., *p. contorta* var. *Murrayana* Balf.) в условиях Приморского края. Исследования проводили в дендрарии Горнотаежной станции в период 1992–1994 и 2016–2018 гг. Дендрарий расположен в лесной зоне в 25 км от г. Уссурийск. Дан сравнительный анализ климата естественных ареалов сосен и Приморского края. Изучена динамика развития растений от фазы набухания почек до одревеснения побегов. Измеряли длину и ширину хвои и женских шишек. Результаты измерений сопровождаются обработкой методом математической статистики. Имеющиеся различия климата естественных ареалов и в месте интродукции не имеют существенной величины и не приводят к повреждениям надземных частей растений. Все три вида сосны в условиях дендрария имеют свойственный виду габитус, характеризуются хорошим жизненным состоянием, наличием устойчивого семеношения. Биометрические параметры видов сосны в условиях интродукции в целом соответствуют аналогичным размерам в естественном ареале. Исключение – длина и ширина хвои сосны Банкса превышает размеры у данного вида в естественном ареале. Ритм сезонного развития интродуцированных сосен соответствует годовой динамике климатической ситуации в условиях Приморского края, а его календарные сроки близки к датам фенологических явлений местного вида – кедра корейского. Вносятся предложения рекомендовать *Pinus strobus* L., *p. banksiana* Lamb., *p. contorta* var. *Murrayana* Balf. в качестве лесокультурного материала для увеличения биоразнообразия рекреационных лесов, лесопарковых зон и участков озеленения населенных пунктов.

Ключевые слова: интродукция, североамериканские виды, сосны, климат, биометрия, фенология

BIOLOGICAL FEATURES OF NORTH AMERICAN PINE SPECIES IN THE PRIMORSKY KRAI

Repin E.N.

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity,
Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, e-mail: revnik59@yandex.ru

The article summarizes the introduction of three North American pine species (*Pinus strobus* L., *p. banksiana* Lamb., *P. Contorta* var. *Murrayana* Balf.) in the Primorsky Territory. The research was carried out in the arboretum of the Mountain taiga station in the period 1992–1994 and 2016–2018. The arboretum is located in a forest zone 25 km from the city of Ussuriisk. A comparative analysis of the climate of natural areas of pine trees and Primorsky Krai is given. The dynamics of plant development from the phase of bud swelling to lignification of shoots has been studied. The length and width of the needles and female cones were measured. The measurement results are accompanied by processing by the method of mathematical statistics. The existing differences in the climate of natural areas and in the place of introduction are not significant and do not lead to damage to the aboveground parts of plants. All three species of pine in an arboretum have a habit characteristic of the species, are characterized by a good state of health and the presence of stable seed production. Biometric parameters of pine species under conditions of introduction generally correspond to similar sizes in their natural range. The only exception is the length and width of the *Pinus banksiana* needles exceeds the size of this species in its natural range. The rhythm of seasonal development of introduced pines corresponds to the annual dynamics of the climatic situation in the Primorsky Territory, and its calendar dates are close to the dates of phenological phenomena of a local species – Korean cedar. A proposal is made to recommend *Pinus strobus* L., *p. banksiana* Lamb., *P. contorta* var. *Murrayana* Balf. as a silvicultural material to increase the biodiversity of recreational forests, forest park zones and green areas in settlements.

Keywords: introduction, North American species, pines, climate, biometrics, phenology

Хвойные растения играют важную роль в лесном и зелено-парковом хозяйстве всех регионов России. Это связано с их большим хозяйственным значением, круглогодичной высокой декоративностью, бальнеологическими свойствами хвойных фитонцидов и другими свойствами и качествами. В Приморском крае использование интродуцированных видов хвойных развито слабо. Предпочтение в лесокультурном и садово-парковом хозяйстве традиционно отдается

местным видам. Например, за период 2001–2007 гг. из всего объема (25861 га) выполненных лесных культур на кедр корейский приходится 24806 га [1].

