

О ПРОЯВЛЕНИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ПРИЗНАКА СОСТОЯНИЯ КОРЫ КЕДРА СИБИРСКОГО (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR.) ПРИ ЕГО ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ В ПРЕДЕЛАХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Левин

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии» (ВНИИЛГИСБиотех), Россия, 394087, г. Воронеж, ул. Ломоносова, д. 105

leslesovik63@yandex.ru

Представлены материалы исследований интродукции кедра сибирского в условиях лесостепи Воронежской области. Определено полное соответствие процессов его жизнедеятельности условиям интродукции: густоте культур, ориентации по сторонам света, плодородию почвы. Установлено, что среди особей одного возрастного состояния в культурах не абсолютный возраст, а возрастное состояние выявляет их биологическое значение, отражаясь на феномене состояния коры. Выявлен самый высокий комплексный оценочный показатель среди групп феномена по коре у гладкокорых деревьев (9,37 см/см²), что связано с отставанием в развитии по времени и подтверждается заниженными величинами всех значений таксационных показателей. Показано, что при определении перспективности развития насаждения среди кандидатов по развитию самой многочисленной оказалась группа из деревьев с плитчатой корой (60,5 %), а самой малочисленной — группа из деревьев с гладкой корой (6,9 %). Указано, что при пересчете показателей на одно дерево наблюдается практически отсутствие особей с мужским цветением среди гладкокорых деревьев. Рекомендуется в перспективе при индивидуальном отборе деревьев применять комплексный оценочный показатель и учитывать при селекционном уходе состояние коры дерева, где из гладкокорой группы деревьев намечаются особи для удаления.

Ключевые слова: кедр сибирский, интродукция, культуры, таксационные показатели, изменчивость, комплексный оценочный показатель, феномен состояния коры

Ссылка для цитирования: Левин С.В. О проявлении изменчивости морфологического признака состояния коры кедра сибирского (*Pinus sibirica* du Tour.) при его интродукции в условиях лесостепи в пределах Воронежской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2025. Т. 29. № 4. С. 64–78. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-4-64-78

В литературе неоднократно подчеркивалась значимость изучения эколого-физиологических свойств и морфологических признаков кедра сибирского (*Pinus sibirica* du Tour.) и путей его селекции. Такие отличительные признаки, как долговечность, высокие эстетические, дезинфицирующие, почвоулучшающие, водорегулирующие свойства, определяют кедр сибирский как ценную древесную породу. Кроме того, широко используется в пищевой и фармацевтической промышленности, в медицине. Область распространения кедра сибирского охватывает районы северо-востока европейской части России, Урал, Западную и Восточную Сибирь и северную часть Монголии. В настоящее время ареал распространения кедра относит его к евроазиатскому типу, монголо-сибирско-европейскому подтипу [1–3]. Огромная протяжен-

ность ареала кедра сибирского в широтном и меридиальном направлениях свидетельствует о его обширной эколого-географической приспособленности, значительно большей не только по сравнению с другими кедровыми соснами, но и многими сопутствующими лесообразователями [4]. Следует подчеркнуть, что изучение изменчивости биоэкологических характеристик кедра сибирского очень важно для отбора деревьев с такими важными признаками, как скорость роста, обильность и регулярность семеношения, высокое качество орехов, смолопродуктивность и устойчивость к болезням.

Изучение наследственности и изменчивости кедра сибирского необходимо для выделения с помощью методов селекции ценных форм кедровых сосен в условиях интродукции. Успешный рост сибирского кедра во многих регионах страны, «цветение», семеношение южнее ареала являются важнейшим показателем его адаптации к новым условиям [5, 6].

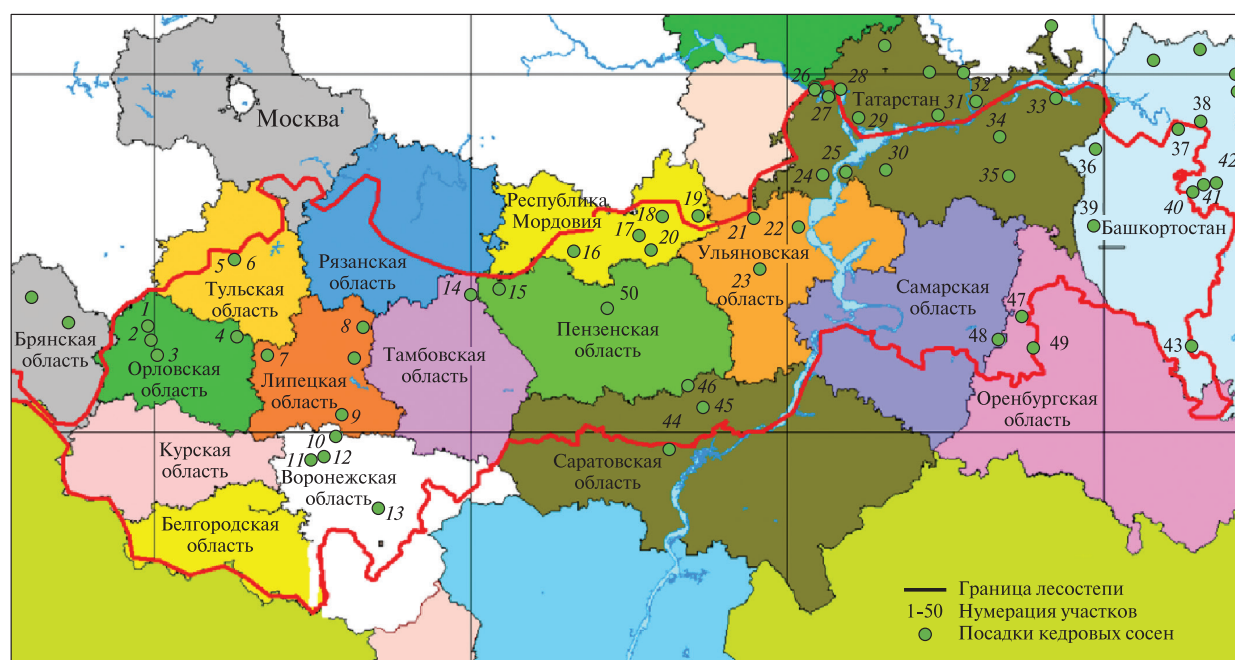


Рис. 1. Местонахождение посадок орехоносных кедровых сосен

Fig. 1. Location of nut-bearing cedar pines

К.К. Калущий, Н.А. Болотов нашли климатические особенности европейской части России вполне приемлемыми для успешной адаптации на уровне лесоводственной пластичности всех видов кедровых сосен. Для характеристики лимитирующих климатических условий интродукции используют три показателя: сумму температурных значений более 100 °С, абсолютные величины зимних значений температуры, к которым приспособляются интродуценты при определенной степени устойчивости, средний гидротермический коэффициент вегетационного периода [7].

Результаты исследований, проведенных в различных лесорастительных условиях, свидетельствуют о требовательности кедра к влажности и плодородию почвы, о его недостаточной конкуренции в смешанных молодняках. Культуры кедра целесообразно создавать в свежих и влажных сурамях, на достаточно богатых с прослойками глины супесчаных и легкосуглинистых почвах, хорошо обеспеченных обменным калием [8].

