

УДК 630+631.524

АДАПТАЦИЯ КЕДРОВЫХ СОСЕН *Pinus sibirica* DU TOUR И *Pinus koraiensis* SIEBOLD ET ZUCC. К РАЗЛИЧНЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ В МЕСТАХ ИХ ТЕСТИРОВАНИЯ

Г. В. Кузнецова¹, В. С. Грек²

¹ Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

² Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства
680020, Хабаровск, ул. Волочаевская, 71

E-mail: galva@ksc.krasn.ru, grekviktors@mail.ru

Поступила в редакцию 23.03.2016 г.

С помощью фенотипических и анатомо-морфологических признаков изучены географические культуры кедра сибирского и кедра корейского в двух пунктах тестирования – на юге Красноярского края и в Хабаровском крае. В обоих пунктах отмечена высокая сохранность (до 80 %) потомства всех климатипов кедровых сосен в 5-летнем возрасте. В 20-летнем возрасте в географических культурах в Хабаровском крае наблюдалась большая элиминация деревьев потомства кедра как сибирского, так и корейского. В пункте тестирования в Хабаровском крае выявлена большая охвоенность побегов у кедровых сосен, особенно побегов деревьев потомства кедра сибирского, как результат сильного увлажнения в весенний период. Экспериментально показано, что сохранность географических культур в Хабаровском крае обусловлена, главным образом, условиями их произрастания на лесокультурной площади. По результатам исследований радиального роста в местах тестирования на данном этапе исследований выявлено сложное, разнонаправленное влияние различных климатических факторов на ширину годовых колец (ШГК), зависящее также от тестируемого климатипа и пункта испытания. Проведенный корреляционный анализ индексов ШГК у климатипов кедровых сосен с температурой и осадками в местах тестирования выявил высокую отрицательную корреляцию ШГК у кедра сибирского с осадками мая в Хабаровском крае, а также отставание в росте и формирование узких колец по сравнению с таковыми в оптимальных условиях Красноярского края.

Ключевые слова: адаптация, кедровые сосны, климатипы, сохранность, хвоя, ширина годовичного кольца, Красноярский край, Хабаровский край.

DOI: 10.15372/SJFS20160506

ВВЕДЕНИЕ

Уникальностью географических культур, зародившихся как метод для решения проблем лесного семеноводства, является широта возможностей многостороннего исследования. В последние годы изучение роста и устойчивости климатипов хвойных в географических культурах и в целом географической изменчивости определило новые возможности и задачи данных исследований. Огромный экспериментальный материал по изучению географиче-

ских культур древесных видов свидетельствует о генетической разнокачественности их по адаптационным способностям к неблагоприятным климатическим факторам (Смаглюк и др., 1977; Хохрин, 1981; Штейникова, Ковалева, 1982; Мерзленко, Мельник, 1995; Романова и др., 1996; Грек, Корякин, 1999; Ирошников, Твеленев, 1999; Братилова, 2004; Наквасина, Гвоздухина, 2005; Кузнецова, 2007, 2010 и др.). У отдельных географических популяций обнаружены четкая приспособляемость к местному природному типу динамики метеорологических

факторов и явное снижение продуктивности и устойчивости в случае перемещения в другой регион с заметным отличием. И чем больше отличия, тем заметнее это снижение. Характер изменения природно-климатических факторов обуславливает всю специфику адаптации растений к новым условиям существования, влияет на их внутривидовую гетерогенность по физиолого-биохимическим и продукционным особенностям. Поэтому оценка особенностей адаптации растений в условиях необычных для них сочетаний климата, почвы и других факторов среды является центральной проблемой интродукции растений вообще.

Цель данной работы – изучение адаптации, выявление биотических свойств кедровых сосен, созданных в регионах Азиатской России, отличающихся по климатическим и средовым факторам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на экспериментальных объектах географических культур кедровых сосен (кедра сибирского *Pinus sibirica* Du Tour и кедра корейского *Pinus koraiensis* Siebold et. Zucc.), созданных на юге Красноярского края и в Хабаровском крае по единой программе (Изучение..., 1972).

