

Научная статья

УДК 630*232; 582.475.4(470.51/.54)

DOI: 10.37482/0536-1036-2024-1-101-113

Выращивание культур кедр сибирского в условиях повреждаемости дикими животными

Г.Г. Терехов[✉], *д-р с.-х. наук*; *ResearcherID*: [AAC-8684-2020](https://orcid.org/0000-0002-2312-9224),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2312-9224>

Е.М. Андреева, *канд. биол. наук*; *ResearcherID*: [AAD-3340-2020](https://orcid.org/0000-0003-2651-2541),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2651-2541>

С.К. Стеценко, *канд. биол. наук*; *ResearcherID*: [AAD-2834-2020](https://orcid.org/0000-0002-4885-3817),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4885-3817>

Ботанический сад УрО РАН, ул. 8 Марта, д. 202 а, г. Екатеринбург, Россия, 620144; terekhov_g_g@mail.ru[✉], e_m_andreeva@mail.ru, stets_s@mail.ru

Поступила в редакцию 18.01.22 / Одобрена после рецензирования 24.04.22 / Принята к печати 26.04.22

Аннотация. Исследования 26-летних культур кедр сибирского, созданного биогруппами (около 300 шт./га), по 2–5 растений через 4–9 сеянцев ели сибирской в ряду, показали, что повреждение лосями здесь значительно меньше, чем в изученных нами ранее чистых культурах кедр и культурах, смешанных с сосной обыкновенной. Доля биогрупп с поврежденными кедром составила 18 %, из них 1/3 – с повреждением всех деревьев. Наиболее выражено это в биогруппах с 4–5 кедром и при частом чередовании биогрупп в ряду. Живых кедров сохранилось 76 %, из них без повреждения стволика – 89,3 %, почти 2/3 (около 500 шт./га) находятся в кроне смежных с биогруппой деревьев ели. Длительное пребывание кедр в кроне ели негативно отражается на росте его осевого побега и кроны. Впервые для условий Среднего Урала нами предложен новый способ выращивания устойчивых производительных культур кедр сибирского с елью сибирской (возможно с елью европейской). Кедр высаживают биогруппами по 2–3 сеянца, начало их расположения строго с одной стороны участка. Первую биогруппу в нечетных рядах (1, 2, 3, 5 и т. д.) размещают через 3 сеянца ели от начала ряда, вторую и последующие биогруппы в этих рядах – через 9 сеянцев ели. В четных рядах (2, 4, 6, 8 и т. д.) первую биогруппу располагают через 9 сеянцев ели от начала ряда, сохраняя эту последовательность до конца ряда. Каждый ряд смешанных культур завершается не менее чем 3 сеянцами ели. При лесоводственных уходах сплошь удаляют естественное возобновление: хвойные породы – с помощью механических средств, а лиственные – путем кольцевания или инъекции экологически безопасных химических препаратов на водной основе. Это уменьшает либо исключает появление поросли и, соответственно, кормовую базу для диких животных. Ели, смежные с биогруппой кедр, вырубает при прочистке и прореживании, что создает возможность для роста кедр. На данный способ выращивания культур кедр сибирского с елью сибирской получен патент. Способ может быть внедрен в лесокультурную практику во всей таежной зоне, где выращивают кедр.

Ключевые слова: лесные культуры, кедр сибирский, ель сибирская, сохранность культур, повреждаемость культур лосями, схема закладки кедр

Благодарности: Работа выполнена в рамках госзадания Ботанического сада УрО РАН. Авторы выражают глубокую благодарность лесничему Новоуральского участкового лесничества Невьянского лесничества Н.И. Мосунову за помощь при проведении полевых исследований.

© Терехов Г.Г., Андреева Е.М., Стеценко С.К., 2024

 Статья опубликована в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии CC BY 4.0

Для цитирования: Терехов Г.Г., Андреева Е.М., Стеценко С.К. Выращивание культур кедров сибирского в условиях повреждаемости дикими животными // Изв. вузов. Лесн. журн. 2024. № 1. С. 101–113. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2024-1-101-113>

Original article

Cultivating Siberian Stone Pine Plantations under Wild Animal Damage Conditions

Gennadiy G. Terekhov[✉], Doctor of Agriculture; ResearcherID: [AAC-8684-2020](https://orcid.org/0000-0002-2312-9224),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2312-9224>

Elena M. Andreeva, Candidate of Biology; ResearcherID: [AAD-3340-2020](https://orcid.org/0000-0003-2651-2541),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2651-2541>

Svetlana K. Stetsenko, Candidate of Biology; ResearcherID: [AAD-2834-2020](https://orcid.org/0000-0002-4885-3817),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4885-3817>

The Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. 8 Marta, 202a, Yekaterinburg, 620144, Russian Federation; terekhov_g_g@mail.ru[✉], e_m_andreeva@mail.ru, stets_s@mail.ru

Received on January 18, 2022 / Approved after reviewing on April 24, 2022 / Accepted on April 26, 2022

