

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РОСТА И РАЗВИТИЯ КЕДРА СИБИРСКОГО В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ ЛЕСОСТЕПИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Левин

*Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции
и биотехнологии (ВНИИЛГИСбиотех), Россия, Воронеж, Россия*

Аннотация. Особенности технологических процессов искусственного выращивания кедра сибирского за пределами естественного ареала должны базироваться на тщательных результатах исследований специфики: биологии вида при весьма длительных этапах его онтогенеза, почвенной экологии, морфологии роста и формирования молодняков. На объекте при благоприятном сочетании факторов размещения посадочного материала сохранность вида составила 38,9 % по посадочным местам к возрасту 38 лет. Относительно изменчивости таксационных признаков к наиболее низким показателям следует отнести: высоту деревьев - 14,2% и диаметр на высоте груди - 20,7%. Наблюдаемая тесная корреляция объема ствола (V) с площадью роста (Sp) - 0,78 и площадью проекции кроны (Sk) - 0,55 указывает на влияние факторов размещения на производительность насаждения. С целью проведения рубок ухода в качестве критерия отбора можно использовать диаметр ствола, коррелирующий с диаметром кроны (Дкр) со средней степенью – 0,63 и с площадью роста (Sp) - 0,84. В культурах семеноносит 60,3 % деревьев, где мужское цветение обеспечивает 30,1% особей. С учетом развития в насаждении деревья распределены на следующие категории: лучшие - 3,7%, средние – 76,5%, отстающие- 19,8%, что указывает при категории санитарного состояния-1,1 на отсутствие жесткой дифференциации. У 18,4% деревьев наблюдается многовершинность, как явление, снижающее товарную ценность древесины, но повышающее орехоносность дерева.

Отсюда при высокой пластичности вида можно сделать заключение об его успешном произрастании на объекте в условиях интродукции. Обследованный объект в качестве географических культур может в перспективе обеспечивать семенным и вегетационным материалом создаваемые объекты для проведения селекционных работ.

Ключевые слова: кедр сибирский, интродукция, культуры, таксационные показатели, изменчивость

BIOLOGICAL POTENTIAL OF SIBERIAN CEDAR GROWTH AND DEVELOPMENT UNDER THE CONDITIONS OF INTRODUCTION IN THE FOREST-STEPPE OF THE VORONEZH REGION

S.V. Levin

*All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology
(VNIILGISbiotech), Russia, Voronezh, Russia*

Abstract. Features of technological processes for artificial cultivation of Siberian pine outside its natural range should be based on thorough research results of the species' specifics: biology during very long ontogenesis stages, soil ecology, growth morphology, and young stand formation. At the site, with a favorable combination of planting material placement factors, species survival was 38.9% by planting spots at 38 years of age. Regarding the variability of mensurational traits, the lowest indicators include tree height - 14.2% and diameter at breast height - 20.7%. The observed strong

correlation of stem volume (V) with growth area (Sp) - 0.78 and crown projection area (Sk) - 0.55 indicates the influence of placement factors on stand productivity. For tending felling, stem diameter, correlating with crown diameter (Dkr) with a moderate degree - 0.63 and with growth area (Sp) - 0.84, can be used as a selection criterion. In cultures, 60.3% of trees bear seed, with male flowering provided by 30.1% of individuals. Considering stand development, trees are distributed into the following categories: best - 3.7%, average - 76.5%, lagging - 19.8%, indicating no strict differentiation in sanitary condition category - 1.1. Multitopness is observed in 18.4% of trees, a phenomenon reducing timber marketability but increasing nut-bearing capacity.

Hence, given the species' high plasticity, it can be concluded about its successful growth at the site under introduction conditions. The surveyed site, as geographical cultures, can prospectively provide seed and vegetative material for created objects for breeding work.