Пункт тестирования на юге Красноярского края (Ермаковское лесничество) находится в условиях оптимума произрастания сибирского кедра в предгорье Западного Саяна, в Западно-Саянском округе горно-таежных и подгольцово-таежных кедровых лесов Северной Алтае-Саянской горной лесорастительной провинции пихтовых и кедровых лесов (Назимова, 1980) на высоте 500 м над ур. м. Среднегодовая температура января -18.5°C , июля $+18.8^{\circ}\text{C}$. Климат влажный. Средняя продолжительность вегетационного периода 144 дня, сумма $t > 5^{\circ}\text{C}$ 1851, годовое количество осадков 805 мм. Средняя продолжительность безморозного периода 90 дней. Географические культуры кедровых сосен созданы в 1983 г. под руководством А. И. Ирошникова. В создании принимали участие Н. А. Ларионова и Г. В. Кузнецова. Географические культуры заложены путем посадки 3-летних саженцев кедра сибирского и 6-летних саженцев кедра корейского. Густота посадки – из расчета 10 тыс. саженцев на 1 га с размещением 1.5×0.7 м, потомство каждого климатипа занимает один блок в трех повторностях.

Пункт тестирования в Хабаровском крае (Хехцирское лесничество) находится на северной оконечности хр. Большой Хехцир в зоне хвойно-широколиственных лесов Приамурско-Приморского хвойно-широколиственного района на высоте 110–120 м над ур. м. Среднегодовая температура января -21.6°C , июля $+21.1^{\circ}\text{C}$ (Петров и др., 2000). Климат территории относится к южной части муссонной лесной области умеренного пояса (Амуро-Уссурийский климатический район). Средняя продолжительность вегетационного периода 160–180 дней, сумма $t > 5^{\circ}\text{C}$ 2500–2700, годовое количество осадков 600–670 мм. Средняя продолжительность безморозного периода 141 день. Географические культуры кедровых сосен созданы в 1977 г. путем посадки трехлетних саженцев кедра сибирского и кедра корейского разных климатипов. Посадка саженцев географических культур выполнялась вручную в борозды. Густота посадки – из расчета 10 тыс. саженцев на 1 га с размещением 1.5×0.7 м, потомство каждого климатипа занимает один блок в трех повторностях.

Кедровые сосны представлены климатипом кедра сибирского ермаковский (Красноярский край) и двумя климатипами кедра корейского: облученский (Еврейская автономная область, далее ЕАО) и чугуевский (Приморский край).

Биометрические показатели и учет сохранности в географических культурах проводили в соответствии с методикой ВНИИЛМ (Изучение..., 1972), замеры высот – у 50 деревьев в каждой повторности каждого климатипа. При измерении высот деревьев до 4 м использовали мерные шести, выше 4 м – высотомер Блюме-Лейсса. Во всех повторностях каждого варианта обследовали и пересчитывали все растения. Сохранность определяли как отношение (%) количества сохранившихся живых растений к общему числу высаженных.

Ширину годичных колец (ШГК) индексировали для каждой индивидуальной хронологии путем деления измеренного значения ШГК на теоретическое. Детально процедура математической обработки данных изложена в работе Cook et al. (1990). Удаление возрастного тренда, расчет индексированных значений ШГК проводили при помощи программы ARSTAN (Holmes, 1983). Расчет коэффициентов корреляции индексов ШГК с температурой и осадками проводили в программе Statistica 8.0 (Боровиков, 2001), при этом использовали индексированные значения остаточных хронологий, у которых удалены автокорреляция и возрастная тренд.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для оценки адаптации и выявления биотических свойств кедровых сосен в местах их тестирования проведены наблюдения за ростом и характером их развития в условиях необычных для них сочетаний климата и почв.

В пунктах тестирования оценили фенотипические признаки роста и сохранность испытываемых климатипов кедровых сосен. Данные исследований показали высокую сохранность (до 80 %) потомства всех климатипов кедровых сосен в 5-летнем возрасте (рис. 1, а, б).

В Хабаровском крае в 20-летнем возрасте наблюдалась большая элиминация деревьев потомства кедра как сибирского, так и корейского. Сохранность потомства климатипов кедра корейского к 2014 г. составляла от 15 до 21 %, а кедра сибирского – 11 % (см. рис. 1, б).

Доля отпада деревьев кедра корейского достигала 85 %, а кедра сибирского – 89 %. Экспериментально установлено, что важный фактор усыхания географических культур на данном участке – периодически избыточное застойное увлажнение в подножии пологого склона. Особенно это наблюдается в период муссонных дождей, характерных для Хабаровского края, и весеннего таяния снега. В данном эксперименте выявлено, что сохранность географических культур в Хабаровском крае не связана с происхождением семян, а обусловлена условиями их произрастания на лесокультурной площади.

Из важных показателей, характеризующих устойчивость потомства разного происхождения в местах тестирования, изучены основные параметры роста деревьев в возрасте 40 лет. Полученные данные показали, что потомство климатипа кедра сибирского в Хабаровском крае

значительно уступает по высоте потомству кедра сибирского в месте его испытания в Красноярском крае (см. таблицу).

