

УДК 630*181.65+631.524.82/84+582.475.2

DOI: 10.25686/2306-2827.2019.2.41

ВЛИЯНИЕ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ НА РОСТ И ПЛОДОНОШЕНИЕ МОЛОДЫХ ГЕНЕРАТИВНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ПРИПОСЕЛКОВОГО КЕДРОВНИКА НА ЮГЕ ТАЁЖНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С. Н. Велисевич

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
Российская Федерация, 634055, Томск, пр. Академический, 10/3
E-mail: s_n_velisevich@mail.ru

На примере типичного для южнотаёжной зоны Западной Сибири припоселкового кедровника (Томская обл.), расположенного на территории с неоднородными лесорастительными условиями, проанализирован рост и плодоношение молодых генеративных деревьев кедровника с целью оценки перспективы дальнейшего развития кедровника. Установлено, что деревья, произрастающие на более сухой почве террасы, уступают по росту и плодоношению деревьям, растущим в долине реки на более влажной почве. Сделан вывод о большей перспективности долинного местообитания для формирования устойчивого кедрового насаждения, которое на юге ареала представляет собой оптимальные лесорастительные условия для кедровника сибирского.

Ключевые слова: кедр сибирский; *Pinus sibirica* Du Tour; припоселковый кедровник; рост; плодоношение; лесорастительные условия.

Введение. Создание «окультуренных» лесов вблизи населённых пунктов широко распространено в мировой лесохозяйственной практике. Несмотря на большое их количество, особенно в Европе, понятие «припоселковые кедровники» является чисто сибирским феноменом, в том числе с точки зрения их формирования и развития [1–6].

Припоселковые кедровники сохранились на территории многих областей Западной Сибири, однако наиболее крупные массивы, общей площадью около 8,8 тыс. га, расположены на юге Томской области [7, 8]. Эта территория представляет собой зону доминирования светлохвойных и лиственных лесов, где на террасах и водораздельных плато сосна, берёза и осина являются эдификаторами, образующими чистые и смешанные леса. В их составе

повсеместно встречается кедр сибирский, однако доминирующего положения в древостое он не занимает, поскольку здесь проходит южная граница его равнинной части ареала [9].

Кроме антропогенного происхождения припоселковые кедровники отличаются нетипичными для южнотаёжной зоны Западной Сибири условиями произрастания кедровника на более сухих высоких террасах рек. О несоответствии занимаемых территорий исторически сложившимся экологическим требованиям свидетельствует и тот факт, что возрастная деградация большинства припоселковых кедровников начинается в 120–160 лет, в то время как в коренных кедровниках средней подзоны тайги Западной Сибири возраст физической спелости достигается лишь к 280 годам [10].

© Велисевич С. Н., 2019.

Для цитирования: Велисевич С. Н. Влияние лесорастительных условий на рост и плодоношение молодых генеративных деревьев припоселкового кедровника на юге таёжной зоны Западной Сибири // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2019. № 2 (42). С. 41–51. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.2.41

Более характерными для южнотаёжной подзоны являются кедровники, расположенные в долинах небольших водораздельных рек [11, 12]. Известно также, что максимальную продуктивность этот вид демонстрирует в достаточно сырых зеленомошных типах леса на плоских заболоченных водоразделах [13]. Потребность во влажной почве и способность к формированию поверхностной корневой системы позволяет отнести этот вид к влаголюбивым и хорошо приспособленным к переувлажнённым местообитаниям [9].

Как показали результаты инвентаризации¹ припоселковых кедровников юга Томской области, практически во всех из них отсутствует удовлетворительное возобновление, снижаются темпы роста и семенная продуктивность деревьев, отмечено массовое поражение стволовой гнилью и энтомофагами [14, 15]. У большинства припоселковых кедровников возрастная структура очень проста – они представлены одним, в лучшем случае двумя поколениями кедровника, поскольку этот вид плохо возобновляется под материнским пологом и уступает в конкуренции еловому и пихтовому подросту [2, 16–18]. Поэтому в тех припоселковых кедровниках, где имеется второе поколение, весьма важен анализ его ростового и репродуктивного потенциала для прогноза перспектив развития всего насаждения.

Учитывая, что основной целью создания припоселковых кедровников являлось получение урожая семян, основное внимание предшествующих исследований было направлено на изучение репродукции деревьев кедровника основного поколения² [11, 19–23]. Специального анализа роста и

репродукции их семенного потомства ранее не проводилось. Не рассматривалось также влияние влажности почвы и особенностей расположения деревьев (долинное или террасное) на процесс формирования последующих поколений в припоселковых кедровниках.

Цель настоящего исследования – на примере типичного для южнотаёжной зоны Западной Сибири припоселкового кедровника, расположенного на территории с неоднородными лесорастительными условиями, рассмотреть рост и плодоношение молодых генеративных деревьев кедровника второго поколения и оценить перспективу дальнейшего развития кедровника.

Объекты и методы исследования. Район исследования – север Обь-Томского междуречья (56°29' с.ш., 84°36' в.д.; 100–110 м над ур. м.). В качестве объектов исследования были отобраны две экологические группы молодых генеративных деревьев, средний возраст которых одинаков и составил 84 года. Модельные деревья представляют собой потомство старых генеративных деревьев Нижне-Сеченовского припоселкового кедровника (Тимирязевский лесхоз Томской области). Группы расположены на смежных участках с различным гидрологическим режимом почв, который обусловлен перепадом высот около 5 м.