Keywords: Siberian cedar, introduction, crops, taxation indicators, variability

Введение

Длительные циклы роста и развития леса (более века), требующие обширных площадей, и возрастающее негативное воздействие как антропогенных, так и природных факторов ставят перед лесным хозяйством стратегические задачи. Отрасль призвана обеспечивать потребности общества в лесном сырье, а также в экологических и социальных услугах, которые предоставляют леса. К наиболее полно оказывающим соответствующие услуги следует отнести кедровые леса, обладающие ценными сырьевыми и средообразующими свойствами. К настоящему моменту они оказались под угрозой из-за интенсивной лесозаготовки, приведшей к сокращению их популяций при очень медленном естественном возобновлении. В связи с этим актуальными становятся вопросы: сохранения уникальных кедровых ландшафтов, изучения их происхождения и изменчивости, рационального использования генетических ресурсов при восстановлении лесов (включая искусственное лесовосстановление на месте вырубок и пожаров, а также реконструкцию производных насаждений), и даже культивирования кедра за пределами его естественного ареала [7].

Леса лесостепного района Европейской части России (ЕЧР) относятся к защитным лесам и выполняют средообразующие и экологические функции. Введение кедровых сосен, в частности кедра сибирского или сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), будет способствовать поддержанию этих функций путем расширения породного состава лесов, повышения их продуктивности и экономической эффективности от использования прижизненных свойств орехоносных кедровых сосен (пищевое и лечебное) на землях различного целевого назначения, а также сохранению экологического потенциала лесов. Также данное направление входит в комплекс мер по развитию адаптивной селекции кедровых сосен (сибирской, корейской, европейской, кедрового стланика), что позволит существенно повысить значимость породы в условиях ее интродукции. Исследования 80-90-х годов прошлого столетия на территориях лесостепного района ЕЧР показали, что для создания насаждений различного назначения с участием кедровых сосен разрабатывалась необходимая база.

Целью работы является выявление биолого-экологических особенностей развития кедра сибирского в лесостепном районе ЕЧР на территории Семилукского коллекционно-маточного дендрария в Воронежской области.

Материалы и методы исследований

За исключением начального периода, детальное изучение культур в лесостепном районе ЕЧР было проведено в недостаточном объеме. Это означает, что нынешние исследования заполняют существенные пробелы в наших знаниях. Исследования кедра сибирского осуществлялись в последнее время автором в условиях интродукции на территории Воронежской области [8, 9].

Настоящие исследования проводятся на территории Семилукского коллекционно-маточного дендрария Воронежской области в насаждении кедра сибирского возрастом 38 лет с его назначением в качестве географических культур, созданных из семенного фонда Горного Алтая. Исходная густота культур при размещении 2х1 м составляла 4755шт./ га. На момент исследования густота составляет 1848 шт./ га при сохранности 38,9 %.

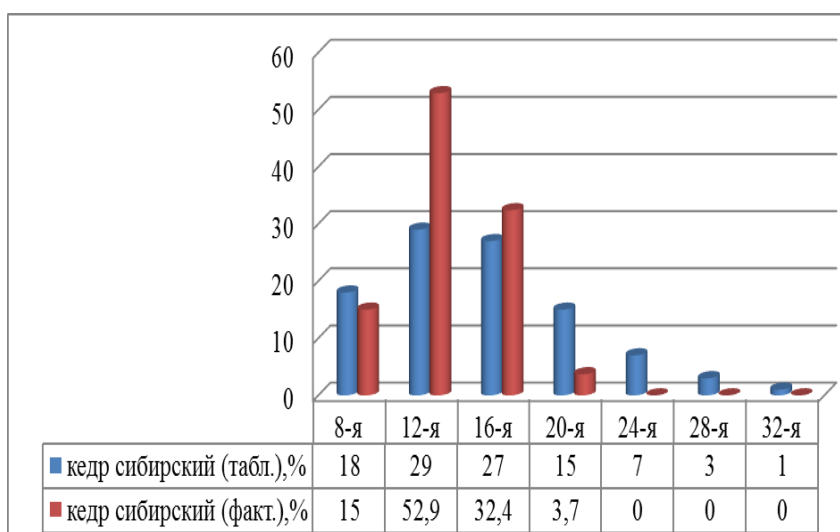
В ходе исследований были изучены интродуцированные лесные культуры. Оценивались высота деревьев и диаметр ствола на высоте груди [4], а также дополнительные таксационные показатели: высота прикрепления живой кроны и диаметр самой кроны. Были зафиксированы такие характеристики, как многовершинность, наличие лишайниковых обрастаний, плодоношение и мужское цветение. Для определения площади роста каждого дерева, исходя из расстояния до трех ближайших соседей, проводилось картирование их расположения на участке [12].