Дальневосточные леса обладают высоким лесовосстановительным потенциалом. При соблюдении технологического регламента лесосечных работ естественное восстановление хвойных пород на вырубках обычно проходит успешно [2]. Поэтому в данной категории лесокультурного фонда

предпочтение следует отдавать естественному возобновлению хозяйственно ценных пород, а при необходимости в качестве лесокультурного материала использовать местные хвойные виды растений. При этом объектами для культивирования интродуцированных хвойных видов могут быть рекреационные леса, лесопарковые зоны и участки озеленения населенных пунктов. Это увеличит биоразнообразие существующих естественных и искусственных насаждений и усилит их эстетическое восприятие. Чтобы минимизировать возможный неудовлетворительный результат подобной деятельности, привлекать исходный материал для посадки желательно из числа видов, прошедших этап первичной интродукции в регионе. Используя метод климатических аналогов и основываясь на экобиологических и морфологических свойствах растений [3; 4], предлагаются к лесокультурному испытанию три североамериканских вида сосны: сосна веймутова *Pinus strobus L.*, сосна Банкса *p. banksiana Lamb.* и сосна скрученная *p. contorta var. Murrayana Balf.*

Интерес к данной проблеме со стороны ученых из других регионов России подтверждает актуальность данных исследований [5; 6].

Цель исследования: обобщить материал по результатам интродукции североамериканских видов сосны в дендрарии Горнотаежной станции. Для этого в сравнительном аспекте анализируется ритм сезонного роста и развития трех интродуцированных и одного местного вида сосен на фоне оценки основных параметров климата естественных ареалов.

Материалы и методы исследования

В дендрарии Горнотаежной станции проводятся постоянные стационарные исследования растений, проходящих здесь этап первичной интродукции, в том числе три североамериканских вида сосны: веймутова *Pinus strobus L.*, Банкса *p. banksiana Lamb.* и скрученная *p. contorta var. Murrayana Balf.* В дальнейшем, в ходе изложения материала при упоминании сосны скрученной, мы будем подразумевать именно одну из ее географических разновидностей – *var. Murrayana*. В качестве контроля взят местный вид – кедр корейский *p. koraiensis Siebold et Zucc.*, растущий здесь же в дендрарии. Для анализа сезонного ритма развития растений использовали общепринятые методы фенологических наблюдений. Анализ климата естественных ареалов сосен про-

водился на основе сведений из «Агроклиматического атласа мира» [7]. При этом под вегетационным периодом понимали промежуток времени между переходом среднесуточной температуры весной и осенью через +5 °С. Безморозный период – период года от средней даты последнего весеннего заморозка до средней даты первого осеннего заморозка. Сумма активных температур – показатель, характеризующий количество тепла и выражающийся суммой средних суточных температур воздуха или почвы, превышающий +10 °С.

Статистическую обработку данных проводили с помощью MS Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Основным фактором, лимитирующим процесс интродукции в Приморском крае, являются низкие зимние температуры. Поэтому важно иметь представление о климате естественных ареалов интродуцируемых видов (табл. 1). В качестве контроля взяты параметры климата местного вида – кедра корейского. По температурам самого холодного месяца и значению абсолютного минимума ареал сосны Банкса ближе всего к условиям Приморского края. Климат мест произрастания сосен веймутовой и скрученной менее суров. Безморозный период естественного ареала сосны веймутовой по сравнению с условиями Приморья имеет более ранние сроки начала и более поздние окончания вегетации. У сосны Банкса, наоборот, эти сроки имеют более позднее начало и раннее окончание. Ареал сосны скрученной по этому показателю близок к приморскому климату. Вегетационный период сосен веймутовой и скрученной продолжительнее, чем в ареале кедра корейского, а у сосны Банкса он близок по своему значению к условиям Приморского края.