Первая группа деревьев произрастает на первой надпойменной террасе р. Порос. Почвы участка серые лесные. Запасы продуктивной влаги в 20-сантиметровом корнеобитаемом слое в вегетационный период (апрель–сентябрь) составляют в среднем 24 мм, содержание доступного азота варьирует в пределах 86–94 мг/100 г, подвижного фосфора – 8,8–11,9 мг/100 г. Тип леса – кедровник разнотравный, III класс бонитета, полнота 0,5. Состав насаждения первого яруса – 5К3П2Е+Б, второго – 4К4П2Е. Отобранные для работы модельные деревья развивались преимущественно в «окнах» при отсутствии выраженного фитоценологического стресса, вызванного наличием в первом ярусе ста-

¹ Паспортизация припоселковых кедровников как памятников природы Томской области / А. Г. Дюкарев, И. А. Бех, С. А. Кривец и др. // Отчет о научно-исследовательской работе. Томск: ОГУ Облкомприрода, 2006. 69 с.

² Рекомендации по выявлению площадей перспективных кедровников в таежных лесах Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1989. 30 с.

рых генеративных деревьев (180–200 лет) и конкуренцией с соседними темнохвойными породами в первом и втором ярусе. Пробная площадь – 1,5 га, расположена в наиболее характерном участке кедровника и представлена широкой полосой от заболоченной поймы р. Порос до пашни на месте бывшего села. Подлесок состоит из акации жёлтой (*Caragana arborescens* L.), спиреи дубровколистной (*Spiraea chamaedrifolia* L.), черёмухи обыкновенной (*Padus racemosa* Gilib.), жимолости татарской (*Lonicera tatarica* L.), калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.), крушины ломкой (*Frangula alnus* Mill.), малины лесной (*Rubus idaeus* L.), рябины сибирской (*Sorbus sibirica* Hedl.), свидины белой (*Cornus alba* L.), смородины щетинистой (*Ribes spicatum* E. Robson). В напочвенном покрове преобладают: скерда сибирская (*Crepis sibirica* L.), борец северный (*Aconitum septentrionale* Koelle), герань лесная (*Geranium sylvaticum* L.), княжик сибирский (*Atragene sibirica* L.), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), голокучник трехраздельный (*Gymnocarpium dryopteris* L.), кислица заячья (*Oxalis acetosella* L.). Моховой покров отсутствует. По шкале увлажнения [24] данный тип местообитания определяется как свежелуговой, по шкале богатства и засоления почвы – как мезотрофный.

Деревья второй группы располагались полосой (1,2 га) в долине реки, в низинном болоте. Микрорельеф участка представлен сочетанием приподнятых куртин и микропонижений, в которых иногда до конца мая стоит вода. Маломощность почвенного слоя компенсируется привнесением со стороны террасы почвенных растворов, илестых частиц и элементов минерального питания, поэтому содержание доступного для растений азота в корнеобитаемом слое достаточно велико и варьирует в пределах 208–321 мг/100 г, подвижного фосфора – 19–24 мг/100 г. Запасы продуктивной влаги в 20-сантиметровом слое составляют в среднем 170 мм. Почвы этого участка – перегнойно-глеевые. Тип леса – кедровник травяно-

болотный, IV класса бонитета, полнота 0,5. Состав насаждения первого яруса – 5К4Е1Б, второго – 6К4Е+Б. Подлесок редкий, неравномерный, представлен смородиной чёрной (*Ribes nigrum* L.) и ивой козьей (*Salix caprea* L.). В напочвенном покрове преобладают: осока дернистая (*Carex cespitosa* L.) и осока влагалищная (*Carex vaginata* Tausch), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.), кипрей болотный (*Epilobium palustre* L.), калужница болотная (*Caltha palustris* L.), лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* L.), вахта трёхлистная (*Menyanthes trifoliata* L.), хвощ болотный (*Equisetum palustre* L.). Травяной покров занимает 50–70 % поверхности почвы, перемежаясь с пятнами кукушкина льна (*Polytrichum commune* Hedw.) и сфагновых мхов (*Sphagnum fuscum* (Schimp.) H. Klinggr.). Зелёные мхи – гилокомиум (*Hylocomium splendens* (Hedw.) и мох Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. Ex Brid.) Mitt.) встречаются только на микроповышениях. По шкале увлажнения [24] тип местообитания определяется как сыролуговой, по шкале богатства и засоления почвы – как довольно богатый.

У всех модельных деревьев на высоте 1,3 м были взяты керны для определения средней ширины кольца ксилемы ствола. Линейные приросты ствола измерялись путём подъёма исследователя в крону. Для анализа вегетативной и генеративной структуры кроны в каждой мутовке ствола выбиралась одна средняя скелетная ветвь, на которой подсчитывалось общее число побегов, отдельно учитывались побеги с микро- и макростробилами. Полученные значения признаков умножались на число эквивалентов таких скелетных ветвей в мутовке ствола, чтобы определить суммарное количество побегов в каждой мутовке, а затем и во всей кроне. Измерялась длина генеративных ярусов вдоль по стволу.