Abstract. The research of 26-year-old mixed plantations of Siberian spruce and Siberian stone pine cultivated by biogroups of about 300 pcs/ha (2–5 stone pine seedlings alternating 4–9 spruce seedlings in a row) has shown that the damage rate by moose to them is much lower than to pure stone pine plantations or the mixed ones of Siberian stone pines and Scots pines we have studied before. The share of biogroups containing damaged stone pine trees is 18 %. A third of this number is plantations with damage to all the trees. This is most pronounced in biogroups of 4 to 5 stone pines as well as in case of frequent alternation of biogroups in a row. 76 % living stone pines have been preserved (89.3 % of them without damage to the stem). About two thirds of them (about 500 pcs/ha) grow in the crown of spruce trees adjacent to stone pine biogroups. Prolonged exposure to growing in a spruce tree crown negatively affects the growth of a stone pine's central shoot and crown. We are the first in the Middle Urals to propose a scheme for cultivating sustained productive mixed plantations of Siberian stone pines and Siberian spruce trees (or Norway spruce trees). Stone pines are planted in biogroups of 2–3 seedlings, beginning the planting strictly on one side of the site. The first biogroup in odd-numbered rows (1, 2, 3, 5, etc.) is planted after 3 spruce seedlings from the beginning of the row, the second and subsequent biogroups in these rows – after 9 spruce seedlings. The first biogroup in even-numbered rows (2, 4, 6, 8, etc.) is planted after 9 spruce seedlings from the beginning of the row, maintaining this sequence until the end of the row. Every row in mixed plantations is concluded with planting no less than 3 spruce seedlings. During silvicultural treatment procedures natural regeneration is completely removed: softwoods – by mechanical means, and hard woods – by ringing or injection of environmentally friendly water-based chemicals. These measures reduce or eliminate the appearance of coppice and, accordingly, food reserve for wild animals. Spruce trees adjacent to stone pine biogroups are cut down while lightening and thinning, which creates the possibility for the growth of stone pines. The proposed method for cultivating plantations of Siberian stone pines and Siberian



spruce trees has been patented. It can be introduced into silvicultural practice in the taiga zone where stone pines are grown.

Keywords: forest plantations, Siberian stone pine, Siberian spruce, plantation preservation, moose damage to plantations, Siberian stone pine plantation establishment scheme

Acknowledgments: The work was carried out within the framework of the state assignment of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. The authors express their deep gratitude to the forester of the Novouralsk district forestry of the Nevyansk forestry N.I. Mosunov for his assistance in field research.

For citation: Terekhov G.G., Andreeva E.M., Stetsenko S.K. Cultivating Siberian Stone Pine Plantations under Wild Animal Damage Conditions. *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*, 2024, no. 1, pp. 101–113. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2024-1-101-113>

Введение

Хвойные леса, в составе которых присутствует сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour), далее по тексту – кедр, имеют очень обширный ареал, лежащий в основном на территории России. Небольшое участие кедр отмечаются также в горных северо-восточных частях Монголии, Китая [16]; кроме естественно произрастающего кедр, здесь есть культуры кедр сибирского [17, 19, 20]. В пределах Свердловской области общая площадь лесов, занятых чистым кедром сибирским либо с его значительным участием в составе древостоя, на 01.01.1993 г. насчитывала 710 тыс. га [7], через 20 лет, по данным С.В. Залесова с коллегами [2], – уже 651 тыс. га.

Менее всего кедровые леса сохранились в южной части области (подзона южнотаежных лесов). Здесь развивающаяся уральская металлургия в XVIII – 1-й половине XX в. требовала огромного количества древесного угля. Древостои, предназначенные для углежжения, в т. ч. с участием кедр сибирского, вырубали сплошь. В результате процесс активного возобновления вида нарушился из-за отсутствия приспевающих и спелых материнских деревьев, а также из-за уменьшающейся численности подроста и молодняка (до 80 лет). Кроме того, снижение возобновительной способности кедр обусловлено биотическими (кедровый орех – кормовой ресурс для огромного количества дикой зоофауны) и антропогенными (пастьба скота, хищнические способы сбора шишек населением, пожары) факторами. Также на вырубках и гарях формируется обильный травяной покров, с доминированием в составе злаковых видов, способствующих увеличению численности мышевидных грызунов, которые поедают как орешки, так и молодые кедр, а ежегодный плотный зимний опад препятствует развитию всходов кедр. С появлением лиственных молодняков происходит быстрое формирование сомкнутого древесного полога, резко ухудшающего экологические условия для кедр [1, 3, 4, 10, 11, 15, 16, 18].