Полученный материал статистически обрабатывался с применением программы Statistica 6.0. Степень изменчивости по коэффициентам вариации (C_v , %) характеризовали с использованием шкалы, разработанной применительно к древесным растениям [11]. Анализировали корреляционные связи по коэффициенту корреляции (r).

Результаты и их обсуждение

Для обеспечения устойчивого выращивания кедра сибирского в новых регионах необходимо создавать географические культуры. В.И. Некрасов [13, 14] и А.И. Ирошников [6] подчеркивали, что акклиматизация достигается только через семенное размножение и адаптацию поколений. Поэтому важно использовать семена, полученные от местных, хорошо адаптированных растений, дающих устойчивое потомство. Эти растения станут основой для дальнейшей селекции и создания лесосеменных плантаций. Путем индивидуального отбора в географических культурах можно получить улучшенный исходный материал для плантаций первого порядка, а после оценки качества потомства – и для плантаций второго порядка.

В ходе обследования было установлено, что исследуемый участок представляет собой насаждение IV класса бонитета. Возраст деревьев составляет 38 лет, что соответствует I классу возраста. Площадь насаждения – 0,1 га. Тип лесорастительных условий определен как Д₂, а почва – выщелоченный чернозем. Санитарное состояние насаждения оценено на уровне категории 1,1. Общий вид культур можно увидеть на рисунке 1а.



а) б)

Рис.1 - Общий вид культур - а); диаграмма сравнения распределения числа стволов по ступеням толщины – б)

Следует уделить внимание распределению деревьев по диаметру стволов, чтобы выявить возможные отклонения. Рисунок 16 демонстрирует, что для исследуемой породы (диаметр 13 см против табличных 16 см [15]) деревья сконцентрированы в категориях толщины 8, 12 и 16 см. При этом деревья не встречаются в категориях 24, 28 и 32 см. Это свидетельствует о благоприятном стечении таких обстоятельств: удачном расположении деревьев, как между рядами (2 м), так и в ряду (1 м), а также в правильной ориентации рядов с северо-востока на юго-запад.

На основе сопоставления полученных результатов с данными из источника [15] можно сделать вывод о благоприятном развитии кедра сибирского в условиях интродукции. Это проявляется в превосходстве показателей абсолютной полноты (Σq , м²) на 32,7% и запаса древесины стволов (М, м³/га) на 39% (табл.1).

Таблица 1 Сравнительный анализ таксационных показателей кедра сибирского

Сравниваемые объекты	Таксационные показатели		
	Н, м	Σq , м ²	М, м ³ / га
Кедр сибирский (факт.)	9,1	26,0	146
Кедр сибирский (табл.)	10,0	19,6	105

На момент проведения исследования, плотность посадок кедра оценивалась в 1848 растений на гектар, при этом коэффициент сохранности составил 38,9%. Такое снижение численности объясняется комплексом факторов: гибелью растений в первые пять лет после посадки, что является ожидаемым явлением при создании лесных культур в пределах естественного ареала вида [2, 5, 10]; а также более поздней выкопкой саженцев с закрытой корневой системой и фактом вырубki деревьев (оставшиеся "живые пни") в период 90-х годов прошлого столетия. Для сравнения, при культивировании кедра за пределами его естественного ареала, к шести годам сохраняется около 60% высаженных сеянцев [1]. Учитывая, что кедр характеризуется медленным ростом в первые 10-15 лет своей жизни, для обеспечения его лучшей адаптации и устойчивости в лесных сообществах рекомендуется выращивать его в питомнике до возраста более 5 лет [3]. Среди различных типов лесных культур, сплошные чистые посадки кедра демонстрируют наилучшие показатели приживаемости и интенсивности роста [4].