Шишки для анализа структуры урожая собраны в период с 2016 по 2018 год. Поскольку среднее число шишек в кроне анализируемых деревьев в среднем за три года наблюдений составило около 50 шт., с

каждого дерева отбирали образец 10 % из средних по размеру шишек. Отбор шишек осуществлялся на основе визуального осмотра на месте сбора. Все сбитые с одного дерева шишки раскладывались в последовательности увеличения их размера – от мелких к крупным. Для дальнейшего анализа каждый год отбирали по пять средних шишек. Итоговое значение признака качества урожая каждого модельного дерева представлено усреднённым значением по 15 шишкам (пять шишек в год, три года наблюдений). Суммарное количество проанализированных шишек на террасе составило 1 065 шт., в долине – 930.

В лабораторных условиях по стандартной методике [22] определялись размеры шишек, соотношение различных категорий чешуй, количество развитых и недоразвитых семян. Качество семян определялось методом рентгенографии³. На рентгенограмме подсчитывалось число пустых и полных семян, а также семян с недоразвитым эндоспермом. Путём взвешивания 100 полных семян определяли массу одного полного, потенциально жизнеспособного, семени.

При расчётах вариационным рядом служила вся совокупность деревьев каждой экологической группы: 71 шт. на террасе и 62 шт. в долине. Статистические различия между выборками оценивались с помощью F-теста ANOVA. Статистическая обработка проведена с помощью программы Statistica 6.0.

Результаты и их обсуждение. Сравнительный анализ структуры кроны деревьев двух местообитаний показал, что по большинству признаков, характеризующих вегетативное развитие, достоверных различий между группами не наблюдается, хотя у деревьев, растущих в долине, стволы оказались выше и толще благодаря более активному среднегодовалому ли-

нейному и радиальному росту (табл. 1). При одинаковой протяжённости кроны её площадь у деревьев в долине оказалась большей, чем на террасе. По генеративной структуре кроны – протяжённости женского и мужского ярусов, количеству женских и мужских побегов, а также числу шишек в кроне, деревья, растущие на террасе, уступали долинным.

Анализ качества урожая показал, что шишки деревьев из долины отличаются более крупными размерами (табл. 2). Если по числу фертильных чешуй существенных различий между группами не наблюдалось, то по количеству стерильных чешуй они значительны. У деревьев, растущих в долине, слегка повышена доля стерильных чешуй на дистальном и проксимальном полюсах шишки, что отрицательно сказалось на общем количестве чешуй и исходном числе семяпочек. У деревьев на террасе при меньшей доле стерильных чешуй в проксимальной и дистальной зонах достоверно выше их доля в медиальной зоне. Внешне это проявляется в различных уродствах шишек – искривлениях, перетяжках и т. д. Наличие стерильных чешуй в медиальной зоне может свидетельствовать о недоразвитии фертильных чешуй, а также о различных нарушениях в ходе опыления и оплодотворения семяпочек. Этот признак, во многом определяющий итоговые показатели качества урожая, косвенно свидетельствует о фенологической несбалансированности процессов, связанных с опылением и оплодотворением семяпочек [23].

У шишек деревьев, растущих в долине, больший итоговый выход семян. Его мы оценивали по числу семян, числу полных и развитых семян, доле полных семян. В сумме это уменьшает общие потери из-за неполной семификации. Хотя масса одного семени у деревьев долины несколько меньше, чем у деревьев террасы, за счёт большего количества семян в шишке и полных семян в том числе, их итоговый вес в каждой шишке оказался большим у деревьев долинной экологической группы.

³ Щербакова М. А. Определение качества семян хвойных пород рентгенографическим методом. Красноярск: Красноярское книжное издательство, 1965. 36 с.

Таблица 1

Вегетативная и генеративная структура кроны

Признак	Терраса	Долина	F	p
Высота ствола, м	16,0±5,47	17,5±6,81	2,04	0,1545
Диаметр ствола, см	25,3±12,19	27,7±14,96	1,82	0,1830
Среднегололетний линейный прирост ствола, см	16,6±7,78	18,1±8,34	2,59	0,1054
Среднегололетний радиальный прирост ствола, мкм	142,5±52,9	155,3±77,4	1,10	0,2951
Протяженность кроны, м	10,9±2,10	11,0±1,95	0,01	0,9624
Площадь горизонтальной проекции кроны, м ²	12,9±5,03	14,4±6,37	0,25	0,6163
Протяженность женского яруса, мутовки	7,0±4,68	8,9±3,71	0,04	0,9472
Число женских побегов, шт.	20,2±5,09*	24,2±6,15	7,40	0,0094
Число женских побегов на единицу площади горизонтальной проекции кроны, шт./м ²	1,5±0,62*	2,4±0,75	6,87	0,0099
Число шишек в кроне, шт.	48,9±11,5	56,8±20,3	3,31	0,2440
Число шишек на единицу площади горизонтальной проекции кроны, шт./м ²	3,6±1,92	4,0±1,08	1,16	0,279
Протяженность мужского яруса, мутовки	17,0±10,79	18,5±11,11	0,80	0,3736
Число мужских побегов, шт.	419±212,1	440±209,9	1,85	0,1523

Примечание: в таблице приведены средние значения признаков ± среднее стандартное отклонение;

* – достоверность различий по F-тесту ANOVA.