Это связано с разным режимом тепловых условий в пределах произрастания каждого вида кедровых сосен, к которым они адаптировались в процессе длительной эволюции. Кедр сибирский, произрастая в искусственных фитоценозах в Хабаровском крае, вынужден адаптироваться к условиям окружающей среды. Установлено, что для начала роста побегов кедру сибирскому требуется в среднем 107 °С среднесуточных эффективных положительных температур, а кедру корейскому – не менее 154 °С. Так как для начала роста побегов кедру сибирскому в Хабаровском крае требуется меньшая сумма среднесуточных положительных температур, чем кедру корейскому, в данном месте испытания кедр сибирский раньше начинает и заканчивает первичный рост и рано образует вторичный рост побегов.

Проведенный корреляционный анализ (Кузнецова, 2010) зависимости ростовых показателей климатипов кедра сибирского от климатических факторов выявил прямую связь высоты с суммой температур выше 5 °С ($r = 0.86$) и продолжительностью вегетационного периода ($r = 0.84$), прироста – с суммой температур выше 5 °С ($r = 0.81$).

Друг от друга климатипы кедра корейского по ходу роста по высоте, диаметру ствола и кроны в обоих пунктах тестирования не отличаются. Материнские деревья кедра корейского произрастают в условиях континентального климата с низкими температурами воздуха зимой и высокими летом (рис. 2), тем не менее в оптимальных для кедра сибирского условиях (юг Красноярского края) по ростовым показателям оба климатипа кедра корейского не уступа-

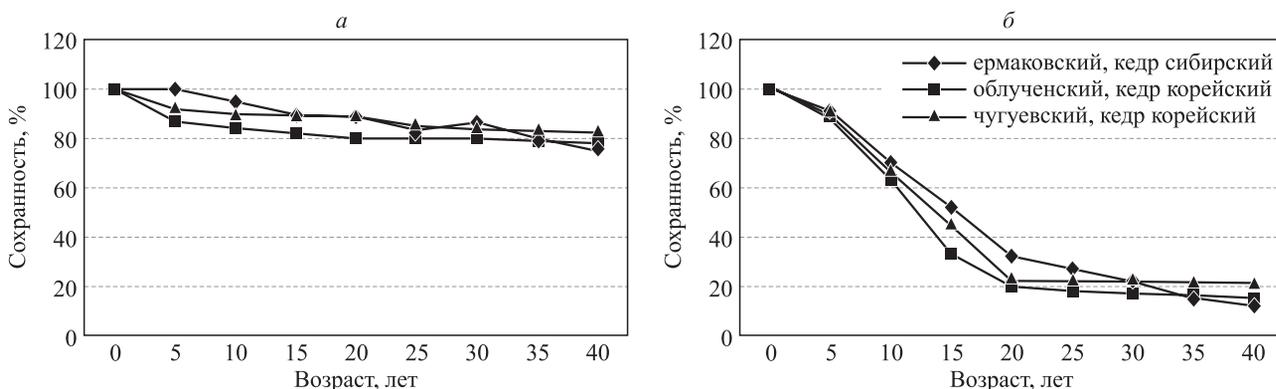


Рис. 1. Изменение сохранности с возрастом у климатипов кедровых сосен в Красноярском (а) и Хабаровском (б) краях.

Сравнительная характеристика роста кедров сибирского и кедров корейского в пунктах тестирования (2014 г.)

Регион, климатип, вид	Высота, м	Диаметр, см	Текущий прирост в высоту, см	Диаметр кроны, м	Длина хвои, см	Охвоенность, шт./см
<i>Красноярский край</i>						
Красноярский, ермаковский, кедр сибирский	9.6±0.32	11.2±0.22	38.0±1.49	2.5±0.16	8.7±0.25	3.6
ЕАО, облученский, кедр корейский	11.2±0.37	12.6±0.25	48.5±1.41	3.0±0.24	10.2±0.30	3.0
Приморский, чугуевский, кедр корейский	8.5±0.28	13.0±0.26	48.0±1.42	4.7±0.13	10.7±0.21	3.6
<i>Хабаровский край</i>						
Красноярский, ермаковский, кедр сибирский	6.6±0.19	10.9±0.30	9.6±0.36	2.1±0.13	8.1±0.05	6.4
ЕАО, облученский, кедр корейский	10.3±0.31	13.5±0.50	24.5±0.92	3.3±0.16	9.7±0.08	5.4
Приморский, чугуевский, кедр корейский	9.5±0.27	11.9±0.32	21.7±0.49	3.1±0.14	10.6±0.08	4.3

ют местному кедров сибирскому и превосходят по приросту климатипы кедров корейского в Хабаровском крае (см. таблицу).