Сумма температур выше +10 °С иллюстрирует обеспеченность регионов количеством тепла, необходимого для развития растений. Ареал сосны Банкса характеризуется меньшим количеством суммы активных температур по сравнению с климатом Приморского края (по усредненным показателям ареала кедра корейского). Сосна веймутова при интродукции в Приморский край может испытывать напряженность сезонного развития в связи с недостаточностью количества тепла, что выражается в удлинении периода вегетации по сравнению с местными хвойными видами.

Таблица 1

Характеристика климата естественных ареалов сосен

Виды	Средняя температура воздуха, °С		Абсолютный минимум, °С	Период с температурой выше +5°С		Безморозный период	$\sum t > +10^{\circ}\text{C}$	Длина дня весной и летом, час
	наиболее теплого месяца	наиболее холодного месяца		календарные сроки	число дней			
<i>Pinus strobus L.</i>	21,2	-6,3	-31,7	08.04-08.11	215	24.04-22.10	2800	13-15
<i>p. banksiana Lamb.</i>	16,4	-13,8	-46,7	17.04-17.10	184	05.06-26.08	1800	15-18
<i>p. contorta var. Murrayana Balf.</i>	22,0	-8,0	-20,0	20.03-20.11	220	10.05-05.10	2400	13-14
<i>p. koraiensis Siebold et Zucc.</i>	21,0	-19,5	-43,0	11.04-20.10	186	06.05-01.10	2300	14-16

Таблица 2

Происхождение и размеры видов сосны в дендрарии

Вид	Происхождение	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см
<i>Pinus strobus L.</i>	Минск	41	12,6 ± 1,35	29,7 ± 2,36
<i>p. banksiana Lamb.</i>	Сахалин	30	5,8 ± 1,44	13,4 ± 1,23
<i>p. contorta var. Murrayana Balf.</i>	Оттава	66	13,9 ± 2,03	39,3 ± 1,87
<i>p. koraiensis Siebold et Zucc.</i>	Горнотаежная станция	54	14,5 ± 1,08	23,6 ± 1,42

Таблица 3

Даты прохождения основных фенологических явлений сосен в дендрарии

Виды	Фенофазы													
	Набухание почек		Начало роста побегов		Появление хвой		Начало пыления		Окончание роста побегов		Формирование верхушечной почки		Полное одревеснение побегов	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Pinus strobus L.</i>	25.04	22.04	10.05	29.04	6.06	27.05	22.06	12.06	27.06	28.06	9.08	12.08	14.10	15.10
<i>p. banksiana Lamb.</i>	8.04	5.04	27.04	22.04	1.06	26.05	26.05	19.05	25.06	26.06	1.08	2.08	12.10	15.10
<i>p. contorta var. Murrayana Balf.</i>	6.04	5.04	24.04	18.04	2.06	28.05	3.06	22.05	17.06	19.06	1.08	4.08	15.10	15.10
<i>p. koraiensis Siebold et Zucc.</i>	8.04	10.04	30.04	22.04	30.05	28.05	17.06	13.06	23.06	26.06	20.07	26.07	18.10	15.10

В табл. 2 приводятся средние размеры видов сосны в возрасте на момент измерений. Все виды достигли репродукционного возраста и характеризуются хорошим жизненным состоянием.

Сравнивать растения по достигнутым размерам при условии неодинакового возраста на момент измерений некорректно. Однако обращает на себя внимание тот факт, что местный вид, кедр корейский, при наибольшей средней высоте ствола имеет меньший диаметр в сравнении с соснами скрученной и веймутовой. Сосна Банка характеризуется гораздо меньшими размерами, что естественно для данного вида и в его естественном ареале.

Фенологические наблюдения проводили в периоды 1992–1994 гг. (I) и 2016–2018 гг. (II). По каждому трехлетнему периоду для удобства изложения выведены средние даты фенологических явлений (табл. 3).