Таблица 2

Качество шишек и семян

Признак	Терраса	Долина	F	p
Длина шишки, мм	53,5±9,62	54,7±7,31	0,27	0,6031
Ширина шишки, мм	40,5±5,68*	45,2±5,05	9,75	0,0032
Число фертильных чешуй, шт.	66,4±8,02	65,8±10,38	0,13	0,6635
Число стерильных чешуй, шт.	19,6±1,90*	14,9±2,10	7,39	0,0092
Доля стерильных чешуй в проксимальной зоне, %	33,9±6,17	34,7±7,77	0,86	0,3574
Доля стерильных чешуй в дистальной зоне, %	15,5±5,97	18,1±4,27	1,15	0,2881
Доля стерильных чешуй в медиальной зоне, %	50,6±10,0*	47,2±8,51	1,74	0,1930
Исходное число семяпочек, шт.	81,9±11,00*	76,3±13,66	1,15	0,2893
Потери из-за неполной семификации, %	55,1±10,45*	50,1±11,58	8,01	0,0061
Число семян, шт.	36,8±19,26	38,0±18,30	0,05	0,8204
Число развитых семян, шт.	32,3±18,87	32,5±18,53	0,01	0,9622
Доля недоразвитых семян, %	14,2±17,26	18,1±15,85	0,74	0,3940
Доля полных семян от числа развитых, %	68,2±18,94*	76,3±16,76	6,87	0,0095
Доля пустых семян от числа развитых, %	23,9±7,64	18,2±7,60	1,76	0,1911
Доля семян с неполным эндоспермом, %	7,9±4,29	5,5±4,01	3,31	0,1945
Доля полных семян от исходного числа семяпочек, %	26,5±9,01*	33,6±11,33	7,40	0,0091
Масса одного полного семени, г	7,4±1,47	6,9±1,70	1,12	0,2952
Масса всех полных семян в шишке, г	153,7±90,5	159,2±69,85	0,06	0,8111

Примечание: обозначения те же, что и в табл. 1.

Качество урожая деревьев, растущих на террасе, оказалось тесно связанным с ростом ствола и развитием кроны. Чем выше у конкретного дерева уровень линейного и радиального роста ствола, тем больше выход семян (коэффициенты корреляции соответственно +0,40 и +0,67). У деревьев с большей протяжённостью женского генеративного яруса и большим количеством женских побегов образуется больше семян (коэффициенты корреляции +0,45 и +0,44)⁴.

У деревьев, растущих в долине, признаки, характеризующие рост ствола и развитие кроны, не связаны с признаками структуры урожая, в то время как связи между признаками, характеризующими развитие шишек и семян («внутришишечные»), оказались более тесными. Это косвенно свидетельствует о хорошей сбалансированности ростовых и репродуктивных процессов у долинных деревьев [22].

Наличие тесных связей между признаками качества урожая и вегетативной структуры кроны у деревьев, растущих на террасе, логично было бы интерпретировать через классы роста деревьев, поскольку в сомкнутом насаждении уровень вегетативного развития дерева (класс роста) априори определяет его урожайность: хороший рост → хороший урожай. Класс роста определяется генотипическими особенностями организма, но при этом в значительной мере он зависит от освещённости: чем больше света, тем лучше развита крона. Однако мы в данной работе специально пытались минимизировать влияние освещённости на рост и развитие модельных деревьев путём выбора участков, и на террасе, и в долине, с одинаковой плотностью древостоя. Кроме того, анализировались деревья, не затенённые кронами деревьев первого яруса и соседних второго яруса, поэтому наличие тесных связей между качеством урожая и развитием ствола и кроны у деревьев, растущих на

террасе, может косвенно свидетельствовать о субоптимальности данного местобитания, поскольку возможные нарушения в ходе формирования шишек и семян могли возникнуть вследствие ограничений роста и развития на уровне всего организма.

Обобщение полученных результатов показывает, что у деревьев, произрастающих на террасе, несколько хуже развита крона и ниже качество урожая по сравнению с деревьями, растущими в долине. Чтобы понять причину таких различий, мы решили проанализировать основные факторы, которые могли оказать влияние на ход формирования данного припоселкового кедровника.

Первое поколение – практически одновозрастные 180–200-летние деревья кедр. Оно сформировано из семян долинного смешанного темнохвойного леса со значительным участием кедр разного возраста в его составе. Кедр существует в заболоченной долине р. Порос на протяжении многих веков и хорошо адаптирован к этим условиям. По мере появления примыкающих к долине некультивируемых гарей и заброшенных пашен его семена заносились кедровкой – основным распространителем семян данного вида, на террасы, в непривычные для кедр условия. Это могло отрицательно повлиять на устойчивость деревьев возникшего здесь впоследствии припоселкового кедровника. По мнению большинства исследователей, важным фактором снижения устойчивости припоселковых кедровников являются выборочные рубки [1, 13], которые позволяют выживать и достигать возраста репродукции генотипам, не прошедшим естественный отбор. Это сильно деформирует исходный генофонд популяции [25, 26]. По-видимому, комплекс этих факторов привёл к тому, что в данное время первое поколение в изучаемом нами кедровнике распадается. Большинство деревьев поражено грибковыми болезнями и заселено стволовыми вредителями, часть деревьев погибла. Ситуация

⁴ Все приведённые коэффициенты корреляции достоверны при $p < 0,05$.