Рост хвои как наследственно обусловленный признак также важен для оценки адаптационных возможностей кедровых сосен в местах тестирования. Нами изучены показатели развития ассимиляционного аппарата (длина хвои и охвоенность) у потомства климатипов кедровых сосен в пунктах тестирования.

Географическое местоположение древостоя накладывает свой отпечаток на процессы роста, определяющие размеры хвои. Имеется общая тенденция изменения средней длины хвои

и числа хвоинок на побегах с запада на восток и с юга на север. В этих направлениях длина хвои уменьшается, а число хвоинок увеличивается в 2 раза (Кузьмин и др., 2004). Образцы кедров сибирского в обоих пунктах не отличаются по длине хвои, но у потомства климатипов кедров корейского в пункте тестирования в Красноярском крае хвоя длиннее, чем в Хабаровском крае (см. таблицу). Рост и развитие хвои у кедровых сосен зависят от погодных условий и температуры (Некрасова, 1972). Выявлено, что климатические условия в пункте испытания в Красноярском крае оказались благоприятны для роста хвои у потомства кедров корейского.

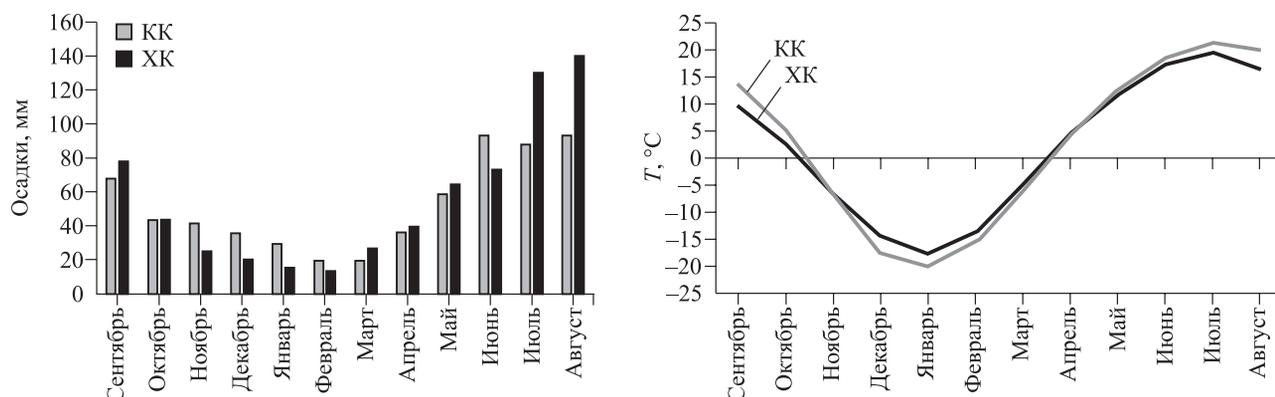


Рис. 2. Динамика среднемесячных данных по температуре (линии) и осадкам (столбцы) за период 1990–2012 гг. в местах тестирования Красноярского (КК) и Хабаровского (ХК) краев. Годы взяты с максимальным влиянием климатических показателей на ширину годичного кольца.

Изучение охвоенности, как и размеров хвои, имеет важное значение для выявления особенностей адаптации кедра. Охвоенность побегов часто используют в качестве диагностического признака в экологии хвойных (Мамаев, 1973). У сосны и кедра количество хвои на побегах зависит от условий минерального питания, освещения и увеличивается с повышением трофности почв. Интенсивность охвоения тесно связана с размерами хвои. Эта зависимость носит обратный характер: на побегах с большим количеством хвои длина ее наименьшая. Изменение условий произрастания, усиление приспособительных реакций в процессе адаптации потомства кедровых сосен вызвали усиленное охвоение. Так, в Хабаровском крае отмечена большая охвоенность побегов у кедровых сосен, особенно на побегах деревьев потомства кедра сибирского (см. таблицу). Большая охвоенность на побегах деревьев климатипа кедра сибирского и климатипов кедра корейского в пункте тестирования в Хабаровском крае – результат избыточного увлажнения данного пункта испытания в весенний период роста в мае–июне.

Ростовые процессы у климатипов в течение длительного промежутка времени в пунктах их тестирования изучали по ШГК. В результате проведенных исследований выявлена погодичная изменчивость ШГК у кедра сибирского и климатипов кедра корейского в пунктах тестирования (Kuznetsova et al., 2014; Кузнецова и др., 2014) (рис. 3, а, б).

Выявлено положительное влияние условий среды на ШГК у кедра корейского на юге Красноярского края и отрицательное – на ШГК у кедра сибирского в Хабаровском крае. Для оценки

адаптационных свойств радиального роста проведен корреляционный анализ индексов ШГК у климатипов кедровых сосен с температурой и осадками в местах тестирования.