С момента этапа создания культур на территории лесостепи в пределах европейской части России детальные исследования на объектах проводились ограниченно, кроме начального периода их развития, что подчеркивает новизну исследований в настоящее время. На данный момент выявлен в пределах указанной территории 51 объект с участием кедровых сосен.

Распределение их по субъектам оказалось неравномерным, что подчеркивает незавершенность этапа интродукции кедровых сосен к 1990-м годам в условиях лесостепи (рис. 1). Изучение развития кедра сибирского проводилось в условиях интродукции и на территории Воронежской области [9–11].

На перспективность работ по выявлению изменчивости кедра указывал еще Л.Ф. Правдин [12], отмечая, что стоило лишь начать систематическое изучение, как были установлены различия в обилии урожайности, крупности шишек, жирности семян и других морфологических признаков. В пределах одного лесного насаждения кедр сибирский дифференцируется на группы деревьев (селекционные формы) по некоторым признакам и свойствам. Одни формы имеют более высокие показатели признаков и свойств, другие — менее, причем многие из них закреплены генетически и воспроизводятся из поколения в поколение [13]. С.А. Мамаев [14] делит изменчивость древесных растений на два типа: внутривидовую и внутриорганизменную (эндогенную). При изучении внутривидовой изменчивости было выявлено, что полиморфизм видов включает в себя все формы дифференциации. В работе И.В. Семечкина [15] дан перечень форм кедра сибирского:

- 1) по расположению хвои на побегах:
 - с пучкообразной плакучей хвоей;
 - ажурной;

2) по структуре коры:

- елововиднокорая;
- соснововиднокорая;

3) по репродуктивной деятельности:

- раноплодоносящая;
- с крайне неравномерным плодоношением;
- с неравномерным плодоношением;
- с равномерным плодоношением;
- с ускоренным развитием шишек;
- с комбинированным типом развития шишек;
- скороспелая;
- позднеспелая;

4) по конфигурации шишек (круглошишечные, цилиндрические, яйцевидные, конусовидные);

5) по развитию апофиза (крючковатые, бугорчатые, плоские).

В сосновых насаждениях со времени Зейтца (1927 г.) лесоводы Западной Европы выделяют четыре вариации деревьев по строению грубой коры: пластинчатокорую, чешуйчатокорую, ракушчатокорую и обычную (с низкоопущенной зеркальной корой) [14]. А.В. Думанским и А.Ю. Ишлинским [16] в результате проведения специальных опытов было установлено, что при росте ствола дерева в толщину корка продольными трещинами распадается на длинные отдельности в среднем одинаковой ширины: расстояние между трещинами увеличивается с увеличением возраста дерева. С.А. Мамаев [14] в своей работе отмечал, что признаки, характеризующие окраску, строение и толщину коры сосны, очень сильно изменяются в онтогенезе дерева, поэтому описание морфологических особенностей коры необходимо проводить на спелых деревьях VI–VII класса возраста.

В отношении строения коры ствола дерева у кедра сибирского наиболее полно на раннем этапе изучения были проведены исследования А.И. Ирошниковым [17] и Н.А. Луганским [18].

Н.А. Луганский [18] выделил деревья кедра сибирского с соснововидной и елововидной корой. Для деревьев с соснововидной корой по типу трещиноватости он выделил груботрещиноватые, продольно-правильнотрещиноватые, продольно-неправильнотрещиноватые, коротко-правильнотрещиноватые формы. Груботрещиноватая кора расчленена на крупные площадки глубокими продольными и поперечными трещинами, где ее окраска варьирует от светло-желтой до желтоватобурой. У елововиднокорых деревьев чешуйчатотрещиноватая кора характеризуется мелкими трещинами и небольшими межтрещинными площадками с серовато-черной окраской. Толщина коры у груботрещиноватокорых деревьев на 32...37 % больше, чем у чешуйчато-

трещиноватокорых. Наиболее урожайной селекционной формой является груботрещиноватокорая (соснововиднокорая), менее урожайной — чешуйчатотрещиноватокорая (елововиднокорая) [18].

А.И. Ирошников считает [17], что размер коры — в основном неустойчивый признак, который в значительной степени определяется условиями произрастания и дифференциацией деревьев в насаждении. По его мнению, соснововиднокорая группа деревьев тяготеет к высшим ступеням толщины. При этом чем выше бонитет или возраст, тем больше в насаждении участие соснововиднокорых деревьев. Чем ниже бонитет и возраст насаждений, тем большее участие елововиднокорых деревьев. Елововиднокорая группа располагается среди низших ступеней толщины. В одновозрастных насаждениях — это отставшие в росте деревья, а в разновозрастных — как отставшие в росте, так и самые молодые деревья.

В работе Ю.Н. Ильичева [19] отмечается, что в кедровниках в возрасте 140...190 лет превышения параметров высокосмолопродуктивных деревьев над среднепопуляционными составили следующие показатели: по диаметру ствола, глубине борозд коры, протяженности по стволу грубой корки — 30...40, толщине коры — 22...42, ширине пластин — 28...35 %. Таким образом, соснововиднокорая группа деревьев определяет категорию высоко-смолопродуктивных деревьев.

В условиях интродукции акцентирование внимания только на полезных качествах кедровых сосен (пищевых семенах, бальзаме, древесине, декоративности) без объективной характеристики их *адаптивной способности*, интенсивности роста, выхода деловой древесины, *генетического потенциала* и возможности сохранения урожая является явно недостаточным при разработке целевых программ расширения ареала кедровых сосен [20]. В условиях интродукции при наступлении определенного возраста кедра в культурах после удаления сопутствующих пород и в соответствии с заданной интенсивностью изреживания возникает необходимость затрагивания кедрового элемента. Учитывая особую ценность вида в несвойственных ему условиях интродукции, по отношению к нему следует применять селекционный метод рубок ухода [13], основанный на законе внутривидовой изменчивости.

Цель работы

Цель работы — выявление изменчивости морфологического признака состояния коры кедра сибирского и его значение в определении



Рис. 2. Деревья по состоянию коры на объекте: *а* — бороздчатые; *б* — плитчатые; *в* — гладкокорые
Fig. 2. Trees according to the state of the bark on the object: *a* — furrowed; *б* — platy; *в* — smooth-barked

перспективности развития насаждения при интродукции в условиях лесостепи Воронежской области.

Материалы и методы

Исследования проводились на территории Семилукского коллекционно-маточного дендрария на территории Воронежской области в насаждении кедра сибирского возрастом 38 лет с его определением как географической культуры, созданной из семенного фонда Горного Алтая. Исходная густота культур при размещении 2×1 м составляла 4755 шт./га. На момент исследования густота составляла 1848 шт./га при сохранности 38,9 %.

В ходе работ лесные культуры интродуцированных пород изучали по высоте дерева и диаметру ствола на высоте 1,3 м от поверхности земли [21] с установлением значений дополнительных таксационных параметров: высоты прикрепления живой ветви, диаметра кроны. Было установлено наличие многовершинности, выявлено заселение лишайником, определено семеношение и мужское цветение. Оценка урожая семян проводилась по методике Центрального научно-исследовательского института лесной генетики и селекции (ЦНИИЛГиС) глазомерно по наличию шишек в кроне деревьев по категориям от 0 до III [22].