усугубляется и широкомасштабным изъятием семян в хозяйственных целях, что также ведёт к редукции исходного материала для естественного отбора, снижает адаптивность, конкурентоспособность и генетическое разнообразие потомства.

Возникает вопрос, из каких семян сформировано второе поколение террасной и долинной части? Мы полагаем, что в большей мере оно является потомством старых генеративных деревьев припоселкового кедровника на террасе и в меньшей мере – разновозрастного долинного кедровника. После массового вступления в плодоношение деревьев первого поколения террасного припоселкового кедровника мощный поток семян направился с суходола на мшистые участки долинного болота. Параллельно с этим оба местообитания засевались семенами долинного кедровника, но не так активно. Это связано с поведенческими предпочтениями кедровки, которая прячет запасы семян либо на открытых участках, например, на вырубках и гарях, либо в моховые куртины под пологом материнского древостоя. По-видимому, в террасной части, благодаря вырубке местными жителями сопутствующих пород, первый ярус стал более разреженным, что позволило посеять семена кедровки на открытые участки террасы. В долинной части посевы стали более интенсивными за счёт увеличения общего пула семян в террасной и долинной части припоселкового кедровника. По крайней мере, выраженная двухъярусная структура кедровника и относительная разновозрастность второго поколения дают основания предполагать, что насаждение развивалось именно таким путём.

Как это могло повлиять на рост и репродукцию молодых деревьев второго поколения двух экологических групп? Мы полагаем, что одним из факторов есте-

ственного отбора могла быть влажность почвенного субстрата во время развития кедрового подростка. Отбор генотипов из обильного исходного генетического материала в условиях максимально приближённых к условиям обитания «предкового» долинного кедровника сформировал устойчивую генетическую структуру второго поколения на этом участке. На морфологическом уровне это проявилось в лучшем росте деревьев и более качественных семенах. Установленная нами зависимость качества урожая от роста деревьев на более сухих почвах в террасной части косвенно свидетельствует о том, что более перспективным для формирования естественного и устойчивого кедрового насаждения является долинное болото, которое на юге ареала представляет собой более оптимальные лесорастительные условия для кедровника сибирского.

Выводы

1. Молодые генеративные деревья кедровника сибирского второго поколения, произрастающие на более сухой почве террасы, уступают по росту и плодоношению деревьям, растущим в долине на более влажной почве.

2. Качество урожая деревьев, растущих на террасе, более тесно связано с вегетативным развитием кроны: чем крупнее ствол и крона, тем больше выход семян. У деревьев, растущих в долине, более тесно связаны между собой признаки, характеризующие развитие шишек и семян. Эти различия косвенно свидетельствуют о меньшей устойчивости деревьев, растущих на сухих почвах террасы.

3. Более перспективным для формирования устойчивого кедрового насаждения является долинное болото, которое на юге ареала представляет собой оптимальные лесорастительные условия для кедровника сибирского.

Благодарности. Автор выражает благодарность кандидату биологических наук, старшему научному сотруднику Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН Читоркину О.Ю. за анализ образцов почвы.