Надежный способ восстановления кедр в составе южнотаежных лесов – введение его в культуры. Посадка чистых и смешанных с елью (*Picea obovata* Ledeb.) или сосной (*Pinus sylvestris* L.) культур кедр за последние 60 лет в Свердловской области проведена на площади около 7 тыс. га [14] по технологиям для других хвойных пород. Исследование многих участков культур кедр 1-го класса возраста (до 40 лет) показало их невысокую эффективность [12, 13]. Такое положение вида объясняется отсутствием нормативной базы по схемам смешения, технологиям создания культур кедр, формирования молодняков с его участием и прежде всего – отсутствием какой-либо защиты от воздействия диких животных.

Наибольший ущерб от них отмечен при посадке кедра в чистых либо смешанных с сосной культурах, которые в течение многих лет являются стабильной кормовой базой для нескольких поколений лосей [8]. В смешанных с сосной культурах кедры в большей степени повреждены, чем соседние сосны [13]. Хвоя кедра на стволе и ветвях расположена в пучках по 5 шт., она длиннее, темнее и значительно мягче. Одиночные кедры, и особенно группа деревьев кедра в культурах с сосной, ярко выделяются темным пятном в рядах, что увеличивает обнаружение их животными, которые скусывают концы ветвей и верхнюю часть стволика на высоте 0,5–2,6 м. Оставшаяся нижняя часть стволика с охвоенными ветвями сохраняет свою жизнеспособность. Через несколько лет у мутовчатых ветвей из центрального побега появляется по вершине. Из-за медленного роста они долгое время находятся в пределах досягаемости животных. Отросшие вершины при очередном нашествии лосей повреждаются, и все повторяется. Такие же повреждения лоси наносят кедром в чистых культурах. Кедры в 20-летних культурах имеют 3–5-кратное повреждение кроны и вершин, сосны – 2-кратное. Доля сосны без повреждений стволика в смешанных культурах составила 28–39 % (0,9–1,7 тыс. шт./га), кедра – 4,8–8,6 % (от 40 до 80 шт./га). Последние сохранились благодаря тому, что находятся в кроне сосны. В чистых 40-летних культурах доля кедров без повреждений стволика – 18,4 % [12].

Непоправимый ущерб кедром и сосне обыкновенной наносит также косуля сибирская. Косули, как и лоси, объедают ветви, скусывают или ломают вершины у деревьев на высоте ствола 0,5–1,5 м. У более взрослых кедров высотой до 6,0 м животные используют в пищу кору, обдирая ее вдоль ствола полосами (лентами) или полностью по всему периметру на высоте от 0,3 до 1,7 м, что вызывает отпад деревьев.

За последние 18 лет в Сухоложском лесничестве Свердловской области создано 2340 га культур сосны, но из-за сильного повреждения дикими животными, по данным В.В. Савина с коллегами [9], списано полностью 11,2 % от всех высаженных. Исследование нами 3 участков 16–20-летних культур кедра с участием сосны на территории данного лесничества рядом с Богдановическим охотничьим заказником выявило, что 57 % сосны и 97 % кедра имеют различные виды повреждений. Отпад деревьев ценных пород в культурах происходит постоянно. Таким образом, дикие животные на незащищенных участках чистых культур кедра или культур, смешанных с сосной, наносят огромный ущерб, сводя на нет усилия лесоводов по восстановлению долговечных хозяйственно ценных древесных пород. Этот процесс, по материалам инвентаризации, продолжается из года в год.

Современные рекомендации по защите ценных древесных пород от потравы дикими животными предлагают огораживать участки молодняков сеткой по всему периметру либо применять постоянно действующие отпугивающие средства. Оба мероприятия очень затратны, а эффект от них не всегда дает желаемый результат. Возможности установить виновных лиц и взыскать материальный ущерб в случае потравы лесных культур дикими животными из-за несовершенной законодательной базы пока нет. В сложившихся условиях для минимизации ущерба лесохозяйственному производству от воздействия диких животных следует ориентироваться на более надежные способы выращивания культур кедра, сосны и лиственницы.

Дикие животные крайне редко используют в пищу еловую хвою и ветви. Участки культур ели с отсутствием молодой поросли или отпрысков лиственных пород лоси почти не посещают, и, наоборот, при ее наличии их посещаемость возрастает. В этом случае у единичных елей отмечено повреждение молодых побегов и коры, сломанных стволиков нет [13]. Хвоя кедр имеет сходный цвет с елью – темно-зеленый, поэтому в смешанных культурах кедр при незначительном количестве деревьев в рядах менее заметен со стороны междурядий. Доля поврежденных лосями кедров здесь меньше в несколько раз по сравнению с чистыми либо смешанными с сосной культурами.

Цель работы – исследование сохранности, особенностей роста и формирования культур кедр сибирского с елью сибирской в составе.