Начало вегетации у сосен Банка, скрученной и кедра корейского в течение обоих периодов наблюдений происходит в сравнимые сроки. Вегетация сосны веймутовой начинается с задержкой более чем две недели относительно остальных видов. Это же относится и к фазе начала роста побегов. Далее в течение сезона эти различия постепенно сглаживаются, и в фазе окончания роста побегов сосна веймутова догоняет по срокам остальные виды. Это позволяет сосне веймутовой завершить вегетацию в благоприятные сроки.

Начало роста хвои в фазе активного роста побегов является биологической особенностью сосен. Период от начала роста побегов до появления хвои занимает довольно продолжительное время. Наибольший он у сосны скрученной 44 (I) и 41 (II), самый короткий у сосны веймутовой 28 (I) и 29 (II). У сосны Банка и кедра корейского

эта продолжительность составила соответственно 36 (I), 35 (II) и 31 (I), 37 (II) дней. Факт очень близких значений у каждого вида в разные периоды наблюдений может свидетельствовать о важности и наследуемости данного параметра. Набухание почек и начало роста у всех видов происходит в период, когда в условиях Приморского края еще возможны заморозки. Несмотря на это, признаков подмерзания почек или побегов за период наблюдений не отмечалось.

Табл. 4 иллюстрирует наличие зависимости продолжительности роста побегов от сроков начала их роста и даты начала вегетации. Связь между продолжительностью роста побегов и величиной их годичного прироста не прослеживается. Видимо, в этом случае обеспеченность периода вегетации теплом и влагой в виде осадков оказывается важнее, чем протяженность периода роста. При этом для всех видов сосны более благоприятным в отношении роста побегов оказался период наблюдений 2016–2018 гг. Наименьшей интенсивностью роста характеризуется сосна скрученная, наибольшей – кедр корейский.

Данные, приведенные в табл. 5, позволяют сравнить параметры хвои и женских шишек в естественном ареале и месте интродукции. Длина и ширина хвои сосен веймутовой и скрученной в дендрарии находятся в пределах характеристик сосен на их родине. Хвоя сосны Банка в условиях интродукции несколько длиннее и шире по сравнению с показателями в естественном ареале. Средние размеры шишек всех трех видов в дендрарии целом соответствуют их размерам в естественном ареале. Небольшое исключение: шишки сосны Банка в дендрарии оказались немного больше по длине, но эта разница не существенна и находится в пределах статистической ошибки.

Таблица 4

Развитие сосен в течение вегетационного периода

Вид	Сроки вегетации		Продолжительность вегетации, дни		Продолжительность роста побегов, дни		Годичный прирост, см	
	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Pinus strobus L.</i>	25.04-14.10	22.04-15.10	172	176	53	61	14,0	15,1
<i>p. banksiana Lamb.</i>	08.04-12.10	5.04-15.10	185	192	65	66	14,2	19,2
<i>p. contorta var. Murrayana Balf.</i>	06.04-12.10	5.04-15.10	188	192	50	63	5,7	11,0
<i>p. koraiensis Siebold et Zucc.</i>	08.04-18.10	10.04-15.10	192	187	51	66	18,7	20,2

Таблица 5

Размеры хвои шишек интродуцированных сосен

Вид	Длина хвои, см			Ширина хвои, мм			Длина шишки, см			Ширина шишки, см		
	I	II		I	II		I	II		I	II	
		Xcp ± mx	V, %		Xcp ± mx	V, %		Xcp ± mx	V, %		Xcp ± mx	V, %
<i>Pinus strobus L.</i>	6-10	8,8 ± 0,62	21,9	0,7-1,0	0,7 ± 0,051	11,4	8-15	11,6 ± 3,23	16,9	до 4	2,4 ± 0,32	8,0
<i>p. banksiana Lamb.</i>	2-4	4,8 ± 0,87	22,3	1-1,5	2,1 ± 0,048	7,2	3-5	5,7 ± 0,52	5,6	2-3	2,4 ± 0,24	6,2
<i>p. contorta var. Murrayana Balf.</i>	5-7	6,4 ± 0,77	23,1	1,5-2,2	1,5 ± 0,035	14,3	до 6	4,7 ± 0,83	10,7	2-3	2,0 ± 0,44	13,3

Примечание: I – показатели в естественном ареале; II – в месте интродукции; Xcp ± mx – среднее выборочное значение признака с оценкой ошибки среднего; V – коэффициент вариации.