Список литературы

1. Петров Ф. М. Припоселковые кедровники и их историческая связь с сельским хозяйством // Использование и воспроизводство кедровых лесов. Новосибирск: Наука, 1971. С. 155-161.
2. Алексеев Ю. Б. Строение насаждений припоселковых кедровников // Известия СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1975. Вып. 2. № 10. С. 14-18.
3. Алексеев Ю. Б., Седых В. Н. Развитие припоселковых кедровников. Новосибирск: Наука, 1976. С. 170-179.
4. Седых В. Н. Некоторые особенности строения припоселковых кедровников // Известия СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1970. С. 169-170.
5. Седых В. Н. Формирование кедровых лесов Приобья. Новосибирск: Наука, 1979. 110 с.
6. Седых В. Н. Особенности возрастной динамики кедровых лесов Среднего Приобья // Возобновление и устойчивость лесов Западной Сибири. М.: Наука, 1983. С. 66-76.
7. Волошина Л. Е. Орехопромысловые леса Томской области и перспективы их использования // Проблемы кедра. 2003. Вып. 7. С. 21-25.
8. Бех И. А., Данченко А. М., Кибиш И. В. Сосна кедровая сибирская. Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2004. 160 с.
9. Бех И. А. Кедровники Южного Приобья. Новосибирск: Наука, 1974. 212 с.
10. Смолоногов Е. П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины (эколого-лесоводственные основы оптимизации хозяйства). Свердловск: Изд-во УрО АН СССР, 1990. 288 с.
11. Некрасова Т. П. Припоселковые кедровники как потенциальная база семеноводства кедра сибирского // Эффективность использования лесных ресурсов и их восстановление в Западной Сибири. Новосибирск: Новосибир. обл. правление НТО лесной пром-ти и лесн. х-ва, 1971. С. 248-255.
12. Седых В. Н. Динамика равнинных кедровых лесов Сибири. Новосибирск: Наука, 2014. 232 с.
13. Бех И. А., Воробьев В. Н. Потенциальные кедровники // Проблемы кедра. Выпуск 6. Томск: Изд-во СО РАН, 1998. 122 с.
14. Бисирова Э. М. Гнилевые болезни кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в припоселковых кедровниках Томской области // Макромицеты бореальной зоны. Красноярск: СибГТУ, 2009. С. 133-137.
15. Демидко Д. А., Кривец С. А., Бисирова Э. М. Связь радиального прироста и жизненного состояния у деревьев кедра сибирского // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2010. № 4(12). С. 68-80.
16. Бабинцева Р. М. Возрастное строение темной хвойных лесов Томской области // Лесоводственные исследования в лесах Сибири. Красноярск: Институт леса и древесины СО АН СССР, 1970. Вып. 2. С. 59-72.
17. Данченко А. М., Бех И. А. Кедровые леса Западной Сибири. Томск: Томский государственный университет, 2010. 424 с.
18. Дебков Н. М., Данченко А. М. Припоселковые кедровники Томской области. Проблемы устойчивого лесопользования // Сибирский лесной журнал. 2014. № 3. С. 127-139.
19. Прошников А. И. Орехопродуктивность кедровников // Кедровые леса Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. С. 132-150.
20. Данченко А. М., Арцимович М. Ф. Внутрипопуляционная изменчивость характеристик шишек кедрового в подзоне южной тайги // Проблемы кедра: Семеношение и размножение. Томск: Томский научный центр СО АН СССР. 1990. Вып. 4. С. 34-42.
21. Свиридонов Г. М., Скороходов С. Н. Перспективы создания кедросадов в Томской области // Проблемы кедра. Томск: ТНЦ СО РАН, 1992. Вып. 5. С. 77-82.
22. Горошкевич С. Н., Хуторной О. В. Внутрипопуляционное разнообразие шишек и семян *Pinus sibirica* Du Tour. Сообщение 1. Уровень и характер изменчивости признаков // Растительные ресурсы. 1996. Т. 32. Вып. 3. С. 1-11.
23. Горошкевич С. Н., Хуторной О. В. Внутрипопуляционное разнообразие шишек и семян *Pinus sibirica* Du Tour. Сообщение 2. Фенотипические корреляции между признаками // Растительные ресурсы. 1996. Т. 32. Вып. 3. С. 12-21.
24. Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижиков О. Н. и др. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.
25. Горошкевич С. Н. О системе ведения хозяйства в кедровых лесах: как совместить их сохранение и использование // Материалы школы-семинара «Рациональное использование природных ресурсов и комплексный мониторинг». Томск, 14-16 декабря 2006 г. Томск: ТПУ, 2006. С. 97-106.
26. Горошкевич С. Н. Опыт ревизии современной системы ведения хозяйства в кедровых лесах // Лесной бюллетень. 2006. № 1. С. 24-30.

Статья поступила в редакцию 11.04.19.

Принята к публикации 24.05.19.

Информация об авторе

ВЕЛИСЕВИЧ Светлана Николаевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории дендрэкологии, Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН. Область научных интересов – морфогенез, рост и половая репродукция хвойных; внутривидовая изменчивость и климатически обусловленная динамика. Автор 110 публикаций.

UDC 630*181.65+631.524.82/84+582.475.2

DOI: 10.25686/2306-2827.2019.2.41

THE IMPACT OF THE FOREST SITE TYPE ON THE INCREMENT AND CONE BEARING OF YOUNG GENERATIVE CEDAR FOREST LOCATED CLOSE TO SETTLEMENTS IN THE SOUTH OF TAIGA ZONE OF WESTERN SIBERIA

S. N. Velisevich

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,

10/3, Academicheskii av., Tomsk, 634055, Russian Federation

E-mail: s_n_velisevich@mail.ru

Keywords: *Siberian cedar; Pinus sibirica Du Tour; cedar forest near settlements; increment; cone bearing; forest site type.*

ABSTRACT

Introduction. Cedar forests located near settlements in the south of the taiga zone of Western Siberia are cultivated forests. Here is the southern area border of the Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour), so these forests occupy river terraces where the environmental conditions are not consistent with the environmental requirements of the species. Original (zonal) cedar forests are located in river valleys with highly humid soil. The territory unsuitable for cedar forest and selective felling distort the original gene pool of populations, lead to early age degradation and simplification of age composition. It is necessary to analyze increment and cone bearing potential of cedar forest located near settlements where there is a second generation of trees in order to predict the developmental prospects of the forest in general. The research is aimed at examining increment and cone bearing capacity of young second-generation cedar trees on the example of a typical for southern-taiga zone of Western Siberia cedar forest located on the area with heterogeneous environmental conditions. This is necessary to assess the prospects for further development of stone pine forests. **Materials and methods.** The study area is the north region between the Ob and the Tom river. The focus of the research are the two plots of young generative trees (average age is 84 years) located in neighboring areas with different hydrological soil regimes caused by a height difference of about 5 m. The first group (71 model trees) grows on grey forest soils of the 1st river terrace. The available moisture in the 20-centimeter root layer during the summer period is very low and amount to approximately 24 mm. The second group (62 trees) grows in a flood plain forest on humus-grey humid soils rich in nitrogen. The available moisture in the 20-centimeter root layer during the summer period is 170 mm. Both areas are characterized by the same density - 0.5. The size of trunk and crown, the length of the generative zone, the number of female and male shoots, the number of cones have been analyzed in the model forest. The structure of cones has been considered in detail, the quality of seeds has been assessed. **Results.** Young generative trees of the second generation growing on dryer soil terraces demonstrate lower increment and cone bearing capacity in comparison with the trees growing in the humid valley. The quality of the cones and seeds yield of trees growing on the terrace depends on the vegetative development of the crown: the larger the trunk and crown, the greater the yield of cones and seeds. In trees growing in the valley the features characterizing the development of cones and seeds are more closely interrelated. These differences indirectly indicate a lower resistance of trees growing on dry terrace soils. **Conclusion.** The valley bog proved to be more promising site for the formation of sustainable Siberian cedar forest, which in the south of the area represents the optimal forest growing conditions for Siberian cedar.