Корреляционный анализ позволил выявить, что потомство кедра сибирского ермаковского климатипа, произрастающее в Красноярском крае, положительно реагирует на температуру августа (рис. 4, а). У того же самого потомства кедра сибирского в Хабаровском крае подобная корреляция отсутствует (рис. 4, б).

Будучи приспособленным к условиям произрастания, кедр сибирский чувствует себя более комфортно в месте своего естественного произрастания в пункте тестирования в Красноярском крае, результат чего – положительная корреляция с температурой летнего периода, который немного прохладнее, чем в Хабаровском крае.

Именно для августа характерна наибольшая разница (3.5 °C) в среднемесячной температуре между пунктами тестирования в Хабаровском и Красноярском краях (см. рис. 2). В пункте тестирования в Красноярском крае температура ниже, чем в Хабаровском крае, тогда как в другие летние месяцы разница в температуре составляет всего лишь 1–2 °C.

У потомства климатипов кедра корейского, произрастающего в Ермаковском районе Красноярского края, наблюдается отрицательная корреляция с осадками зимнего периода текущего года роста, а у кедра сибирского – с осадками ноября прошлого года (см. рис. 4, а). В то же время у потомства климатипов кедра корейского в Хабаровском крае нет такой корреляции, что объясняется разницей в количестве осадков зимнего периода (толщине снежного покрова)

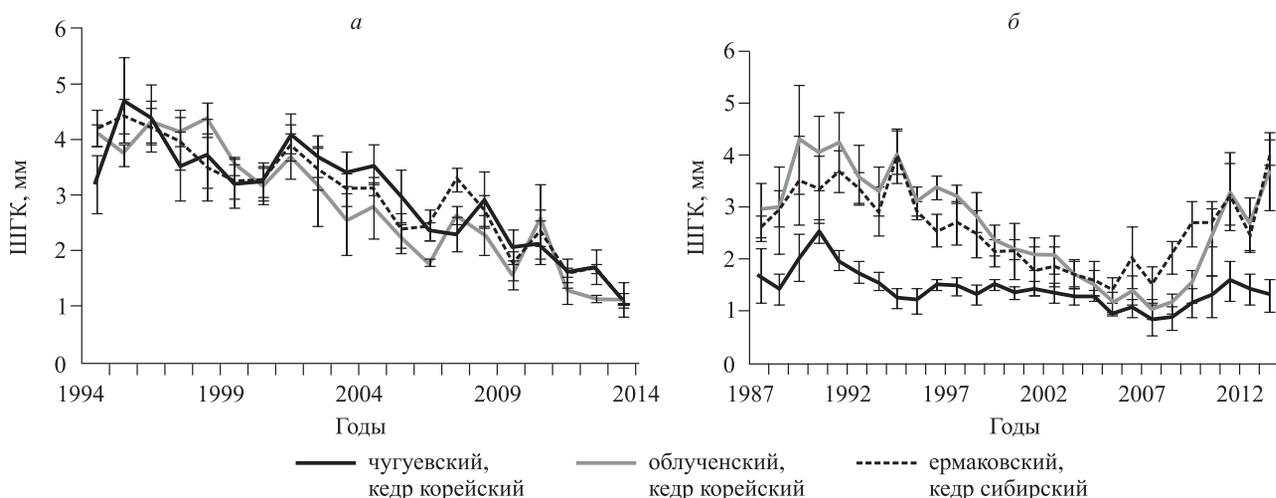


Рис. 3. Погодичная изменчивость ширины годичного кольца у кедровых сосен на юге Красноярского края (а) и в Хабаровском крае (б).