Основная задача – поиск эффективного способа выращивания этой ценной многовековой древесной породы в условиях повреждаемости дикими животными.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования стал участок (6,1 га) смешанных культур кедр с елью в ельнике-сосняке ягодниковом. Он находится в квартале 108 (выдел 13) Новоуральского участкового лесничества Невьянского лесничества. Территория расположена в подзоне южнотаежных лесов Среднего Урала [5]. Обработку почвы на 3-летней вырубке ограничили только расчисткой полос с помощью клина (КРП-2). Ширина минерализованной части – 2 м, межполосного пространства – 3,5–4,5 м. Посадка 3-летних сеянцев кедр и ели проведена под меч Колесова по центру полос, шаг посадки – 0,75 м. Общая исходная густота – 3330 шт./га, в т. ч. кедр – 1165 шт./га (35 %). Внутри рядов через 4–10 сеянцев ели высаживали сеянцы кедр биогруппой от 2 до 5 шт. подряд. Начало и окончание каждого ряда засаживали сеянцами ели (от 3 до 5 шт.). За культурами проведено 3 агротехнических и 2 лесоводственных ухода: осветление через 7 лет после посадки и прочистка через 18 лет. При прочистке вырубали сплошь только естественное возобновление. Участок оказался в аренде, и согласие арендатора на изреживание деревьев ели и кедр не получено.

Исследование 26-летних кедрово-еловых культур проводили на временных пробных площадях (ОСТ 56-69–83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки»), где учитывали естественное возобновление в междурядьях, количество кедров в биогруппах, определяли сохранность, состояние и рост деревьев каждой породы. Живые кедр в биогруппах разделяли по состоянию на 3 группы: 1) без механических повреждений ствола и межвидового угнетения (срединные деревья); 2) с повреждением центрального ствола лосем; 3) деревья в кроне ели (крайние в биогруппе), испытывающие угнетение от нее. Доля снеголомных (со сломанной вершиной) и снеговальных (дугообразный изгиб ствола) кедров крайне мала, поэтому они не рассматривались.

Статистическая обработка полученных данных проведена с применением программы Statistica 6.0.

Результаты исследования и их обсуждение

В таежных условиях на лесокультурных участках, в основном по междурядьям, активно возобновляются естественным путем хвойные и лиственные породы (сосна, лиственница, осина, береза, ива козья), которые в молодом возрасте являются (как сосна и кедр) основным кормовым ресурсом для лосей и

косуль. Через 8 лет после прочистки естественное возобновление лиственных пород в междурядьях смешанных культур распространилось неравномерно, в местах высокой сомкнутости крон ели оно отсутствовало. Среднее количество пневой поросли (стволиков) ивы козьей, березы повислой, липы сердцевидной высотой более 1 м – 2290 шт./га; корневых отпрысков осины – 290 шт./га. Некоторые деревья поросли и особенно отпрысков имеют давние повреждения стволика (залом) лосями. Преобладающая высота деревьев ивы – 3,3 м, березы – 2,4 м и осины – 3,0 м. Из кустарников присутствуют рябина, шиповник, ракитник. Семенное возобновление лиственных встречается очень редко, из хвойных отмечен только подрост ели – 160 шт./га (высотой 0,2–0,8 м). Чтобы снизить вегетативное возобновление лиственных деревьев и кустарников, являющихся кормовым ресурсом для диких животных, необходимо рубки ухода проводить способами, исключающими появление поросли и отпрысков.

Сохранность ели в 26-летних культурах высокая – 78 % (1665 шт./га). Ее отпад, по всей вероятности, произошел в начальный период после посадки, т. к. сломанных и сухих деревьев нет, но в рядах встречаются просветы (окна). Из-за отсутствия изреживания в рядах ель давно сомкнулась кронами с перекрытием ветвей одновременно 2–3 деревьев в ряду, образуя сплошную живую стену. Горизонтальная проекция кроны ели занимает 79–95 % территории, в междурядьях остались узкие просветы между кронами.

На участке смешанных культур отмечено от 260 до 320 (шт./га) биогрупп с 2–5 живыми кедррами. Доля биогрупп с разным количеством поврежденных лосями кедров оказалась в среднем 18 %, из них с повреждением всех кедров в биогруппе – около 1/3. Наиболее интенсивно кедр поврежден в биогруппах с 4 и 5 деревьями, здесь же наиболее выражен отпад экземпляров, у которых стволик сломан на высоте 0,5–1,8 м, нижние ветви без хвои. В биогруппах с 2 и даже 3 кедррами выявлена его наименьшая повреждаемость лосями (не более 4 % от общего количества биогрупп), особенно в местах с редким размещением биогрупп в рядах (через 7–9 елей).

Среднее количество живых кедров, в т. ч. со сломанным стволиком, но с охвоенными ветвями, – 885 шт./га (76 % от посаженных). Их расположение по территории участка близко к равномерному. Количество живых кедров, поврежденных лосями (стволик сломан, но ветви с живой хвоей) – 7,7 %, снегом (снеголом, снеговал) – 3,0 %. Без повреждения стволика оказалось 790 шт./га (89,3 %) кедров, но 2/3 (64 %) из них произрастают в кроне смежных елей (около 500 шт./га), такие кедрры почти не заметны со стороны междурядий. В этом случае верхняя часть стволика кедрра, находясь длительное время в кроне ели, вытягивается между мутовчатыми ветвями последней и приобретает изогнутую форму. Годичные приросты осевого побега кедрра здесь очень малы (3–5 см), его диаметр на высоте 3–4 м снижается до 1,0 см, охвоение стволика и кроны слабое.