REFERENCES

1. Petrov F. M. Priposelkovye kedrovniki i ikh istoricheskaya svyaz s selskim khozyajstvom [Cedar forests located near settlements and their historical relationship with agriculture]. *Ispolzovanie i vosproizvodstvo kedrovnykh lesov* [Use and reproduction of pine forests]. Novosibirsk: Nauka, 1971. Pp. 155-161. (In Russ.).
2. Alekseev Iu. B. Stroenie nasazhdenij priposelkovykh kedrovnikov [Structure of plants proposed by cedar forests]. *Izvestiya SO AN SSSR. Ser. biol. nauk.* [Bulletin of SO AN SSSR. Biological Sciences series]. 1975. Iss. 2. No 10. Pp. 14-18. (In Russ.).
3. Alekseev Iu. B., Sedykh V. N. *Razvitie priposelkovykh kedrovnikov* [Development of cedar located near settlements]. Novosibirsk: Nauka, 1976. Pp. 170-179. (In Russ.).

4. Sedykh V. N. Nekotorye osobennosti stroeniya priposelkovykh kedrovnikov [Some features of the structure of near-village cedars] *Izvestiya SO AN SSSR. Ser. biol. nauk.* [Bulletin of SO AN SSSR. Biological Sciences series]. 1970. Pp. 169-170. (In Russ.).
5. Sedykh V. N. *Formirovanie kedrovyykh lesov Priobya* [The formation of the pine forests of the Ob]. Novosibirsk: Nauka, 1979. 110 p. (In Russ.).
6. Sedykh V. N. Osobennosti vozrastnoj dinamiki kedrovyykh lesov Srednego Priobya [Features of age dynamics of cedar forests of the Middle Ob]. *Vozobnovlenie i ustojchivost lesov Zapadnoj Sibiri* [Renewal and stability of forests of Western Siberia]. Moscow: Nauka, 1983. Pp. 66-76. (In Russ.).
7. Voloshina L. E. Orekhopromyslovye lesa Tomskoj oblasti i perspektivy ikh ispolzovaniya [Nut producing forests of Tomsk region and prospects of their use]. *Problemy kedra* [Problems of Cedar]. 2003. Iss. 7. Pp. 21–25. (In Russ.).
8. Bekh I. A., Danchenko A. M., Kibish I. V. *Sosna kedrovaya sibirskaya* [Siberian cedar]. Tomsk: Publishing House of Tomsk State University, 2004. 160 p. (In Russ.).
9. Bekh I. A. *Kedrovniki Yuzhnogo Priobya* [Cedar forest of the south Ob region]. Novosibirsk: Nauka, 1974. 212 p. (In Russ.).
10. Smolonogov E. P. *Ekologo-geograficheskaya differenziatsiya i dinamika kedrovyykh lesov Urala i Zapadno-Sibirskoj ravniny (ekologo-lesovodstvennye osnovy optimizatsii khozyajstva)* [Ecological and geographical differentiation and dynamics of cedar forests of the Urals and the West Siberian plain (ecological and forestry bases of economy optimization)]. Sverdlovsk: UrO AN SSSR Publishing house, 1990. 288 p. (In Russ.).
11. Nekrasova T. P. Priposelkovye kedrovniki kak potentsialnaya baza semenovodstva kedra sibirskogo [Cedar forest located near settlements as a potential basis of cedar seed production]. *Effektivnost ispolzovaniya lesnykh resursov i ikh vosstanovlenie v Zapadnoj Sibiri* [Efficiency of use of forest resources and their restoration in Western Siberia]. Novosibirsk, 1971. Pp. 248-255. (In Russ.).
12. Sedykh V. N. Dinamika ravninnykh kedrovyykh lesov Sibiri [Dynamics of plain cedar forests of Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 2014. 232 p. (In Russ.).
13. Bekh I. A., Vorobev V. N. Potentsialnye kedrovniki [Potential cedar forests]. *Problemy kedra* [Problems of Cedar]. Novosibirsk: SO RAN Publishing house, 1998. Iss. 6. 123 p. (In Russ.).
14. Bisirova E. M. Gnilevye bolezni kedra sibirskogo (*Pinus sibirica* Du Tour) v priposelkovykh kedrovnikakh Tomskoj oblasti [Rotten diseases of Siberian cedar (*Pinus sibirica* Du Tour) in the near-village cedar forests of the Tomsk region]. *Makromicety borealnoj zony* [Macromycetes of the boreal zone]. Krasnoyarsk: SibGTU, 2009. Pp. 133–137. (In Russ.).
15. Demidko D. A., Krivecz S. A., Bisirova E. M. *Svyaz radialnogo prirosta i zhiznennogo sostoyaniya u derevev kedra sibirskogo* [Relationship of radial growth and vital state of Siberian cedar trees]. *Vestn. TGU* [Bulletin of Tomsk State University]. 2010. No 4 (12). Pp. 68–80. (In Russ.).
16. Babintseva R. M. Vozrastnoe stroenie temnokhvojnykh lesov Tomskoj oblasti [Age structure of dark coniferous forests of the Tomsk region]. *Lesovodstvennye issledovaniya v lesakh Sibiri* [Forestry research in the forests of Siberia]. Krasnoyarsk, 1970. Iss. 2. Pp. 59-72. (In Russ.).
17. Danchenko A. M., Bekh I. A. *Kedrovye lesa Zapadnoj Sibiri* [Cedar forests of Western Siberia]. Tomsk, 2010. 424 p. (In Russ.).
18. Debkov N. M., Danchenko A. M. Priposelkovye kedrovniki Tomskoj oblasti. Problemy ustojchivogo lesopolzovaniya [Near-settlement cedar forests of the Tomsk region. Problems of sustainable forest management]. *Sibirskij lesnoj zhurnal* [Siberian Journal of Forest Science]. 2014. No 3. Pp. 127–139. (In Russ.).
19. Iroshnikov A. I. Orekhoproduktivnost kedrovnikov [Nut production of cedar]. *Kedrovye lesa Sibiri* [Cedar forest of Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 1985. Pp. 132-150. (In Russ.).
20. Danchenko A. M., Arczimovich M. F. Vnutripopulyacionnaya izmenchivost kharakteristik shishek kedra sibirskogo v podzone yuzhnoj tajgi [Intrapopulation variability of the characteristics of the cones of the Siberian cedar in the southern taiga subzone]. *Problemy kedra: Semenoshenie i razmnozhenie* [Problems of Cedar: Seed-bearing and reproduction]. Tomsk: Tomsk research centre SO AN USSR. 1990, Iss. 4. Pp. 34-42. (In Russ.).
21. Sviridonov G. M., Skorokhodov S. N. Perspektivy sozdaniya kedrosadov v Tomskoj oblasti [Prospects for the creation of cedar gardens in the Tomsk region]. *Problemy kedra* [Problems of Cedar]. Tomsk: TNCz SO RAN, 1992. Iss. 5. Pp. 77-82. (In Russ.).
22. Goroshkevich S. N., Khutornoj O. V. Vnutripopulyacionnoe raznoobrazie shishek i semyan *Pinus sibirica* Du Tour. Soobshhenie 1. Uroven i kharakter izmenchivosti priznakov [Intrapopulation variety of cones and seeds of *Pinus sibirica* Du Tour. Report 1. Level and character of variability of signs]. *Rastitelnye resursy* [Plant Resources]. 1996. Vol. 32. Iss. 3. Pp. 1-11. (In Russ.).
23. Goroshkevich S. N., Khutornoj O. V. Vnutripopulyacionnoe raznoobrazie shishek i semyan *Pinus sibirica* Du Tour. Soobshhenie 2. Fenotipicheskie korrelyatsii mezhdu priznakami [Intrapopulation variety of cones and seeds of *Pinus sibirica* Du Tour. Report 2. Phenotypic correlations between traits]. *Rastitelnye resursy* [Plant Resources]. 1996. Vol. 32. Iss. 3. Pp. 12-21. (In Russ.).