Расположение деревьев на площади картировалось для исчисления площади роста

деревьев по расстоянию до третьего соседнего дерева [23] и установлению степени перекрытия пространства кронами деревьев.

С применением комплексного оценочного показателя (КОП) для определения перспективности развития насаждения были выделены две группы деревьев: 1) кандидаты по развитию; 2) за исключением кандидатов. Показатель рассчитывался для деревьев как отношение средней высоты древостоя (H , см) к площади поперечного сечения среднего дерева в древостое ($G_{1,3}$, см²) на высоте 1,3 м от поверхности земли

$$\text{КОП} = \frac{H}{G_{1,3}}.$$

Содержание КОП заключается в характеристике величины древесного ствола, которая была обеспечена единицей площади поперечного сечения ствола. Более полувека тому назад этот показатель был предложен К.К. Высоцким [24]. Применение он получил в различных аспектах исследования насаждений и деревьев при оценке их жизненного состояния [25, 26].

По состоянию коры ствола на высоте 1,3 м от поверхности земли деревья визуально распределялись по группам: бороздчатая, плитчатая и гладкокорая (рис. 2).

Полученный материал статистически обрабатывался с применением программы Statistica 6.0. Степень изменчивости по коэффициентам вариации (C_v , %) характеризовали



Рис. 3. Общий вид культур
Fig. 3. General view of crops

с использованием шкалы, разработанной применительно к древесным растениям [27]. Анализировали корреляцию по коэффициенту (r).

Результаты и обсуждение

Создание географических культур в районе интродукции кедра — это этап организации постоянной лесосеменной базы кедр сибирского в перспективе. В.И. Некрасов [28, 29] и А.И. Ирошников [30] подчеркивали, что процесс акклиматизации растений протекает только при семенном размножении и смене поколений интродуцентов, в зависимости от наличия и качества семян местной репродукции. Индивидуальный отбор в культурах позволит получить исходный материал для лесосеменных плантаций первого порядка, а после проверки по потомству — второго порядка.

Обследованный объект представлен насаждением IV класса бонитета возрастом 38 лет (I класс возраста) на площади 0,1 га. Тип лесорастительных условий — Д₂. Учетные при оценке семеношения деревья отнесены к кате-

гории деревьев, имеющих единичное количество шишек до 10 шт. Почва — выщелоченный чернозем (рис. 3).

На момент исследований мы наблюдали ситуацию по перекрытию расчетных значений, приходящихся на одно дерево по следующим показателям: площадь проекции кроны (S_k) и площадь роста дерева (S_p) как в целом, так и по рядам от опушки вглубь насаждения (рис. 4).

Выявлена высокая степень перекрытия площадей проекции кроны в опушечном ряду (ряд 1 — 83,76 %) при ее снижении вглубь насаждения (ряд 5 — 19,1 %). По перекрытию площадей роста, за исключением размещения деревьев в 3-м ряду, значения показателей достаточно выровненные. Это указывает на благоприятное сочетание факторов размещения посадочного материала на площади как в междурядье (2 м) и ряду (1 м), так и при расположении рядов — с северо-востока на юго-запад.

На момент исследования густота составляла 1848 шт./га при сохранности 38,9 % по причине выпадения растений в первые 5 лет, позднее выкопке деревьев с корневой системой и вырубке деревьев в 1990-е годы (что подтверждается наличием «живых пней» и ям). Выпадение растений на начальном этапе — это закономерное явление даже в условиях создания культур на территории естественного ареала [5, 31, 32], а при его культивировании южнее границы ареала к шести годам сохраняется около 60 % высаженных сеянцев [33].

Как отмечено в лесной таксации по размерам деревьев, их распределение в одновозрастном насаждении характеризуется кривой нормального распределения, имеющей значительную асимметрию [34]. При этом указано, что деревья изменяются по диаметру ствола следующим образом: с наибольшей величиной отличается от среднего на 70 %, а с наименьшей — на 50 %. В отношении отклонения величин высот деревьев от среднего значения в сторону увеличения — 10...14 %, а снижения — 20...32 %. В данном случае получены следующие результаты: по диаметру — увеличение на 60,3 %, снижение — на 54,2 %; по высоте дерева — 31,9 и 39,6 % соответственно. Как видим, при сравнении с имеющимися результатами из литературного источника по итогам исследования наблюдаются отклонения по превышению наибольших значений по высоте дерева от среднего параметра.

По изменчивости признаков наиболее стабильными оказались диаметр ствола (20,1 %) и высота дерева (14,2 %), которые обеспечивают однородность выборки (табл. 1).

На основании изложенного выше можно свидетельствовать о хорошем протекании про-

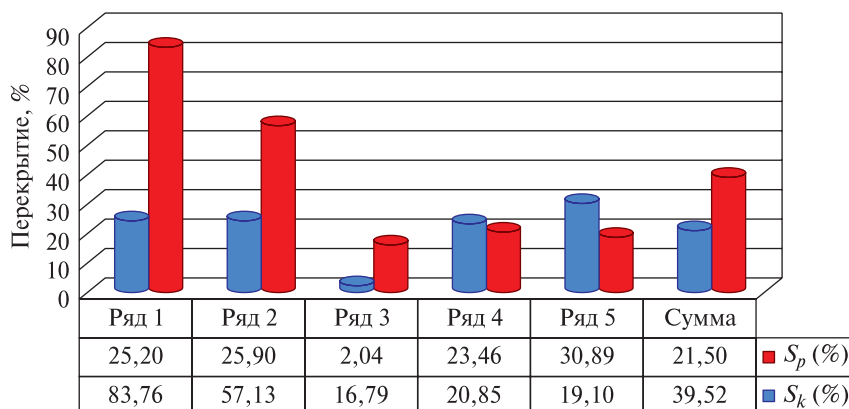


Рис. 4. Соотношение перекрытий по проекции кроны и площади роста деревьев с расчетными значениями

Fig. 4. The percentage overlaps according to the projection of the crown, the area of growth of trees with calculated values

Т а б л и ц а 1

Статистические данные по показателям на объекте

Statistical data on indicators at the facility

Показатели	Диаметр на высоте 1,3 м от поверхности земли $D_{1,3}$, см	Высота дерева H , м	Высота крепления живой ветки $h_{ж.в.}$, м	Диаметр кроны $D_{кр}$, м	Объем ствола V , м ³	Расстояние до третьего соседнего дерева (L_3), м	Площадь роста S_p , м ²	Площадь проекции кроны S_k , м ²	Комплексный оценочный показатель, см/см ²
M	13,1	9,1	3,0	2,9	0,079	2,2	6,6	6,8	7,53
m	0,22	0,11	0,12	0,06	0,003	0,06	0,33	0,29	0,284
σ	2,63	1,29	1,41	0,68	0,0346	0,68	3,86	3,32	3,31
min	6	5,5	0,15	4,8	0,23	3,7	22,82	18,1	22,37
max	21	12	6	1,3	0,0105	0,8	1,175	1,33	3,13
$t(95,0 \%)$	0,45	0,22	0,24	0,11	0,01	0,11	0,65	0,56	0,56
C_v , %	20,1	14,2	46,4	23,7	44,3	30,9	58,3	48,7	44

цессов роста и развития насаждения на момент исследований без обострения процессов дифференциации, что является положительным стечением следующих обстоятельств: плодородия почвы, густоты посадки и размещения рядов по отношению к сторонам света. Для подтверждения вывода можно привести значение показателя категории санитарного состояния насаждения — 1,3, характеризующего насаждение как здоровое.