Морфометрические показатели роста ели и кедрра в 26-летних смешанных культурах приведены на рис. 1, откуда видно, что высота, диаметр ствола и проекция кроны ели значительно превышают те же показатели у кедрра. Средний прирост побегов 1-го порядка у ели почти в 2 раза больше, чем у кедрра. Смыкание крон у большинства елей со смежными кедррами произошло в 8–10-летнем возрасте культур, а еще через 7–10 лет кроны этих елей достигли уже крон вторых деревьев кедрра внутри биогрупп. Апикальная точка роста крайних деревьев кедрра с обеих сторон биогруппы оказалась под кроной ели в 10–14-летних культурах.

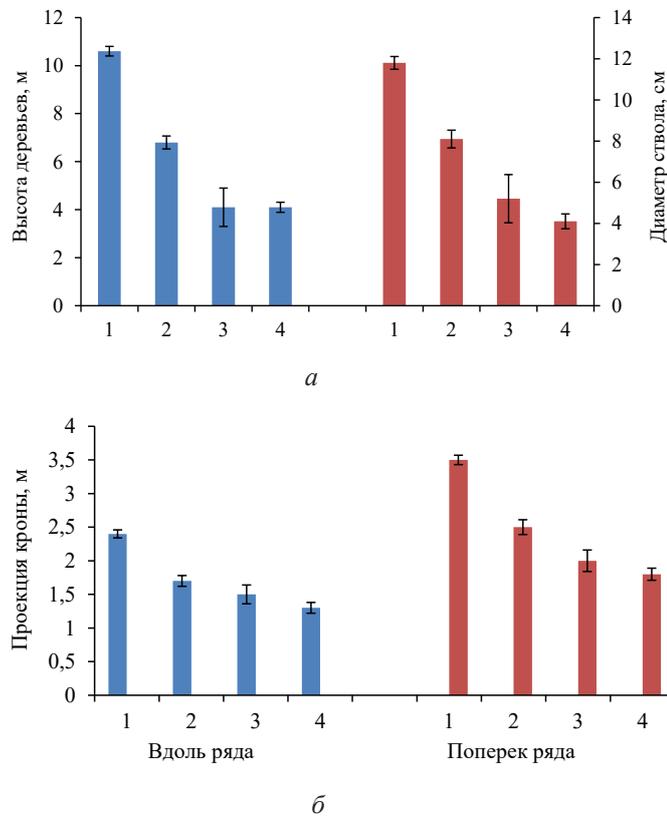


Рис. 1. Высота и диаметр (а), проекция кроны (б) ели и кедра в смешанных 26-летних культурах: 1 – ель; 2 – кедр без повреждений стволика; 3 – кедр с поврежденным центральным побегом; 4 – кедр в кроне ели

Fig. 1. Height and stem diameter of spruce and stone pine (a), spruce and stone pine crown projections (b) in mixed 26-year-old cultures: 1 – spruce; 2 – stone pine without the stem damage; 3 – stone pine with the damaged central shoot; 4 – stone pine in the crown of a spruce

Кроны обоих деревьев ели, растущих справа и слева от биогрупп с малым количеством кедра (2 шт.), в 26-летних культурах сомкнулись. Биогруппы с 2 кедром оказались перекрыты кроной ели с обеих сторон. Высота и проекция кроны елей, смежных с биогруппой, больше на 10–20 %, чем у 2, 3 и 4-й ели от биогруппы. Угнетение со стороны смежных елей испытывают в разной степени также центральные кедры в биогруппах с 3 и 4 деревьями. Из-за бокового затенения со стороны ели в последние 3 года у них замедлился текущий прирост стволика и центральных побегов кроны. В биогруппах с 5 кедром по 1–2 крайних дерева также оказались в кроне ели, но у центральных кедров, не поврежденных лосями, отмечены высокие текущие приросты осевого побега. Влияние ели на кедр здесь пока слабо выражено, поскольку в светлое время суток кроны центральных кедров затеняются непродолжительное время. У центральных кедров без повреждений высота и диаметр ствола были больше в

1,5–2,0 раза, а проекция кроны – на 31–37 % по сравнению с крайними, находящимися в кроне ели. Поврежденные лосями кедр (чаще срединные в биогруппе), имевшие по несколько вершин, значительно отстали в росте от деревьев без повреждения, однако годовые приросты стволиков кедров с несколькими вершинами больше в 2–3 раза, чем у кедр в кроне ели.