Для оценки успешности адаптации интродуцированного вида можно использовать коэффициент вариации (C_v , %), представленный в таблице 2. Наиболее стабильными таксационными признаками, демонстрирующими среднюю изменчивость, оказались высота дерева ($C_v = 14,2\%$, диапазон 5,5-12 м) и диаметр ствола на уровне груди ($C_v = 20,7\%$, диапазон 6-21 см). Диаметр кроны показал более высокую степень изменчивости ($C_v = 23,7\%$, диапазон 1,3-4,8 м).

Таблица 2 Сведения по статистической обработке данных объекта

Показатели	Д 1,3, см	Н, м	hж.в.,м	Дкр.,м	V, м ³	Li,м	Sp,м ²	Sk, м ²
M±m	13,1±0,22	9,1±0,11	3,0±0,12	2,9±0,06	0,079±0,003	2,2±0,06	6,6±0,33	6,8±0,29
σ	2,63	1,29	1,41	0,68	0,0346	0,68	3,86	3,32
min	6	5,5	0,15	1,3	0,0105	0,8	1,18	1,33
max	21	12	6	4,8	0,23	3,7	22,82	18,1
t (95,0 %)	0,45	0,22	0,24	0,11	0,01	0,11	0,65	0,56
C_v , %	20,1	14,2	46,4	23,7	44,3	30,9	58,3	48,7

Примечание: Д_{1,3} – диаметр ствола, см; Н – высота дерева, м; hж.в.- высота прикрепления живой ветви, м; Дкр. – диаметр кроны, м; V – объем ствола, м³; Li – расстояние до 3-го соседнего дерева, м; Sp – площадь роста, м²; Sk – площадь проекции кроны, м²

На момент исследования в насаждении наблюдается значительный разброс в росте деревьев: 3,7% составляют лучшие образцы, 76,5% – средние, а 19,8% – отстающие. Разница в высоте между лучшими и средними деревьями составляет 2,0 метра, а между лучшими и отстающими – 4,2 метра. Эти существенные различия открывают возможности для селекции деревьев с ускоренным ростом. Деревья, чей рост превышал средний показатель (M) более чем на два стандартных отклонения (2σ), были классифицированы как быстрорастущие. В ходе работы было идентифицировано два перспективных кандидата на статус плюсовых деревьев. Для контекста, исследования в 20-летних культурах кедра сибирского в широколиственных лесах [3] показывают, что доля лучших по росту деревьев может достигать 22%.

Несмотря на выявленные проблемы, связанные с сохранностью насаждений, пространственное распределение деревьев на исследуемой площади характеризуется равномерностью. Данный вывод подтверждается значением коэффициента изменчивости расстояния до третьего соседнего дерева (Li , m^2) – 30,9%. Высокий уровень внутрипопуляционной изменчивости кедра сибирского свидетельствует о его значительных адаптивных возможностях и перспективности для целей интродукции.

Из источника [3] следует, что в качестве критериев отбора при рубках ухода до момента начала семеношения можно использовать диаметр ствола, довольно тесно коррелирующий с диаметром и протяженностью кроны. В нашем случае это нашло подтверждение, т. к. диаметр ствола ($D_{1,3}$) коррелирует с диаметром кроны ($D_{кр.}$) при средней степени – 0,63 и кроме этого с площадью роста (Sp) – 0,84. В дополнение к этому наблюдаем, как величины диаметра кроны ($D_{кр.}$) коррелируют с площадью роста (Sp) – 0,60. При этом показатель расстояние дерева до 3-го соседа (Li) коррелирует со всеми показателями, находясь с ними как в прямой, так и обратной зависимости, указывая на роль размещения деревьев на площади как формообразующего фактора.