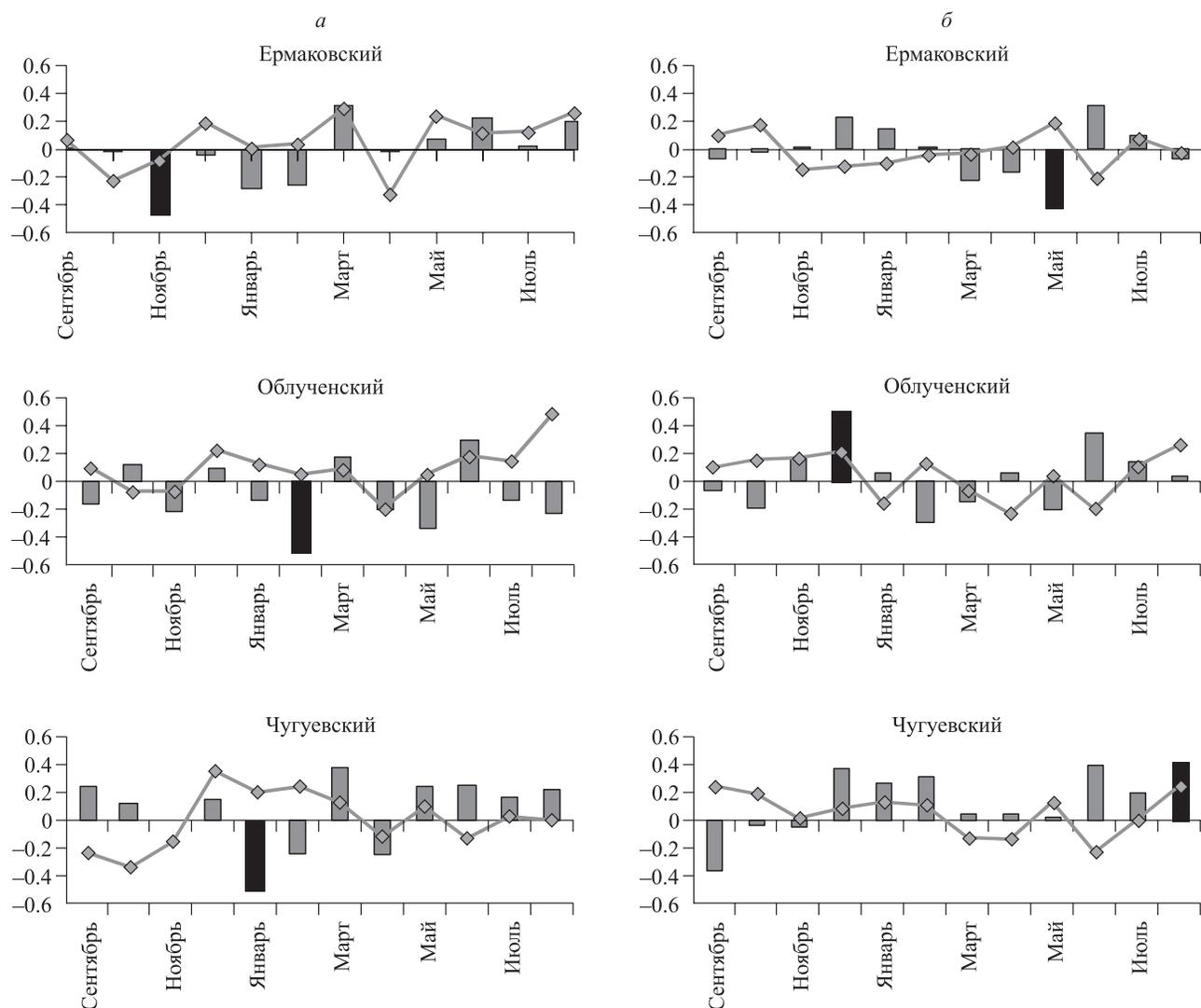


Рис. 4. Коэффициенты корреляции индексов ШГК с температурой (линии) и осадками (столбики) у кедра сибирского (ермаковский) и климатипов кедра корейского (облученский, чугуевский), произрастающих в Ермаковском районе Красноярского края (а) и в Хабаровском крае (б) (данные за сентябрь и ноябрь предыдущего года).

между исследуемыми регионами (см. рис. 4, б). Согласно среднемесячным данным об осадках, полученным за исследуемый период роста, за ноябрь–февраль в Красноярском крае их выпало существенно больше, чем в исследуемом регионе Хабаровского края (см. рис. 2). Высокий снежный покров удлиняет время оттаивания почвы, и в результате в годы с обильными осадками, выпадающими в зимние месяцы, у деревьев формируются узкие кольца. В пункте тестирования в Хабаровском крае отмечена положительная связь ШГК у деревьев кедра корейского чугуевского климатипа с осадками августа, что отражает генотипическую обусловленность этого признака (см. рис. 4, б). Август характеризуется наибольшим по сравнению с другими месяцами количеством осадков в исследуемом регионе (см. рис. 2).

В Хабаровском крае, по нашим данным, выявлена отрицательная корреляция ШГК у кедра сибирского с осадками мая, что показывает его реакцию на неблагоприятные для него условия роста (низина, куда стекают все тающие осадки, выпавшие за весь предшествующий период роста). Большое количество осадков приводит также к подъему грунтовых вод, что обуславливает замедление ростовых процессов и формирование узких колец у кедра сибирского.