Заклучение

Выбор трех обсуждаемых видов сосны для интродукции в Приморский край проводился в свое время с использованием метода климатических аналогов. Имеющиеся различия между климатическими показателями естественных ареалов и местом интродукции могут иметь негативные значения для развития растений в аномально холодные годы. Однако в данном случае эти различия не имеют существенной величины и при возникновении самых неблагоприятных условий могут привести лишь к задержке развития, но не к повреждениям надземных частей растений.

Биометрические параметры видов сосны в условиях интродукции в целом соответствуют аналогичным размерам в естественном ареале. Ритм сезонного развития интродуцированных сосен соответствует годовой динамике климатической ситуации в условиях Приморского края, а его календарные сроки близки к датам фенологических явлений местного вида – кедра корейского.

Сосны Банкса, веймутовой и скрученную можно рекомендовать в качестве лесокультурного материала для увеличения биоразнообразия рекреационных лесов, лесопарковых зон и участков озеленения населенных пунктов.

Список литературы / References

1. Об утверждении лесного плана Приморского края на 2009–2018 годы. Распоряжение губернатора Примор-

ского края от 10 марта 2009 года N 45-пр. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/430623554> (дата обращения: 28.01.2021).

On the approval of the forest plan of the Primorsky Territory for 2009–2018. Instruction of the Governor of the Primorsky Territory dated March 10, 2009 N 45-pr. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/430623554> (date of access: 28.01.2021). (in Russian).

2. Ковалёв А.П., Шелопугина С.В., Матвеева А.Г. Об эффективности восстановления лесов на Дальнем Востоке // Вестник ТОГУ. 2015. № 2 (37). С. 23–28.

Kovalev A.P., Shelopugina S.V., Matveeva A.G. On the effectiveness of forest restoration in the Far East // Vestnik TOGU. 2015. No. 2 (37). P. 23–28. (in Russian).

3. Farjon A. A handbook of the world's conifers. Leiden, the Netherlands: Koninklijke Brill. 2010. 1152 p.

4. Farjon A., Filer D. An atlas of the world's conifers: an analysis of their distribution, biogeography, diversity, and conservation status. Leiden, the Netherlands: Koninklijke Brill. 2013. 525 p.

5. Мкртчян М.А., Путенихин В.П. Биологические особенности сосны Банкса, веймутовой и желтой при интродукции в башкирском предуралье // Вестник Челябинского государственного университета. 2013. № 7 (298). Биология. Вып. 2. С. 185–186.

Mkrtychyan M.A., Putenikhin V.P. Biological characteristics of the Banks pine, Weymouth and yellow when introduced in the Bashkir Urals // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. No. 7 (298). Biologiya. Vyp. 2. P. 185–186 (in Russian).

6. Арестова Е.А., Арестова С.В. Опыт интродукции некоторых североамериканских видов рода *Pinus L.* в саратовском Поволжье // Успехи современного естествознания. 2018. № 12–1. С. 25–29.

Arestova E.A., Arestova S.V. The experience of introduction of some North American species of the genus *Pinus L.* in the Saratov Volga region // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2018. No. 12-1. P. 25–29 (in Russian).

7. Агроклиматический атлас мира. М.: Л.: Гидрометеоиздат. 1972. 128 с.

Agroclimatic Atlas of the World. M.: L.: Gidrometeoizdat. 1972. 128 p. (in Russian).