При установлении корреляционных связей (по коэффициенту корреляции r) следует особенно обратить внимание на корреляцию объема ствола (V): с площадью роста (Sp) – 0,78, а также с площадью проекции кроны (Sk) – 0,55 и диаметром кроны ($D_{кр.}$) – 0,57. При этом связь объема ствола (V) с такими значимыми показателями, как диаметр ствола ($D_{1,3}$) – 0,88, высота дерева (H) – 0,54 не взята во внимание, т.к. они определяют сам объем ствола (табл.3).

Таблица 3 Корреляционная зависимость таксационных показателей на объекте

Показатели	$D_{1,3}, cm$	H, m	$h_{ж.в.}, m$	$D_{кр.}, m$	q_i, m^2	Li, m	Sp, m^2	Sk, m^2	V, m^3
$D_{1,3}, cm$	1								
H, m	0,41	1,00							
$h_{ж.в.}, m$	0,00	-0,05	1,00						
$D_{кр.}, m$	0,63	0,44	-0,35	1,00					
q_i, m^2	0,99	0,39	0,00	0,61	1,00				
Li, m	0,30	-0,11	-0,40	0,33	0,32	1,00			
Sp, m^2	0,84	0,22	-0,21	0,60	0,86	0,72	1,00		
Sk, m^2	0,59	0,41	-0,34	0,99	0,58	0,33	0,58	1,00	
V, m^3	0,88	0,54	0,00	0,57	0,90	0,27	0,78	0,55	1

Наряду с этим установлено, что в насаждении в пору семеношения вступило 60,3 % деревьев. Из всех деревьев мужское цветение обеспечивает 30,1% особей. Наличие лишайника на стволах деревьев зафиксировано у 24,3% особей, что свойственно по большому количеству плитчатым по коре деревьям. Многовершинность, как явление, снижающее товарную ценность древесины, но повышающее орехоносность дерева, наблюдается у 18,4 % деревьев.

Заключение

Особенности технологических процессов искусственного выращивания кедра сибирского за пределами естественного ареала должны базироваться на тщательных результатах исследований специфики: биологии вида при весьма длительных этапах его онтогенеза, почвенной экологии, морфологии роста и формирования молодняков. На основании полученных данных на объекте можно сделать заключение об успешном произрастании кедра сибирского в условиях интродукции при его высокой пластичности. Обследованный объект в качестве географических культур может в перспективе обеспечивать семенным и вегетационным материалом планируемые объекты для проведения селекционных работ.

Список литературы

1. Бех И.А., Таран И.В. Сибирское чудо – дерево. – Новосибирск: Наука, 1979. – 126 с.
2. Григорьев А.И. Некоторые итоги интродукции кедра сибирского в южной лесостепи Омской области// Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири/ Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. - 126с.
3. Дроздов И.И. Интродукция кедра сибирского в европейскую часть лесной зоны России: Обзорн. информ./ - М.:ВНИИЦлесресурс, 1999. - 32с.
4. Дроздов И.И., Янгутков А.И. Методические рекомендации по изучению лесных культур интродуцированных лесных пород/ М.: ВАСХНИЛ, 1984. - 41с
5. Дроздов И.И. Культуры хвойных интродуцентов/ М.: МЛТИ, 1987. – 91 с
6. Ирошников, А.И. Проблемы изучения и охраны генофонда кедровых сосен и их селекции. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока. Материалы Международной конференции/ США , Портленд, 2000. - С. 92-113.
7. Ирошников А.И., Твеленев М.В. Изучение генофонда, интродукции и селекции кедровых сосен// Лесоведение, 2001, № 4. - С.62-68
8. Левин С.В. Адаптационные особенности сосны кедровой сибирской в условиях Воронежской области// В сб.: Эколого – биологическое благополучие растительного и животного мира. Мат-лы Междунар. научно – практ. конф./ Благовещенск: ДальГАУ, 2020. – С. 23 –25.
9. Левин С.В. Экологические особенности кедра сибирского в условиях интродукции на территории Воронежской области// Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Мат-лы VI Всероссийской научно-техн. конф./ Санкт – Петербург: СПбГЛТУ, 2021. Том 1. - С.253-256
10. Лоскутов, Р.И. Искусственное восстановление кедра сибирского. М.: Лесная промышленность, 1971. – 105 с.
11. Мамаев, С.А. Внутривидовая изменчивость и проблема интродукции древесных растений // Успехи интродукции растений: Сб. науч. тр., посвященный 75-летию со дня рождения академика Н.В. Цицина/ М.: Наука, 1973. – С. 128-140.
12. Нагимов, З. Я. Оценка методов определения площадей роста деревьев / З. Я. Нагимов // Леса Урала и хозяйство в них / М-во общ. и проф. образования РФ, Урал. гос. лесотехн. Академия/ Екатеринбург, 1999. – Вып. 19. – С. 82–98.
13. Некрасов В.И. Принципы создания семенных плантаций интродуцированных древесных пород//Лесное хозяйство, 1978. - № 2.- С.64-66
14. Некрасов В.И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений / М.: Наука, 1980.- 102с.
15. Третьяков Н.В. Справочник таксатора: Таблицы для таксации леса/ М– Л.: Гослесбуиздат, 1952. – 854 с.