Фенологические явления служат наиболее важным средством для оценки особенностей адаптации растений при интродукции их в различные ботанико-географические зоны. Проведенные фенологические исследования в обоих пунктах тестирования показали, что кедровым соснам, как и другим растениям, свойственна межвидовая фенологическая гетерогенность,

одни и те же фенологические фазы у кедра сибирского и кедра корейского проходят в разные сроки. Сроки наступления и продолжительность той или иной фенофазы у разных видов кедровых сосен, как и у других растений с большим ареалом, во многом обусловлены долготой, широтой и высотой над уровнем моря места их происхождения, а также взаимодействием генетических особенностей вида и факторов среды. У особой кедра корейского наступление фенологических фаз отстает на 7–8 дней от таковых кедра сибирского (Кузнецова, Череповский, 1998). Поэтому кедр сибирский, начиная вегетацию раньше кедра корейского, в условиях юга Хабаровского края больше подвержен влиянию неблагоприятных климатических факторов, в данном случае избыточным осадкам, негативно влияющим на радиальный рост деревьев.

ВЫВОДЫ

1. В данном эксперименте выявлено, что сохранность географических культур в Хабаровском крае определяется главным образом неблагоприятными условиями конкретной лесокультурной площади.

2. Потомство климатипа кедра сибирского в Хабаровском крае значительно уступает по высоте потомству кедра сибирского в месте его происхождения и испытания в Красноярском крае. Климатипы кедра корейского в обоих пунктах тестирования по ходу роста, высоте, диаметру ствола и кроны не отличаются.

3. Изменение условий произрастания, усиление приспособительных реакций в процессе адаптации потомства кедра сибирского вызвали усиленное охвоение. Большая охвоенность на побегах деревьев климатипа кедра сибирского и климатипов кедра корейского в пункте тестирования в Хабаровском крае обусловлена избыточным увлажнением данного пункта испытания.

4. По результатам исследований радиального роста в местах тестирования на данном этапе исследований выявлено разнонаправленное влияние различных факторов среды, зависящее также от испытываемого вида.

5. Проведенный сравнительный анализ фенотипических и анатомо-морфологических признаков кедровых сосен в пунктах тестирования в Красноярском и Хабаровском краях выявил более высокую адаптивную устойчивость потомства климатипов кедра корейского при его интродукции по сравнению с потомством кедра сибирского.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 13-04-01671).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Боровиков В. В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. СПб.: Питер, 2001. 656 с.
- Братилова Н. П. Адаптационная способность кедра корейского на юге Средней Сибири // Лесн. хоз-во. 2004. № 5. С. 28–29.
- Грек В. С., Корякин В. Н. Мониторинг географических насаждений кедра корейского и кедра сибирского в Хехцирском опытном лесхозе // Леса и лесообразовательный процесс на Дальнем Востоке: мат-лы Междунар. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения чл.-кор. РАН Б. П. Колесникова, 23–25 авг. 1999 г. Владивосток: Биол. почв. ин-т ДВО РАН, 1999. С. 144–145.
- Изучение имеющихся и создание новых географических культур. Программа и методика работ. М.: ВНИИЛМ, 1972. 52 с.
- Ирошников А. И., Твеленев М. В. Итоги и перспективы интродукции сосны кедровой корейской // Леса и лесообразовательный процесс на Дальнем Востоке: мат-лы Междунар. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения чл.-кор. РАН Б. П. Колесникова, 23–25 авг. 1999 г. Владивосток: Биол. почв. ин-т ДВО РАН, 1999. С. 101–102.
- Кузнецова Г. В. Изучение изменчивости у климатипов кедра сибирского *Pinus sibirica* Du Tour на юге Красноярского края // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. 24. № 4–5. С. 423–426.
- Кузнецова Г. В. Рост, состояние и развитие кедровых сосен в географических культурах на юге Красноярского края // Хвойные бореальной зоны. 2010. Т. 27. № 1–2. С. 102–107.
- Кузнецова Г. В., Дарикова Ю. А., Грек В. С. Адаптационные признаки роста кедровых сосен *Pinus sibirica* Du Tour, *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc. в искусственных фитоценозах // Лесные биогеноценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика: мат-лы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 70-летию создания Ин-та леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 16–19 сент., 2014 г., Красноярск. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. С. 555–557.
- Кузнецова Г. В., Череповский Ю. А. Фенологические особенности кедра сибирского и кедра корейского в географических культурах // Реконструкция гомеостаза: мат-лы IX Междунар. симп. 16–20 марта 1998 г. Красноярск, 1998. Т. 2. С. 82–85.