Ели, смыкаясь кронами с кедром, закрывают его от лосей. На определенном отрезке времени ель выполняет положительную роль, но далее начинает угнетать кедр, ухудшая его состояние и рост. Без изреживания ели в рядах до конца 1-го класса возраста ее негативное влияние будет усиливаться. Кедр сохранились в кроне ели от повреждения животными, но при этом у них образовались тонкие изогнутые стволики. После рубки (либо отпада) ели такие кедр окажутся открытыми. Под воздействием мокрого снега с ветром у них произойдет снеговал (дугообразный изгиб) или снеголом (слом стволика), что приведет к массовому отпаду деревьев. Здесь необходима разработка специального метода воздействия на ель, чтобы дать возможность кедр адаптироваться к новым условиям и сохранить его ствол.

На основании полученных материалов по данному участку и результатов многолетних исследований чистых и смешанных с сосной и елью культур кедр [12, 13] нами предложена научно обоснованная схема смешения, способ создания и формирования культуры кедр с елью в условиях повреждаемости первого дикими животными (рис. 2). Эти две лесообразующие древесные породы в таежной зоне часто встречаются вместе в составе естественных насаждений. С заготовкой семян и выращиванием посадочного материала обеих древесных пород проблем не бывает. Предлагаемый способ выращивания смешанных культур требует минимальных материальных затрат. Он позволит вырастить высокопродуктивные устойчивые долговечные искусственные дендроценозы, имеющие многоцелевое значение (ценная хвоя и древесина, долговечная лесосеменная база сбора товарного (семенного) кедрового ореха, в пригородных лесах – рекреационное значение). За счет зоофауны подрост кедр будет появляться далеко за пределами лесокультурных участков, обогащая видовой состав близлежащих лесов. Способ может быть успешно применен в зоне ареала кедр, где существует угроза его потравы дикими животными. Полученные результаты рекомендуется использовать при разработке стратегий по сохранению лесных ресурсов и увеличению биоразнообразия вне зоны ареала кедр. На новый способ выращивания смешанных культур кедр сибирского с елью сибирской получен патент [6].

Предлагаемый способ предусматривает следующее:

1. Культуры кедр с елью создают в еловых типах леса (чистых ельниках и смешанных с другими лесообразующими породами). Режим увлажнения почв – свежие, периодически сухие, устойчиво свежие, свежие периодически влажные. Смешение культур ели с кедром должно быть только в рядах по центру минерализованных полос, дну борозд, гряд. Ширина междурядий культур – 4–5 м. Размещение био групп – близкое к шахматному. Посадка кедр сближенными рядами в оба пласта плугов ПЛ-1, ПЛП-135 не допускается.

5. При прочистке (в конце 2-го десятилетия) полностью удаляют теми же способами вновь возобновившиеся естественные деревья. Затем вырубает с обеих сторон от каждой био группы смежные ели с односторонней кроной и дополнительно изреживают ель в рядах. Валка ели должна быть вдоль рядов, без задевания био группы с кедром, а трелевка спиленных деревьев – строго по центру между рядами. Одновременно в био группах изреживают кедры, оставляя 1–2 здоровых дерева с высотой ствола не менее 3,5 м и симметричным расположением кроны. В результате этих двух приемов рубок ухода создаются благоприятные экологические условия для роста и развития надземной части и корневой системы кедров, что позволит им быстрее вступить в фазу семеношения.

6. Прореживание необходимо в конце 3-го десятилетия, его целью является сплошное удаление вновь появившегося естественного возобновления и рубка смежных елей с обеих сторон от био групп кедра, а также изреживание оставшейся ели в рядах. Одновременно выполняют изреживание кедра в тех био группах, где его ранее не проводили. Оставляют 1–2 лучших дерева. Расстояние между кронами кедров и ближайшими елями должно быть не менее 3 м. Отсутствие затенения елью кроны кедра обеспечит равномерное развитие последней во всех направлениях и более ранний срок начала образования репродуктивных органов кедра (шишек и кедровых орешков). В это же время необходимо провести равномерное изреживание ели в защитных рядах (полосах) по периметру участка.

Заключение

Изучение 26-летних смешанных кедрово-еловых культур показало их высокую сохранность (для ели – 78 % от исходной густоты, для кедра – 76 %) – 885 шт./га, в т. ч. без повреждения стволика – 790 шт./га. Количество поврежденных лосями био групп кедра (по 2–5 растений в каждой) между био группами ели незначительно – 18 % от общего числа. Наибольшая степень повреждения кедра дикими животными отмечена в био группах с 4–5 деревьями или при частом чередовании био групп.

Основные морфометрические показатели ели: высота и диаметр ствола, проекция кроны – превышают эти показатели у кедра в 1,5–3 раза, что обусловлено расположением 2/3 кедров (около 500 шт./га) в кронах елей, смежных с био группой кедра. Своим пологом ель закрывает кедр, но без своевременных рубок ухода угнетает его, сдерживая рост осевого побега и кроны.