References

1. Bekh I.A., Taran I.V. The Siberian miracle tree. – Novosibirsk: Nauka, 1979. – 126 с.

2. Grigoriev A.I. Some results of the introduction of Siberian cedar in the southern forest-steppe of the Omsk region// Reproduction of cedar forests in the Urals and Western Siberia/ Sverdlovsk: UNC of the USSR Academy of Sciences, 1981. - 126c.
3. Drozdov I.I. Introduction of Siberian cedar into the European part of the Russian forest zone: Overview. inform./ - M.: Vniitslesresurs, 1999. - 32 p.
4. Drozdov I.I., Yangutov A.I. Methodological recommendations for the study of forest crops of introduced forest species / M.: VASHNIL, 1984. - 41 p.
5. Drozdov I.I. Cultures of coniferous introduced species / M.: MLTI, 1987. – 91 p
6. Iroshnikov, A.I. Problems of studying and protecting the gene pool of cedar pines and their breeding. Cedar-deciduous forests of the Far East. Proceedings of the International Conference/ USA, Portland, 2000. - pp. 92-113.
7. Iroshnikov A.I., Tvelenev M.V. Study of the gene pool, introduction and breeding of cedar pines// Forestry, 2001, No. 4. - pp.62-68
8. Levin S.V. Adaptive features of Siberian cedar pine in the conditions of the Voronezh region// In collection: Ecological and biological well-being of flora and fauna. Materials of the International Scientific and Practical Conference/ Blagoveshchensk: DalGAU, 2020. pp. 23-25.
9. Levin S.V. Ecological features of Siberian cedar in the conditions of introduction in the Voronezh region// Forests of Russia: politics, industry, science, education. Materials of the VI All-Russian Scientific and Technical Conference conf./ St. Petersburg: St. Petersburg State Technical University, 2021. Volume 1. - pp.253-256
10. Loskutov, R.I. Artificial restoration of Siberian cedar. Moscow: Forest Industry, 1971. – 105 p.
11. Mamaev, S.A. Intraspecific variability and the problem of woody plant introduction // Successes of plant introduction: Collection of scientific papers dedicated to the 75th anniversary of the birth of Academician N.V. Tsitsin / M.: Nauka, 1973. – pp. 128-140.
12. Nagimov, Z. Ya. Assessment of methods for determining areas growth of trees / Z. Ya. Nagimov // Forests of the Urals and the economy in them / M-in total. and Prof. education of the Russian Federation, Ural State Forestry University. The academy/ Yekaterinburg, 1999, issue 19, pp. 82-98.
13. Nekrasov V.I. Principles of creating seed plantations of introduced tree species//Forestry, 1978. - No. 2.- pp.64-66
14. Nekrasov V.I. Actual issues of the development of the theory of plant acclimatization / M.: Nauka, 1980.- 102s.
15. Tretyakov N.V. Taxator's handbook: Tables for forest taxation / M.– L.: Goslesbumizdat, 1952. – 854 p.