- Кузьмин С. Р., Кузьмина Н. А., Милютин Л. И., Муратова Е. Н. Внутривидовая изменчивость морфологических признаков хвои у сосны обыкновенной в географических культурах Приангарья // Вестн. Томск. гос. ун-та. 2004. № 10. С. 4–5.
- Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 282 с.
- Мерзленко М. Д., Мельник Л. Г. Значение географических лесных культур в сохранении биологического разнообразия древесных растений // Бюл. Разнообразие лесных экосистем: мат-лы Всерос. совещ., ноябрь 1995 г., Москва. М., 1995. С. 325–327.
- Назимова Д. И. Алтай-Саянская горная лесорастительная область // Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. С. 26–148.
- Наквасина Е. Н., Гвоздихина О. А. Оценка состояния и роста географических культур сосны и ели в Архангельской области // Проблемы лесоведения и лесоводства. Архангельск, 2005. С. 58–63.
- Некрасова Т. П. Биологические основы семеношения кедра сибирского. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1972. 273 с.
- Петров Е. С., Новороцкий П. В., Ленишин В. Т. Климат Хабаровского края и Еврейской автономной области. Владивосток–Хабаровск: Дальнаука, 2000. 174 с.
- Романова Н. В., Корякин В. Н., Грек В. С. Рост и развитие географических культур кедровых сосен в Хехцирском опытном лесном хозяйстве // Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока: мат-лы Междунар. конф., 30 сент. – 6 окт. 1996 г., Хабаровск. Хабаровск, 1996. С. 56.
- Смаглюк К. К., Ступар В. И., Судариков В. Н. Географические посевы сосны кедровой сибирской в Карпатах // Лесоведение. 1977. № 3. С. 60–70.
- Хохрин А. В. Влияние эдафических условий на рост культур кедров сибирского на Урале // Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири. Свердловск, 1981. С. 63–72.
- Штейникова В. И., Ковалева Г. Ф. Морфобиологические особенности кедров сибирского и кедров корейского различного географического происхождения в горных лесах Хабаровского края // Тр. ДальНИИЛХ. Хабаровск, 1982. Вып. 24. С. 112–119.
- Cook E. R., Briffa K. R., Shiyatov S. G., Mazepa V. S. Tree-ring standardization and growth-trend estimation // Methods of dendrochronology. Application in the Environ. Netherlands: Sci. Dordrecht, 1990. P. 104–123.
- Holmes R. L. Computer assisted quality control in tree-ring dating and measurement // Tree-Ring Bull. 1983. V. 44. P. 69–75.
- Kuznetsova G. V., Darikova Y. A., Grachev A. M. Studies of adaptive features of Siberian pine and Korean pine from provenance trial in the Asian part of Russia // Abstr. 2014 IUFRO Forest Tree Breeding Conf., Aug. 25–29, 2014. Prague: Czech Rep. Grech Univ. Prague and IUFRO, 2014. P. 55.

ADAPTATION OF STONE PINES *Pinus sibirica* DU TOUR AND *Pinus koraiensis* SIEBOLD ET ZUCC. TO VARIOUS ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE TESTING SITES

G. V. Kuznetsova¹, V. S. Grek²

¹ V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation

² Far East Forestry Research Institute
Volochnaevskaya str., 71, Khabarovsk, 680020 Russian Federation

E-mail: galva@ksc.krasn.ru, grekviktors@mail.ru

Provenance trials of *Pinus sibirica* Du Tour and *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc. (here after «studied species») were studied. In our study we assessed the growth parameters as well as anatomical and morphological parameters of the studied species corresponding to different provenances of their testing in the south of the Krasnoyarsk and Khabarovsk territories. We determined that the growth rate of trees corresponding to different provenances is determined not only by the inherited characteristics, but also by adaptation. At both experimental regions the offspring of trees corresponding to local provenance are clearly better adapted. Nevertheless, at Krasnoyarsk Krai provenance trials, we found that the phenotypic indicators and degree of preservation of the offspring of two Korean pine corresponding to Obluchensky and Chuguevsky provenances are at the same level as for the local Siberian pine. Tree rings widths have been measured for the Siberian pine corresponding to different provenances at both plantations. We conclude that at the Ermakovskoe plantation there is a positive impact of the environmental conditions on tree-ring width for Korean pine corresponding to different provenances, and in Khabarovsk Krai there is a negative impact of the environmental conditions on tree-ring width for the Siberian pine corresponding to different provenances.

Keywords: *adaptation, stone pines, climatypes, preservation, needle, tree ring widths, Krasnoyarsk Krai, Khabarovsk Krai.*

How to cite: Kuznetsova G. V., Grek V. S. Adaptation of stone pines *Pinus sibirica* Du Tour and *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc. to various environmental factors in the testing sites // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Siberian Journal of Forest Science). 2016. N. 5: 63–71 (in Russian with English abstract).