Результаты, полученные по данному участку, а также наши предыдущие многолетние исследования кедра сибирского в чистых и смешанных культурах на территории лесной зоны позволяют предложить новый способ создания и выращивания данного вида в смешанных культурах с елью сибирской при минимизации воздействия диких животных на высокоценную породу. На этот способ получен патент. Он предусматривает новую схему смешения кедра с елью в рядах, совершенно другой подход (сроки, методы) к проведению лесоводственных мероприятий. В целях уменьшения проникновения животных на участок вокруг него (по всему периметру) создают защитную полосу из 3 рядов чистой ели с укороченным шагом посадки сеянцев. Чтобы обеспечить после рубок ухода равномерное (близкое к шахматному) расположение кедров, при закладке культур ряды

кедра с елью размещают по всей территории участка строго через определенные расстояния (4–5 м). Соблюдение этих требований создает благоприятные условия для роста ствола и кроны ценной породы, ее стабильного семеношения и максимальной урожайности кедрового ореха. Данный способ выращивания кедра сибирского с елью сибирской может быть использован во всей зоне, где выращивают кедр сибирский в культурах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Данченко А.М., Бех И.А. Перспективы освобождения кедрового подростка из-под полога других пород // Вестн. ТГУ. Сер.: Биология. 2010. № 1(9). С. 68–77.
Danchenko A.M., Beh I.A. Outlooks of Siberian Stone Pine Undergrowth Liberation Cuttings from Various Tree Canopy. *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Biologiya* = Tomsk State University Journal of Biology, 2010, no. 1(9), pp. 68–77. (In Russ.).
2. Залесов С.В., Секерин Е.М., Платонов Е.П. Анализ распространения сосны кедровой сибирской по территории Свердловской области // Современ. проблемы науки и образования. 2014. № 5. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14907> (дата обращения: 26.04.22).
Zalesov S.V., Sekerin E.M., Platonov E.P. Analysis of the Propagation of Siberian Stone Pine (*Pinus sibirica* Du Tour) in Sverdlovsk Region. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = Modern Problems of Science and Education, 2014, no. 5. (In Russ.).
3. Кирсанов В.А. Биолого-экологическая характеристика кедра сибирского как главного лесообразователя сибирских кедровых лесов // Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири: сб. науч. тр. ИЭРиЖ / отв. ред. Р.С. Зубарева, В.А. Кирсанов. Свердловск, 1981. С. 3–12.
Kirsanov V.A. Biological and Ecological Characteristics of Siberian Stone Pine as the Main Dorester of Siberian Cedar Forests. *Reproduction of Cedar Forests in the Urals and Western Siberia*. Sverdlovsk, 1981, pp. 3–12. (In Russ.).
4. Корзухин М.Д., Тер-Микаэлян М.Г. Конкуренция за свет и динамика модельных особей, независимо распределенных по плоскости // Проблемы экологического мониторинга и моделирование экосистем. Л.: Гидрометеоздат, 1982. Т. 5. С. 242–248.
Korzukhin M.D., Ter-Mikaelyan M.G. Competition for Light and Dynamics of Model Individuals Independently Distributed over a Plane. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovanie ekosistem* = Problems in Ecological Monitoring and Ecosystem Modeling. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1982, vol. 5, pp. 242–248. (In Russ.).
5. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практ. рук. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.
Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov E.P. *Forest-Growing Conditions and Types of Forest in the Sverdlovsk Region: a Practical Guide*. Sverdlovsk, USC USSR Academy of Sciences, 1973. 176 p. (In Russ.).
6. Патент РФ 2770476 С1, СПК А01G23/00. Способ создания смешанных культур кедра в условиях повреждаемости дикими животными: № 2021129644: заявл. 12.10.2021: опубл. 18.04.2022 / Г.Г. Терехов, Е.М. Андреева, С.К. Стеценко.
Terekhov G.G., Andreeva E.M., Stetsenko S.K. *Method for Cultivating Siberian Stone Pine Mixed Plantations Under Wild Animal Damage Conditions*. Patent RF, no. СПК А01G23/00. С1, 2022. (In Russ.).
7. Петухов Н.В., Нефедов А.А., Лобанов Н.А., Зотов Л.Н., Софронов Б.И. Основные положения организации и ведения лесного хозяйства Свердловской области. Екатеринбург, 1995. 525 с.

Petukhov N.V., Nefedov A.A., Lobanov N.A., Zotov L.N., Sofronov B.I. *Basic Provisions for Organizing and Maintaining Forestry in the Sverdlovsk Region*. Ekaterinburg, 1995. 525 p. (In Russ.).

8. Савин В.В., Белов Л.А., Залесов С.В., Шубин Д.А. Повреждаемость лесных культур лосями в Западно-Сибирском подтаежном лесном районе Алтайского края // Изв. Оренбург. ГАУ. 2017. № 1(63). С. 46–49.

Savin V.V., Belov L.A., Zalesov S.V., Shubin D.A. Damage of Forest Plantations by Moose in the West Siberian Subtaiga Forest District of the Altai Territory. *Izvestiya Orenburgskogo agrarnogo universiteta* = Proceedings of Orenburg State Agrarian University, 2017, no. 1(63), pp. 46–49. (In Russ.).