24. Ramenskij L. G., Czaczenkin I. A., Chizhikov O. N., Antipin N. A. *Ekologicheskaya ocenka kormovykh ugodij po rastitelnomu pokrovu* [Environmental assessment of forage lands in the vegetation]. Moscow: Selkhozgiz, 1956. 472 p. (In Russ.).

25. Goroshkevich S. N. O sisteme vedeniya khozyajstva v kedrovyykh lesakh: kak sovместit ikh sokhranenie i ispolzovanie [About the system of management in cedar forests: how to combine their conservation and use]. *Materialy shkoly-seminara*

“Racjonalnoe ispolzovanie prirodnykh resursov i kompleksnyj monitoring” [Materials of the school-seminar “Rational use of natural resources and integrated monitoring”]. Tomsk, 14-16 December 2006. Tomsk, TPU, 2006. Pp. 97-106. (In Russ.).

26. Goroshkevich S. N. Opyt revizii sovremennoj sistemy vedeniya khozyajstva v kedrovyykh lesakh [Experience of audit of modern management system in cedar forests]. *Lesnoj byulleten* [Forest Bulletin]. 2006. No 1. Pp. 24-30. (In Russ.).

The article was received 11.04.19.
Accepted for publication 24.05.19.

For citation: Velisevich S. N. The Impact of the Forest Site Type on the Increment and Cone Bearing of Young Generative Cedar Forest Located Close to Settlements in the South of Taiga Zone of Western Siberia. *Vestnik of Volga State University of Technology*. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management. 2019. No 2 (42). Pp. 41–51. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.2.41

Information about the author

Svetlana N. Velisevich – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Dendroecology, Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, SB RAS (Tomsk). Research interests – morphogenesis, growth and sexual reproduction of conifers: intra-specific variability and climate-dependent dynamics. Author of 110 publications.