Следует иметь в виду, что в условиях культур, где складывается иная биоценотическая обстановка по сравнению с природными популяциями, отдельные формы будут развиваться по-иному, чем в условиях жесткой конкуренции, существующей в лесных биогеоценозах. Значимость КОП при его применении для выявления особей с высокими таксационными пока-

зателями и ускоренным развитием подтверждается его корреляцией (табл. 2) со следующими показателями:

- тесная связь — диаметр ствола ($-0,88$);
- значительная связь — объем ствола ($-0,66$), площадь роста ($-0,69$), диаметр кроны ($-0,53$);
- умеренная связь — площадь проекции кроны ($-0,47$).

При этом объем ствола как показатель, кроме диаметра ствола, площади его поперечного сечения (q_i , м²) и высоты дерева, которые его определяют, тесно коррелирует с площадью роста S_p — 0,78 и значительно с площадью проекции кроны S_k — 0,55 и, соответственно, с диаметром кроны $D_{кр}$ — 0,57.

Как отмечалось, у решения как относиться, к показателю состояния коры нет единой точки зрения: считать его наследственным признаком

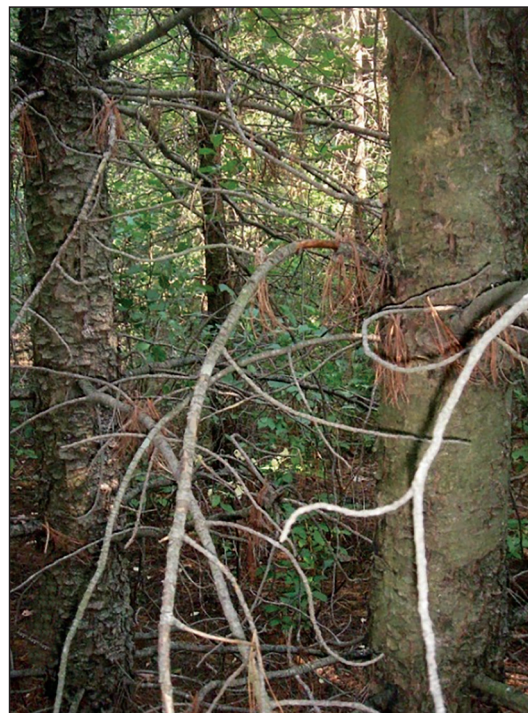
Т а б л и ц а 2

Корреляционная зависимость показателей
Correlation dependence of indicators

Показатели	Диаметр на высоте 1,3 м от поверхности земли $D_{1,3}$, см	Высота дерева H , м	Высота крепления живой ветки $h_{ж.в.}$, м	Диаметр кроны $D_{кр}$, м	Площадь сечения ствола qi , м ²	Расстояние до третьего соседнего дерева Li , м	Площадь роста S_p , м ²	Площадь проекции кроны S_k , м ²	Объем ствола V , м ³	Комплексный оценочный показатель (КОП), см/см ²
$D_{1,3}$, см	1,00									
H , м	0,41	1,00								
$h_{ж.в.}$, м	0,00	-0,05	1,00							
$D_{кр}$, м	0,63	0,44	-0,35	1,00						
qi , м ²	0,99	0,39	0,00	0,61	1,00					
Li , м	0,30	-0,11	-0,40	0,33	0,32	1,00				
S_p , м ²	0,84	0,22	-0,21	0,60	0,86	0,72	1,00			
S_k , м ²	0,59	0,41	-0,34	0,99	0,58	0,33	0,58	1,00		
V , м ³	0,88	0,54	0,00	0,57	0,90	0,27	0,78	0,55	1,00	
КОП, см/см ²	-0,88	-0,15	-0,04	-0,53	-0,82	-0,28	-0,69	-0,47	-0,66	1,00



а



б

Рис. 5. Примеры различия по состоянию коры: а — в случае с порослевым побегом; б — при размещении на площади

Fig. 5. Examples of differences in the state of the bark: а — in the case of an overgrown shoot; б — when placed on an area

Т а б л и ц а 3

**Характеристика таксационных показателей с учетом
перспективности и состояния коры**

Characteristics of taxation indicators, taking into account the prospects and condition of the bark

Феномен по коре	Диаметр на высоте 1,3 м от поверхности земли $D_{1,3}$, см	Высота дерева H , м	Высота крепления живой ветки $h_{ж.в.}$ м	Диаметр кроны $D_{кр}$, м	Объем ствола V , м ³	Расстояние до третьего соседнего дерева Li , м	Площадь роста S_p , м ²	Площадь проекции кроны S_k , м ²	Количество деревьев N		От общего итога, %
									шт.	%	
Кандидаты по развитию											
Плитчатые	15,96	9,18	3,25	3,32	0,102	2,4	10,00	9,06	26	60,5	19,1
Бороздчатые	15,71	9,18	2,91	3,11	0,113	2,8	11,23	7,87	14	32,6	10,3
Гладкокорые	16,67	9,03	2,40	3,17	0,127	2,2	10,05	7,94	3	6,9	2,2
Итого:	15,93	9,17	3,08	3,24	0,107	2,5	10,40	8,60	43	100	31,6
За исключением кандидатов											
Плитчатые	12,37	9,30	3,22	2,77	0,070	2,0	5,04	6,35	41	44,1	30,1
Бороздчатые	11,73	9,04	2,67	2,76	0,060	2,4	5,53	6,31	15	16,1	11
Гладкокорые	11,27	8,88	2,88	2,60	0,063	2,1	4,41	5,61	37	39,8	27,3
Итого:	11,83	9,09	3,00	2,70	0,066	2,1	4,87	6,05	93	100	68,4

или возрастным состоянием. Возрастное состояние (биологический возраст, физиологический возраст, возраст) определяется как физиологическое и биохимическое состояние индивида, отражающее определенный этап онтогенеза. Это — период индивидуального развития. Все особи в популяции остаются в соответствующем возрастном состоянии в течение определенного периода времени, т. е. растения одного и того же календарного возраста могут находиться в разных возрастных состояниях. Особи с одинаковым возрастным статусом функционально схожи, и возрастной статус, а не абсолютный возраст, обычно отражает ее биологическую роль в популяции и в ценозе [35]. Так на рис. 5 видны различия по состоянию коры как в случае с порослевым побегом — стволом (гладкокорая) и его основным стволом (бороздчатая) (см. рис. 5, а), так и при размещении на площади (см. рис. 5, б) (на переднем плане — гладкокорая, за ней — плитчатая).

С применением КОП для определения перспективности развития насаждения выделены две группы деревьев: 1) кандидаты по развитию; 2) за исключением кандидатов (табл. 3).

В соответствии с данными табл. 3 среди кандидатов по развитию самой многочисленной оказалась группа из деревьев с плитчатой корой (60,5 %), а самой малочисленной — группа из

деревьев с гладкой корой (6,9 %). К кандидатам по развитию в целом можно отнести 31,6 % всех наблюдаемых деревьев. Из остального количества деревьев (68,4 %), за исключением кандидатов, к самой малочисленной группе относятся деревья с бороздчатой корой (16,1 %). Показатели, по которым выделяется группа деревьев — кандидатов по развитию — это диаметр ствола $D_{1,3}$, диаметр кроны $D_{кр}$ с соответствующей площадью проекции кроны S_k , площадью роста S_p и объемом ствола V . Превышения показателей у этой группы деревьев по отношению к остальным деревьям по указанным показателям составили:

- по диаметру ствола — 34,7 %;
- по диаметру кроны — 20 %;
- по площади проекции кроны — 42,1 %;
- площади роста — 113,6 %;
- объему ствола — 62,1 %.

Не наблюдалось существенных различий по остальным таксационным показателям: высоте дерева H , высоте прикрепления живой ветки $h_{ж.в.}$, расстоянию до третьего соседнего дерева Li .

Весьма интересным следует считать соотношение между группами деревьев как по морфологическим признакам (многовершинности, наличию лишайника), так и показателям, характеризующим генеративную сферу развития (мужскому цветению, семеноношению) (рис. 6).

Т а б л и ц а 4

Характеристика многовершинности, наличия лишайника и показателей репродуктивной сферы с учетом перспективности и состояния коры
Characteristics of multi-toppedness, the presence of lichen and indicators of the reproductive sphere, considering the prospects and condition of the bark

Феномен по коре	Комплексный оценочный показатель, см/см²	Многовершинность		Семеношение		Мужское цветение		Наличие лишайника	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Кандидаты по развитию									
Плитчатые	4,62	6	85,7	21	56,8	12	2,2	5	5,7
Бороздчатые	4,83	1	14,3	13	35,1	11	7,8	7	0,0
Гладкокорые	4,17	–	–	3	8,1	–	–	2	4,3
Итого:	4,66	7	100	37	100	23	100	14	100
За исключением кандидатов									
Плитчатые	8,13	7	43,7	18	40,0	10	55,6	8	4,4
Бороздчатые	8,58	2	12,6	7	15,6	5	27,8	3	6,7
Гладкокорые	9,79	7	43,7	20	44,4	3	16,6	7	38,9
Итого:	8,86	16	100	45	100	18	100	18	100

Т а б л и ц а 5

Характеристика групп деревьев по состоянию коры с учетом комплексного оценочного показателя
Characteristics of tree groups by bark condition considering a comprehensive assessment indicator

Феномен по коре	Диаметр на высоте 1,3 м от поверхности земли $D_{1,3}$, см	Высота дерева H , м	Высота крепления живой ветки $h_{ж.в.}$, м	Диаметр кроны $D_{кр}$, м	Объем ствола V , м ³	Расстояние до третьего соседнего дерева Li , м	Площадь роста S_p , м ²	Площадь проекции кроны S_k , м ²	Комплексный оценочный показатель, см/см ²	Количество деревьев N	
										шт.	%
Плитчатые	13,76	9,26	3,23	2,99	0,083	2,12	6,97	7,41	6,77	67	49,3
Бороздчатые	13,66	9,11	2,79	2,93	0,085	2,56	8,28	7,06	6,77	29	21,3
Гладкокорые	11,68	8,89	2,85	2,64	0,068	2,07	4,83	5,78	9,37	40	29,4
Итого:	13,13	9,12	3,04	2,87	0,079	2,20	6,62	6,82	7,53	136	100

Данные табл. 4 позволяют установить следующие соотношения между показателями групп деревьев — кандидатов по развитию и оставшейся части (%):

- по многовершинности — 30,4/69,6;
- семеношению — 45,1/54,9;
- мужскому цветению — 56,1/43,9;
- наличию лишайника — 43,8/56,2.

За исключением признака мужского цветения, группа деревьев — кандидатов по развитию находится в меньшинстве. Это подчеркивает тот факт, что насаждение еще только находится в начале генеративной фазы развития по возрасту и состоянию.

По значениям КОП среди групп феномена по коре (табл. 5) наблюдаем высокий показатель у гладкокорых деревьев (9,37 см/см²), что связано с их отставанием в развитии по времени. Также этим деревьям в целом свойственны заниженные значения практически всех показателей. От общего количества деревьев эта группа составляет 29,4 %, что следует учитывать при проведении рубок ухода в перспективе. Остальные деревья двух групп: плитчатые и бороздчатые не сильно разнятся между собой по показателям. Учитывая значение показателя расстояния до третьего соседнего дерева в группах с учетом феномена по коре, можно сказать

Т а б л и ц а 6

Характеристика групп деревьев по состоянию коры с учетом показателей генеративной сферы, многовершинности, наличия лишайника

Characteristics of tree groups by bark condition, taking into account indicators of the generative sphere, multi-peakedness, and the presence of lichen

Феномен по коре	Многовершинность, шт.	Семеношение, шт.	Мужское цветение, шт.	Наличие лишайника, шт.
Плитчатые	0,19	0,58	0,33	0,19
Бороздчатые	0,1	0,69	0,55	0,34
Гладкокорые	0,18	0,58	0,08	0,23
Итого:	0,18	0,6	0,3	0,24

об отсутствии влияния такового на проявления состояния коры у деревьев.

По соотношению количества деревьев в группах (плитчатые — 49,3 %, бороздчатые — 21,3 % и гладкокорые — 29,4 %) ситуация иная по сравнению с той, что отмечена в работе Н.А. Луганского [13]. Он указал соотношение деревьев с груботрещиноватой корой и чешуйчатотрещиноватых (с учетом бонитета кедровников на Урале в возрасте около 200 лет с участием кедра) — не менее 30 %, которое варьирует от 50 : 50 (Va бонитет) до 86 : 14 (II бонитет). В данном случае к деревьям с груботрещиноватой корой относится группа с бороздчатой корой (21,3 %). Бесспорно, наблюдаемое различие значений связано с возрастом объектов и, как следствие, ожидаемой (объект исследований) и прошедшей (объект из источника) дифференциациями деревьев.

Исходя из данных табл. 6, при пересчете показателей на одно дерево наблюдается практически отсутствие особей с мужским цветением среди гладкокорых деревьев, что подчеркивает заторможенность их развития.

При этом по количеству особей среди деревьев с несколькими вершинами особи с бороздчатой корой самые малочисленные, но по остальным показателям отличаются от средней величины общего итога по группам деревьев превышением на 15 % — по семеношению, на 83 % — по мужскому цветению и на 41,6 % — по наличию лишайника (см. табл. 6). Отличие группы деревьев с бороздчатой корой по наличию лишайника связано с глубокими бороздами для заселения и развития лишайника (см. рис. 6, б).



а



б

Рис. 6. Микростробилы кедра сибирского в культурах (а); лишайник на стволе дерева (б)

Fig. 6. Microstrobos of Siberian cedar in cultures (a); lichen on the trunk of a tree (b)

Выводы

Полученные результаты на момент исследования выявили ход протекания процессов роста и развития насаждения без обострения процесса дифференциации, что является результатом

положительного стечения следующих обстоятельств: плодородия почвы, густоты посадки и размещение рядов по отношению к сторонам света. По изменчивости таксационных признаков (C_v , %) стабильными оказались как диаметр ствола (20,1 %), так и высота дерева (14,2 %) при величине показателя категории санитарного состояния насаждения — I,3, характеризующее насаждение как здоровое.

Установленная многоплановость морфологических характеристик состояния коры кедр сибирского определяется внутренними свойствами организма, так как среди особей одного возрастного состояния в культурах не абсолютный возраст, а возрастное состояние отражает их биологическое значение. С целью выявления жизненного состояния деревьев с учетом феномена коры примененный комплексный оценочный показатель позволил выявить отставание в развитии по времени группы гладкокорых деревьев (9,37 см/см²), что наряду с ним подтверждают заниженные величины всех других показателей. Также указано, что при пересчете показателей на одно дерево наблюдается практически отсутствие особей с мужским цветением среди гладкокорых деревьев.

Значимость самого комплексного оценочного показателя подтверждена его корреляционной связью со многими показателями. Показано, что при определении перспективности развития насаждения среди кандидатов по развитию самой многочисленной оказалась группа из деревьев с плитчатой корой (60,5 %), а самой малочисленной — группа из деревьев с гладкой корой (6,9 %). К кандидатам по развитию в целом можно отнести 31,6 % от всех наблюдаемых деревьев. Превышения этой группы деревьев над остальными деревьями по следующим показателям составили: диаметру ствола — 34,7 %, диаметру кроны — 20 %, площади проекции кроны — 42,1 %, площади роста — 113,6 % и объему ствола — 62,1 %.

Рекомендуется в перспективе при индивидуальном отборе деревьев применять комплексный оценочный показатель и учитывать при селекционном уходе состояние коры дерева, где из гладкокорой группы деревьев намечаются особи для удаления.

Список литературы

- [1] Бобров Е.Г. Лесообразующие хвойные СССР. Л.: Наука, 1978. 190 с.
- [2] Крылов Г.В., Таланцев Н.К., Казакова Н.Ф. Кедр. М.: Лесная пром-сть, 1983. 216 с.
- [3] Непомилуева Н.И. Кедр сибирский на северо-востоке европейской части СССР. Л.: Наука, 1974. 184 с.
- [4] Смолоногов Е.П. Географическая дифференциация урало-западно-сибирских кедровников // Проблемы кедр. Томск: Изд-во Томского научного центра СО АН СССР, 1990. Вып. 3. С. 28–35.
- [5] Григорьев А.И. Некоторые итоги интродукции кедр сибирского в южной лесостепи Омской области // Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1981. 126 с.
- [6] Зайков Г.И. Опыт создания культур кедр в сибирской лесостепи // Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1981. 126 с.
- [7] Калущий К.К., Болотов Н.А. Биологические особенности лесной интродукции // Лесная интродукция. Воронеж: Изд-во Центрального научно-исследовательского института лесной генетики и селекции, 1983. С. 4–14.
- [8] Шайхразиев Ш.Ш., Мухаметшина А.Р., Глушко С.Г. К проблеме устойчивости лиственных лесов, произрастающих в условиях республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2018. Т. 13. № 3 (50). С. 60–64.
- [9] Левин С.В. Адаптационные особенности сосны кедровой сибирской в условиях Воронежской области // Эколого-биологическое благополучие растительного и животного мира: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Благовещенск, 23 сентября 2020 г. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2020. С. 23–25.
- [10] Левин С.В. Экологические особенности кедр сибирского в условиях интродукции на территории Воронежской области // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы VI Всерос. науч.-техн. конф., Санкт-Петербург, 24–26 мая 2023 г. СПб.: Изд-во СПбГЛТУ, 2021. Т. 1. С. 253–256.
- [11] Титов Е.В. Платационное лесовыращивание кедровых сосен. Воронеж: Изд-во ВГЛТА, 2004. 165 с.
- [12] Правдин Л.Ф. Селекция и семеноводство кедр сибирского // Плодоношение кедр сибирского в Восточной Сибири: сб. тр. Ин-та леса и древесины, 1963. С. 5–21.
- [13] Луганский Н.А., Абрамова Л.П., Залесов С.В., Павлов А.Н. Рубки ухода в кедровых лесах с применением селекционного метода // ИзВУЗ Лесной журнал, 2008. № 4. С. 7–12.
- [14] Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М.: Наука, 1973. 284 с.
- [15] Семечкин И.В., Поликарпов Н.П., Ирошников А.И. Кедровые леса Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. 257 с.
- [16] Думанский А.В., Ишлинский А.Ю. О закономерностях растрескивания коры деревьев // Докл. АН СССР, 1952. Т. 84. № 1. С. 25–33.
- [17] Ирошников А.И. Изменчивость некоторых морфологических признаков и эколого-физиологических свойств кедр сибирского // Селекция древесных пород в Восточной Сибири. М.: Акад. науч.-издательский центр РАН, Наука, 1964. С. 44–57.
- [18] Луганский Н.А. Внутривидовая изменчивость кедр сибирского: дис. ... канд. с.-х. наук: Свердловск, 1961. 282 с.
- [19] Ильичев Ю.Н. Селекция кедр сибирского на смолопродуктивность. Новосибирск: Наука, 1999. 144 с.
- [20] Ирошников А.И., Твеленев М.В. Изучение генофонда, интродукции и селекции кедровых сосен // Лесоведение, 2001. № 4. С. 62–68.

- [21] Дроздов И.И., Янгутлов А.И. Методические рекомендации по изучению лесных культур интродуцированных лесных пород. М.: ВАСХНИЛ, 1984. 41 с.
- [22] Ушаков М.И., Капралов А.В., Денек В.Н., Григорьева А.В., Фомин В.В., Попов А.С. Лесосеменное дело. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2018. Ч. II. 28 с.
- [23] Нагимов З.Я. Оценка методов определения площадей роста деревьев // Леса Урала и хозяйство в них, 1999. Вып. 19. С. 82–98.
- [24] Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. 177 с.
- [25] Данчева А.В., Залесов С.В. Использование комплексного оценочного показателя при оценке состояния сосняков государственного лесного природного резервата «Семей Орманы» // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2016. Вып. 215. С. 41–54.
DOI: 10.21266/2079-4304. 2016. 215.41-54
- [26] Шевелев С.Л., Шолохова М.Ю., Михайлов П.В., Красиков И.И., Чумаков Р.А. Особенности использования комплексного оценочного показателя при характеристике формирования древостоев лиственницы сибирской // Хвойные бореальной зоны, 2019. Т. XXXVII. № 1. С. 61–67.
- [27] 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.
- [28] Некрасов В.И. Принципы создания семенных плантаций интродуцированных древесных пород // Лесное хозяйство, 1978. № 2. С. 64–66.
- [29] Некрасов В.И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений. М.: Наука, 1980. 102 с.
- [30] 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.
- [31] Дроздов И.И. Культуры хвойных интродуцентов. М.: МЛТИ, 1987. 91 с.
- [32] Лоскутов Р.И. Искусственное восстановление кедра сибирского. М.: Лесная пром-сть, 1971. 105 с.
- [33] Бех И.А., Таран И.В. Сибирское чудо-дерево. Новосибирск: Наука, 1979. 126 с.
- [34] Анучин Н.П. Лесная таксация. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. 532 с.
- [35] Федорук А.Т. Краткий курс лекций по экологии. Экология. Минск: Вышэйша школа, 2010. 462 с.

Сведения об авторе

Левин Сергей Валерьевич — канд. с.-х. наук, науч. сотр. отдела опытных испытаний, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии» (ВНИИЛГИСбиотех), leslesovik63@yandex.ru

Поступила в редакцию 20.09.2024.

Одобрено после рецензирования 27.01.2025.

Принята к публикации 07.04.2025.

MORPHOLOGICAL CHARACTER VARIABILITY OF SIBERIAN STONE PINE (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR.) BARK CONDITION DURING ITS INTRODUCTION IN FOREST-STEPPE CONDITIONS WITHIN VORONEZH REGION

S.V. Levin

All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, 105, Lomonosov st., 394087, Voronezh, Russia

leslesovik63@yandex.ru

The research data on the introduction of Siberian cedar in the conditions in the Voronezh forest-steppe region are presented. The complete correspondence of the life processes to the conditions of introduction has been determined, namely forest plantation density, orientation to the cardinal directions and soil fertility. It has been established that among individual trees of the same age state in cultures, the age state reveals their biological role but not the absolute age, which reflects the phenomenon of the bark state. According to the values of the complex evaluation index (CPC), among the groups of the phenomenon in the bark, the highest was found in smooth-barked trees (9,37 cm/cm²), which is due to their lag in development over time and is confirmed by underestimated indicators of all taxation indicators values. It was found that when determining the prospects for the development of a plantation, among the candidates for development, the most numerous was a group of trees with a platy bark (60,5 %), and the smallest was a group of trees with smooth bark (6,9 %). In general, 31,6 % of all observed trees can be attributed to candidates for development. According to the indicators that distinguish the group of candidate trees for development: trunk diameter ($D_{1,3}$), crown diameter (D_{cr}) with the corresponding crown projection area (S_k), growth (S_p) and trunk volume (V), the excess over the rest of the trees was: 34,7; 20; 42,1; 113,6 and 62,1 %, respectively. Attention is drawn to the fact that when recalculating the indicators for one tree, there is practically no individuals with male flowering among smooth-barked trees. It is recommended that in the future, when selecting trees individually, a complex evaluation index should be applied and the bark condition of the tree should be considered during selection care, where individuals for removal are selected from the smooth-barked group of trees.

Keywords: Siberian cedar, introduction, crops, taxation indicators, variability, complex assessment indicator, phenomenon of bark condition

Suggested citation: Levin S.V. *O proyavlenii izmenchivosti morfologicheskogo priznaka sostoyaniya kory kedra sibirskogo (Pinus sibirica du Tour.) pri ego introduksii v usloviyakh lesostepi v predelakh Voronezhskoy oblasti* [Morphological character variability of Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour.) bark condition during its introduction in forest-steppe conditions within Voronezh region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2025, vol. 29, no. 4, pp. 64–78. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-4-64-78

References

- [1] Bobrov Ye.G. *Lesoobrazuyushchiye khvoynnye SSSR* [Forest forming conifers of the USSR]. Leningrad: Nauka, 1978, 190 p.
- [2] Krylov G.V., Talantsev N.K., Kazakova N.F. *Kedr* [Cedar]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forest Industry], 1983, 216 p.
- [3] Nepomiluyeva N.I. *Kedr sibirskiy na severo-vostoke yevropeyskoy chasti SSSR* [Siberian cedar in the north-east of the European part of the USSR]. Leningrad: Nauka, 1974, 184 p.
- [4] Smolonogov Ye.P. *Geograficheskaya differentsiatsiya uralo-zapadno-sibirskikh kedrovnikov* [Geographical differentiation of Ural-West Siberian cedar forests]. Problemy kedra: sb. nauch. tr. [Problems of Cedar: Collection of scientific works]. Tomsk: Tomsk Scientific Centre, Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, 1990, no. 3, pp. 28–35
- [5] Grigor'yev A.I. *Nekotoryye itogi introduksii kedra sibirskogo v yuzhnoy lesostepi Omskoy oblasti* [Some results of introduction of Siberian cedar in the southern forest-steppe of Omsk region]. *Vosproizvodstvo kedrovnykh lesov na Urale i v Zapadnoy Sibiri* [Reproduction of cedar forests in the Urals and Western Siberia: collection of scientific papers]. Sverdlovsk: UNC AS USSR, 1981, 126 p.
- [6] Zaykov G.I. *Opyt sozdaniya kul'tur kedra v sibirskoy lesostepi* [Experience of creation of cedar cultures in Siberian forest-steppe] *Vosproizvodstvo kedrovnykh lesov na Urale i v Zapadnoy Sibiri*. Sverdlovsk: UNTS AN SSSR [Reproduction of cedar forests in the Urals and Western Siberia. Collection of articles]. Sverdlovsk: UNC AS USSR, 1981, 126 p.
- [7] Kalutskiy K.K., Bolotov N.A. *Biologicheskiye osobennosti lesnoy introduksii* [Biological features of forest introduction]. *Lesnaya introduksiya* [Forest introduction]. Voronezh, 1983, pp. 4–14.
- [8] Shaykhraziyev SH.SH., Mukhametshina A.R., Glushko S.G. *K probleme ustoychivosti listvennichnykh lesov, proizrastayushchikh v usloviyakh respublik tatarstan* [On the problem of sustainability of larch forests growing in the conditions of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Kazan State Agrarian University], 2018, v. 13, no. 3 (50), pp. 60–64.

- [9] Levin S.V. *Adaptatsionnyye osobennosti sosny kedrovoy sibirskoy v usloviyakh Voronezhskoy oblasti* [Adaptation features of Siberian pine in conditions of Voronezh region]. *Ekologo-biologicheskoye blagopoluchiye rastitel'nogo i zhivotnogo mira: tez. dokl. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Ecological and biological well-being of flora and fauna. Matls of Intern. scientific practical conf.]. Blagoveshchensk: DalGAU, 2020, pp. 23–25.
- [10] Levin S.V. *Ekologicheskiye osobennosti kedra sibirskogo v usloviyakh introduksii na territorii Voronezhskoy oblasti* [Ecological features of Siberian cedar in conditions of introduction on the territory of Voronezh region]. *Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovaniye. Mat-ly VI Vserossiyskoy nauchno-tekhn. konf.*, [Forests of Russia: politics, industry, science, education. Proceedings of the VI All-Russian scientific and technical conf.]. St. Petersburg, May 24–26, 2023 St. Petersburg: SPbGLTU, 2021, v. 1, pp. 253–256.
- [11] Titov Ye.V. *Plantatsionnoye lesovyrashchivaniye kedrovyykh sosen* [Plantation silviculture of cedar pines]. Voronezh: Voronezh State Forestry Academy, 2004, 165 p.
- [12] Pravdin L.F. *Selektsiya i semenovodstvo kedra sibirskogo* [Selection and seed production of Siberian cedar]. *Plodonosheniye kedra sibirskogo v Vostochnoy Sibiri: sb. tr. In-ta lesa i drevesiny* [Fruit bearing of Siberian cedar in Eastern Siberia: collection of works of the Institute of Forest and Wood], 1963, pp. 5–21.
- [13] Luganskiy N.A., Abramova L.P., Zalesov S.V., Pavlov A.N. *Rubki ukhoda v kedrovyykh lesakh s primeneniye selektsionnogo metoda* [Thinning in cedar forests with the use of selection method]. *Russian Forest Journal*, 2008, no. 4, pp. 7–12.
- [14] Mamayev S.A. *Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy (na primere semeystva Pinaceae na Urale)* [Forms of intraspecific variability of woody plants (on the example of the Pinaceae family in the Urals)]. Moscow: Nauka, 1973, 284 p.
- [15] Semechkin I.V., Polikarpov N.P., Iroshnikov A.I. *Kedrovyye lesa Sibiri* [Cedar forests of Siberia]. Novosibirsk, Nauka, 1985, 257 p.
- [16] Dumanskiy A.V., Ishlinskiy A.YU. *O zakonornostyakh rastreskivaniya kory derev'ye* [On regularities of cracking of tree bark]. *Doklady AN SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences], Moscow, 1952, v. 84, no. 1, pp. 25–33.
- [17] Iroshnikov A.I. *Izmenchivost' nekotorykh morfologicheskikh priznakov i ekologo-fiziologicheskikh svoystv kedra sibirskogo* [Variability of some morphological traits and ecological-physiological properties of Siberian cedar]. *Selektsiya drevesnykh porod v Vostochnoy Sibiri* [Selection of tree species in Eastern Siberia. Collection of articles]. Moscow: Acad. scientific publishing centre of the Russian Academy of Sciences, Nauka, 1964, pp. 44–57.
- [18] Luganskiy N.A. *Vnutrividovaya izmenchivost' kedra sibirskogo* [Intraspecific variability of Siberian cedar]. Diss Cand. Sci. (Agric.). Sverdlovsk, 1961, 282 p.
- [19] Il'ichev YU.N. *Selektsiya kedra sibirskogo na smoloproduktivnost'* [Selection of Siberian cedar on resin productivity]. Novosibirsk: Nauka. Sib. enterprise RAS, 1999, 144 p.
- [20] Iroshnikov A.I., Tvelenev M.V. *Izucheniye genofonda, introduksii i seleksii kedrovyykh sosen* [Study of gene pool, introduction and selection of cedar pines]. *Lesovedeniye* [Forest Science], 2001, no. 4, pp. 62–68.
- [21] Drozdov I.I., Yangurov A.I. *Metodicheskie rekomendatsii po izucheniyu lesnykh kul'tur introducirovannykh lesnykh porod*. [Methodical recommendations for the study of forest cultures of introduced forest species]. Moscow: VASKHNIL, 1984, 41 p.
- [22] Ushakov M.I., Kapralov A.V., Deneko V.N., Grigorieva A.V., Fomin V.V., Popov A.S. *Lesosemennoye delo* [Forest seed business]. Yekaterinburg: UGLTU, 2018, Part II, 28 p.
- [23] Nagimov Z.YA. *Otsenka metodov opredeleniya ploshchadey rosta derev'ye* [Evaluation of methods for determining the areas of tree growth]. *Lesa Urala i khozyaystvo v nikh* [Ural forests and management in them], 1999, v. 19, pp. 82–98.
- [24] Vysotskiy K.K. *Zakonornosti stroyeniya smeshannykh drevostoyev* [Laws of the structure of mixed stands]. Moscow: Goslesbumizdat, 1962, 177 p.
- [25] Dancheva A.V., Zalesov S.V. *Ispol'zovaniye kompleksnogo otsenoch'nogo pokazatelya pri otsenke sostoyaniya sosnyakov gosudarstvennogo lesnogo prirodnogo rezervata «Semei Ormany»* [Use of complex evaluation indicator in assessing the state of pine forests of the state forest nature reserve «Semei Ormani»]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Proceedings of the St. Petersburg Forestry], 2016, no. 215, pp. 41–54. DOI: 10.21266/2079-4304.2016.215.41-54
- [26] Shevelev S.L., Sholokhova M.YU., Mikhaylov P.V., Krasikov I.I., Chumakov R.A. *Osobennosti ispol'zovaniya kompleksnogo otsenoch'nogo pokazatelya pri kharakteristike formirovaniya drevostoyev listvennitsy sibirskoy* [Peculiarities of the use of complex evaluation index in characterising the formation of stands of Siberian larch]. *Khvoynyye boreal'noy zony* [Conifers of the boreal zone], 2019, v. XXXVII, no. 1, pp. 61–67.
- [27] Mamayev S.A. *Vnutrividovaya izmenchivost' i problema introduksii drevesnykh rasteniy* [Intraspecific variability and the problem of introduction of woody plants]. *Uspekhi introduksii rasteniy: Sb. nauch. tr., posvyashchennyy 75-letiyu so dnya rozhdeniya akademika N.V. Tsitsina* [Successes of plant introduction: Collection of scientific works devoted to the 75th anniversary of the birth of Academician N.V. Tsitsin]. Moscow: Nauka, 1973, pp. 128–140.
- [28] Nekrasov V.I. *Printsipy sozdaniya semennykh plantatsiy introdutsirovannykh drevesnykh porod* [Principles of creation of seed plantations of introduced tree species]. *Lesnoye khozyaystvo* [Forestry], 1978, no. 2, pp. 64–66.
- [29] Nekrasov V.I. *Aktual'nyye voprosy razvitiya teorii akklimatizatsii rasteniy* [Actual questions of development of the theory of acclimatisation of plants]. Moscow: Nauka, 1980, 102p.
- [30] Iroshnikov A.I. *Problemy izucheniya i okhrany genofonda kedrovyykh sosen i ikh seleksii* [Problems of studying and protecting the gene pool of cedar pines and their selection]. *Kedrovo-shirokolistvennyye lesa Dal'nego Vostoka. Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii* [Cedar–broadleaf forests of the Far East. Materials of the International Conference]. USA, Portland, 2000, pp. 2–113.

- [31] Drozdov I.I. *Kul'tury khvoynykh introdutsentov* [Cultures of coniferous introduced species]. Moscow: MLTI, 1987, 91 p.
- [32] Loskutov R.I. *Iskusstvennoye vosstanovleniye kedra sibirskogo* [Artificial restoration of Siberian cedar]. Moscow: Forestry industry, 1971, 105 p.
- [33] Bekh I.A., Taran I.V. *Sibirskoye chudo – derevo* [Siberian miracle – tree]. Novosibirsk: Nauka, 1979, 126 p.
- [34] Anuchin N.P. *Lesnaya taksaciya* [Forest taxation]. Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1952, 532 p.
- [35] Fedoruk A.T. *Kratkiy kurs lektsiy po ekologii. Ekologiya* [Short course of lectures on ecology. Ecology]. Minsk: Vysheyschaya shkola, 2010, 462 p.

Author's information

Levin Sergey Valer'evich — Cand. Sci. (Agriculture), Researcher of the Experimental Testing Department of the All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, leslesovik63@yandex.ru

Received 20.09.2024.

Approved after review 27.01.2025.

Accepted for publication 07.04.2025.