9. Савин В.В., Зарипов Ю.В., Белов Л.А., Залесова Е.С., Шубин Д.А. Влияние лося и косули на сохранность лесных культур сосны и ели // Аграр. вестн. Урала. 2017. № 9(163). С. 52–57.

Savin V.V., Zaripov Yu.V., Belov L.A., Zalesova E.S., Shubin D.A. Effect of Elk and Roe on Forest Cultures of Pine and Spruce Conservation. *Agrarnyy vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals, 2017, no. 9(163), pp. 52–57. (In Russ.).

10. Судачкова Н.Е., Расторгуева Е.Я., Коловский Р.А. Физиология подроста кедра: Исследования в кедровнике Западного Саяна. М.: Наука, 1967. 123 с.

Sudachkova N.E., Rastorgueva E.Ya., Kolovsky R.A. *Physiology of Cedar Undergrowth*. Moscow, Nauka Publ., 1967. 123 p. (In Russ.).

11. Танцырев Н.В., Андреев Г.В. Влияние конкуренции древостоя на возобновление и рост подроста кедра сибирского в березняке // Вестн. ПГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2021. № 2(50). С. 13–22.

Tantsyrev N.V., Andreev G.V. The Effect of Stand Competition on the Regeneration and Growth of Siberian Stone Pine Undergrowth in Birch Forest. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie* = Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management, 2021, no. 2(50), pp. 13–22. (In Russ.).

12. Терехов Г.Г., Андреева Е.М., Стеценко С.К. Оценка культур кедра сибирского в конце первого класса возраста // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 6. С. 56–68.

Terekhov G.G., Andreeva E.M., Stetsenko S.K. Evaluation of Siberian Stone Pine Plantations at the End of the First Age Class. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2021, no. 6, pp. 56–68. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2021-6-56-68>

13. Терехов Г.Г., Стеценко С.К., Андреева Е.М., Крюк В.И., Луганский В.Н. Особенности формирования чистых и смешанных культур кедра сибирского с сосной обыкновенной и елью сибирской на Среднем Урале // Лесотехн. журн. 2018. Т. 8, № 2(30). С. 95–104.

Terekhov G.G., Stetsenko S.K., Andreeva E.M., Kryuk V.I., Lugansky V.N. Peculiarities of Formation of Clean and Mixed Plantations of Siberian Cedar with Scots Pine and Siberian Spruce on Middle Urals. *Lesotekhnicheskyy zhurnal* = Forestry Engineering Journal, 2018, vol. 8, no. 2(30), pp. 95–104. (In Russ.). https://doi.org/10.12737/article_5b24060e034156.02757256

14. Терехов Г.Г., Усольцев В.А., Луганский Н.А., Колтунова А.И. Состояние и рост культур кедра сибирского в подзоне южной тайги Среднего Урала // Изв. Оренбург. ГАУ. 2015. № 2(52). С. 13–16.

Terekhov G.G., Usoltsev V.A., Lugansky N.A., Koltunova A.I. The Siberian Pine Trees State and Growth in the South Taiga Subzone of Middle Urals. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Proceedings of Orenburg State Agrarian University, 2015, no. 2(52), pp. 13–16. (In Russ.).

15. Eberhard J. Zur Frage der Naturverjungung von *Pinus Cembra* ssp. *Sibirica* in der Unteren Bergzone des Altai im Gebiet des Telezker Sees. *Archi Forstwesen*, 1966, Bd. 15, Nr. 5-6, pp. 617–628.

16. Farjon A. A Handbook of the World's Conifers. The Netherlands, Leiden, Brill Publ., 2010, vol. 2. 1111 p. <https://doi.org/10.1163/9789047430629>

17. Guangyi Z., Aiju H., Chuntain Y. Determination About Northwestern Area Limit of *Pinus koraiensis* and the Geographic Occurrence of *Pinus sibirica*. *Journal of Northeast Forestry University*, 1991, vol. 2, no. 1, pp. 42–47. <https://doi.org/10.1007/BF02874790>

18. Pukkala T. Methods to Describe the Competition Process in a Tree Stand. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1989, vol. 4, iss. 1, pp. 187–202. <https://doi.org/10.1080/02827588909382557>

19. Wang C. *Study on the Introduction and Seed Origin Experiment of Pinus sibirica*. Thesis for M.S. Northeast Forestry University, 2011, pp. 1–7.

20. Wolff R.L., Pedrono F., Pasquier E., Marpeau A.M. General Characteristics of *Pinus* spp. Seed Fatty Acid Compositions, and Importance of 5-Olefinic Acids in the Taxonomy and Phylogeny of the Genus. *Lipids*, 2000, vol. 35, no. 1, pp. 1–22. <https://doi.org/10.1007/s11745-000-0489-y>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest