

УДК 630*165: 630*232.328.5: 630*443(571.151)

СОСТОЯНИЕ КЛОНОВЫХ ОБЪЕКТОВ КЕДРА СИБИРСКОГО *Pinus sibirica* DU TOUR РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ: СОХРАННОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ

Ю. Н. Ильичев¹, Д. Н. Шуваев^{1,2}

¹ Западно-Сибирский филиал Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН
630082, Новосибирск, ул. Жуковского, 100/1

² Российский центр защиты леса, Центр защиты леса Алтайского края
656056, Барнаул, ул. Пролетарская, 61

E-mail: yu.ilyichev2015@yandex.ru, denis.shuvaev@gmail.com

Поступила в редакцию 02.02.2016 г.

В результате многолетних исследований селекционной структуры кедровых лесов Республики Алтай выявлены наиболее продуктивные популяции и деревья сосны кедровой сибирской. На основе анализа фондовых материалов и наземной инвентаризации селекционно-генетических объектов приводятся сведения об их количестве и сохранности. В настоящее время в Республике Алтай имеется 320 плюсовых деревьев, на базе которых создано 60,9 га лесосеменных плантаций и 13,7 га архивов клонов. При этом в период 2005–2014 гг. количество плюсовых деревьев сократилось с 438 до 320 шт. Испытательные культуры плюсовых деревьев отсутствуют. По данным инвентаризации по состоянию на 2014 г. на лесосеменных плантациях и архивах клонов произрастают 4837 привитых деревьев 282 клонов, из которых 139 являются потомками плюсовых деревьев, отобранных на семеношение, 124 – на смолопродуктивность, 19 – на продуктивность и качество стволовой древесины. Все клонные объекты сконцентрированы в селекционном питомнике Телецкого лесничества площадью около 75 га. Уникальные клонные объекты кедра сибирского в Телецком лесничестве играют важнейшую роль в сохранении, изучении и рациональном использовании генофонда этой породы и нуждаются в непрерывном мониторинге их состояния и охране. В ходе визуальных лесопатологических обследований и молекулярно-генетической диагностики выявлено, что на клонных плантациях кедра сибирского развивается прогрессирующее заболевание хвои, вызванное новым для Западной Сибири крайне опасным патогеном *Dothistroma septosporum* (Dorog.) M. Morelet. В этой связи необходимо провести соответствующие санитарные мероприятия и дополнительные исследования по изучению популяционно-генетических особенностей и путей распространения данного патогена. Намечены первоочередные мероприятия по дальнейшему развитию единого генетико-селекционного комплекса кедра сибирского в Республике Алтай.

Ключевые слова: *Pinus sibirica*, *Dothistroma septosporum*, клонные объекты, состояние, перспективы селекции, сохранность.

DOI: 10.15372/SJFS20160503

ВВЕДЕНИЕ

Многие лесоводы считают сосну кедровую сибирскую *Pinus sibirica* Du Tour (далее кедр сибирский) наиболее ценной породой Сибири, поскольку кедровые леса выполняют важные биосферные функции и являются источниками ценной древесины, живицы, кедрового ореха, грибов, ягод, лекарственного сырья, ценных

промысловых зверей и птиц (Петров, 1961; Спиридонов, 1968; Некрасова, 1972; Воробьев, 1983; Крылов и др., 1983; Титов, 1995; Ильичев, 1999, 2015 и др.).

При этом некоторые исследователи полагают, что именно в Горном Алтае находится фитоценотический оптимум этого вида, имеются рефугиумы третичной флоры, в которых сформировались аутохтонные кедровники (Кумино-

ва, 1960), а низкогорные популяции могут быть центрами формообразования и резервации ценного генофонда (Ирошников, 1974).

В Республике Алтай насаждения с доминированием в их составе кедр сибирского занимают значительную часть территории. По данным литературных источников, площадь кедровых лесов варьирует в значительных пределах – от 660 до 1095 тыс. га (Крылов, 1962; Таланцев и др., 1978; Парамонов, 1979; Данченко, Бех, 2010). Основные причины расхождений заключаются, во-первых, в применении различных критериев отнесения насаждений к кедровым лесам, во-вторых, во влиянии лесопользования. Согласно Лесному плану Республики Алтай, утвержденному 17.10.2012 г., кедровые леса занимают 1102.2 тыс. га, что составляет 33.6 % по площади и 42.6 % по запасу от покрытой лесом территории.

Следует отметить, что с началом интенсивного освоения древесных ресурсов в 50-х гг. XX в. лучшие кедровники были включены в сырьевые базы леспромпхозов. До 1961 г. размер вырубки кедр не ограничивался, а определялся мощностью леспромпхоза (Сычев, 1979).

Интенсивная рубка кедровых лесов продолжалась до 1990-х гг. (Парамонов, 1979), что сопровождалось исчезновением лучших высокопродуктивных кедровников и снижением генетического потенциала природных популяций. Возникла необходимость проведения мероприятий по сохранению генофонда ценных природных кедровников методом отбора в естественных лесах плюсовых насаждений и деревьев кедр сибирского, а также создания прививочных лесосеменных плантаций (ЛСП) и архивов клонов (АК) плюс-деревьев (ПД), отобранных по хозяйственно ценным признакам – семенной продуктивности, смолопродуктивности и скорости роста (Яблоков, 1960; Правдин, 1960 и др.).

Цель работы – оценка современного состояния и перспектив дальнейшего использования генетико-селекционных объектов кедр в Республике Алтай.

При этом ставились следующие задачи:

1) охарактеризовать структуру объектов единого генетико-селекционного комплекса кедр (ЕГСК) и выявить основные тенденции ее динамики;

2) оценить селекционную структуру клоновых лесосеменных и архивных плантаций;

3) оценить состояние деревьев на клоновых плантациях;

4) наметить первоочередные мероприятия по дальнейшему развитию единого генетико-селекционного комплекса кедр.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследовали естественные кедровые насаждения и объекты ЕГСК кедр сибирского (ПД, клоновые лесосеменные и архивные плантации) Республики Алтай.

Работы по селекционной инвентаризации насаждений и созданию клоновых плантаций осуществлялись с нашим участием преимущественно в период 1975–1985 гг. (Ильичев, Демиденко, 1981; Ильичев, 1999 и др.). Они проводились с использованием общепринятых в лесном семеноводстве методов и инструктирующих документов (Основные положения..., 1976, 1982, 1994; ОСТ-56-74-84, 1984; ОСТ-56-74-96, 1996; Ильичев, 1999).

Отбор ПД осуществлялся на повышение интенсивности семеношения (орехопродуктивность), смолопродуктивность, продуктивность и качество стволовой древесины (далее по тексту продуктивность древесины). ЛСП и АК создавались привитыми саженцами ПД с размещением посадочных мест 6 (8) × 8 м. Введение в состав ЛСП привитых саженцев от деревьев нормальной селекционной категории, которые могли бы быть контролем при клоновой селекции, по инструктирующим документам не предусматривалось. Поэтому при оценке селективной ценности клонов в качестве контроля использовали или среднее на совокупность одновозрастных клонов, селективируемых на тот же признак (при оценке перспективности клон для дальнейшей селекции), или среднее на совокупность одновозрастных клонов, селективируемых на другой признак (при оценке эффективности отбора ПД по их фенотипу).

Инвентаризация объектов ЕГСК проведена совместно с сотрудниками Центра защиты леса Алтайского края в 2010 г.

Отобранные в процессе селекционной инвентаризации наиболее продуктивные кедровники расположены в среднегорьях северо-восточной части республики в пределах географических координат 51°20'–52°20' с. ш. и 86°–88°20' в. д. (рис. 1). На этой территории располагаются Байгольское (верховье рек Лебедь и Байгол), Телецкое (Пыжинская тайга), Каракокшинское (бассейн р. Уймень) и Чемальское (бассейн р. Куба) лесничества. Расстояние между наиболее удаленными пунктами около 120 км.

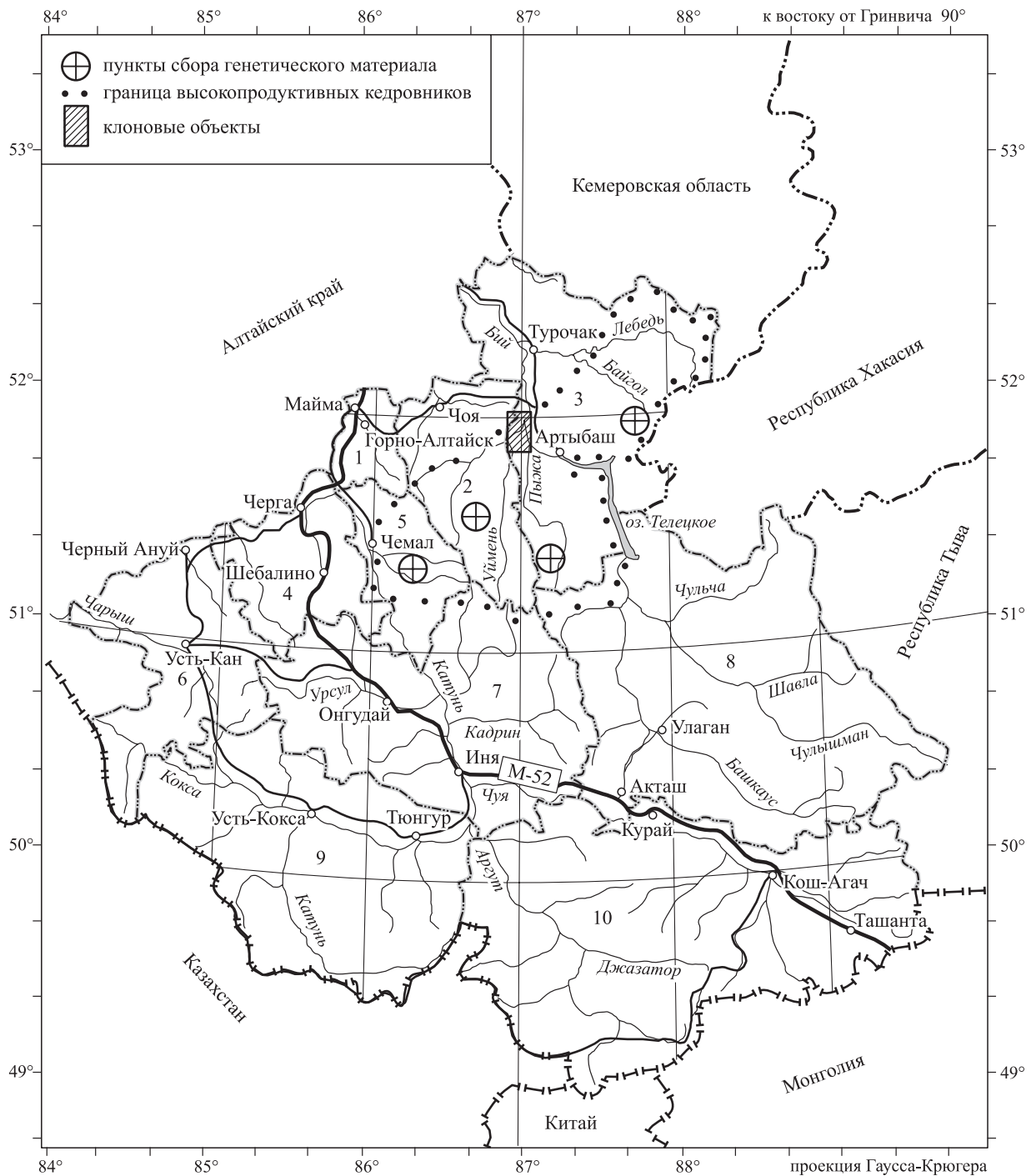


Рис. 1. Схема расположения пунктов сбора генетического материала и клоновых объектов в Республике Алтай.

Всего в ходе селекционной инвентаризации отобрано на разные хозяйственно ценные признаки 456 ПД, которые и послужили базой для закладки прививочных клоновых объектов.

Анализ состояния и сохранности клоновых объектов проводили в 2 этапа:

1) изучение фондовых материалов; 2) детальное натурное обследование ЛСП и АК. При оценке состояния деревьев использовали обще-

принятые методики (Правила..., 2007; Руководство..., 2007), а также рекомендации из справочной и научной литературы (Воронцов, 1978; Болезни..., 2004). Качественную оценку степени пораженности хвои осуществляли на ЛСП 1980 г. закладки и АК 1984 г. (далее ЛСП-80 и АК-84).

В основе оценки смолопродуктивности клонов был трехкратный учет количества выде-

лившейся живицы с микропоранений у одних и тех же деревьев по описанной ранее методике (Ильичев, 1989, 1999).

Для установления видовой принадлежности патогена от каждого клонового объекта получен смешанный образец пораженной хвои второго года. Всего получено 3 смешанных образца хвои, которые соответствовали трем объектам: архиву клонов 1986 и 1984 гг. и ЛСП 1980 г.

Все работы по пробоподготовке образцов велись с соблюдением условий стерильности. Инструменты перед началом работы с каждым образцом протирали ватой, смоченной в 70%-м спирте. Посуду стерилизовали при жестком ультрафиолетовом облучении в течение 15 мин, чтобы снизить вероятность контаминации образцов и реагентов.

Экстракцию тотальной ДНК из пораженной хвои проводили по стандартной методике (Devey et al., 1996) с применением цетилтриметиламмонийбромид (ЦТАБ). Для каждого смешанного образца ДНК выделяли в 12 повторностях. Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили с парой универсальных праймеров ITS1 и ITS4 (PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications, 1990). Данные праймеры являются специфичными для ДНК грибов. Объем ПЦР-смеси составил 20 мкл: деионизированная вода – 13.6 мкл; ПЦР-смесь (ScreenMix-HS, ЗАО Евроген) – 4 мкл; праймеры ITS1 и ITS4 – по 0.8 мкл; образец – 0.8 мкл. Конечные концентрации праймеров составили 0.16 пМ/мкл. ПЦР ставили на термоциклере ABI 9700 (Applied Biosystems, США). Режим амплификации включал: на первоначальной стадии – денатурацию при 95 °C 5 мин; на следующем этапе – денатурацию при 95 °C 15 с; отжиг при 62 °C 20 с; элонгацию при 72 °C 1 мин; элонгацию при 72 °C 3 мин; хранение при 4 °C. Электрофоретическое разделение продуктов амплификации проводили в горизонтальных камерах Helicon «SE-2» (ООО «Хеликон») в однократном ТВЕ-буфере (*трис*-боратный электродный буфер) в 1%-м агарозном геле. Условия электрофоретического разделения: напряжение тока – 250 В, мощность тока – 10 Вт, время электрофореза – 1.5 ч. Амплифицированный генетический материал визуализировали посредством окраски геля в растворе бромистого этидия с последующей проявкой на трансиллюминаторе ECX-F20.M (Vilber Lourmat, Франция). Проявившиеся фрагменты ДНК грибов вырезали из геля и очищали на спин-колонках (ЗАО «Евроген»). Качество очистки и концентрацию полученной ДНК про-

веряли на спектрофотометре (Nanophotometer P330, Implen, Германия). Для постановки секвенирующей реакции концентрацию очищенной ДНК образцов приводили к 10 нг/мкл. Секвенирующую реакцию ставили с обратным праймером ITS4 на амплификаторе ABI 9700 с использованием набора BigDye Terminator v. 1.1 cycle sequencing kit (Applied Biosystems, США) согласно протоколу, рекомендованному фирмой-производителем. Секвенирование ДНК образцов проводили на секвенаторе модели ABI PRISM 310 (Applied Biosystems, США) с применением короткого капилляра. Таким образом, все образцы секвенированы с обратного ITS4-конца. Обработку сырых данных полученных последовательностей проводили в программе анализа биологических последовательностей BioEdit 7.1.3.0 (Hall, 1999). Обработанные последовательности идентифицировали в web-программе BLAST по автоматическому алгоритму megablast (база данных NCBI).

Выявление клонов, перспективных для дальнейшей селекции, проводилось на основе изучения изменчивости селективируемых признаков, в том числе фенологических и морфологических особенностей, с учетом ранее полученных результатов по оценке смолопродуктивности клонов (Ильичев, Тюменцев, 2014).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время в Республике Алтай имеется 320 ПД кедр. Натурное обследование и анализ фондовых материалов показали, что их сохранность характеризуется отрицательной динамикой. Количество ПД в период 2005–2010 гг. уменьшилось с 438 до 322 шт., т. е. на 27 %, а от общего количества 456 деревьев, отобранных за период создания прививочных объектов, к 2014 г. сохранилось только 320 шт., редукция составляет 30 %. Основные причины этого – природные катастрофические факторы (ветровалы, пожары), а также антропогенное воздействие и естественное старение. Отметим, что согласно инструктирующим документам отбор осуществлялся преимущественно в спелых насаждениях, поэтому средний возраст ПД составлял около 180–200 лет, что отрицательно сказалось на их устойчивости к заболеваниям. В связи с тем, что в последние 15 лет пополнение не ведется, важность клонирования и сохранения того, что еще есть, очевидна.

С учетом низкой наследуемости большинства хозяйственно ценных признаков (Царев и

др., 2002) и требования наличия в составе ЛСП второго поколения не менее 50 «элитных» генотипов (Указания..., 2000) минимальное число ПД по каждому направлению селекции должно составлять хотя бы 500 шт. Поэтому очевидно, что отбор ПД кедров должен быть возобновлен. Принимая во внимание повышенную вероятность заболеваний и пониженное качество черенков возрастных деревьев, отбор в дальнейшем желательно осуществлять в более молодых насаждениях кедров. При селекции на раннее интенсивное семеношение интерес для селекционной инвентаризации представляют даже молодняки.

Генетическая оценка ПД осуществляется по их вегетативному и семенному потомству, выращиваемому в выровненных экологических условиях клоновых плантаций и испытательных культур (Указания..., 2000). При отборе на интенсивность семеношения и смолопродуктивность выведение сортов возможно по данным сравнительного изучения клонов на ЛСП и в АК. Однако процесс селекции на продуктивность стволовой древесины включает в качестве обязательного этапа испытание ПД по их семенному потомству в испытательных культурах. К сожалению, эти объекты ЕГСК в республике пока не созданы, что замедлит процесс выведения быстрорастущих сортов и создания ЛСП второго порядка для производства сортовых семян.

Что касается клоновых объектов, то они представлены прививочными ЛСП (60.9 га) и АК (13.7 га) (табл. 1).

Возраст клоновых объектов от 5 до 32 лет. Среди них преобладают ЛСП. ЛСП и АК по содержанию в них потомства ПД, отселектированных на разные признаки, существенно отличаются. На начальном этапе плантации создавали потомством ПД, отобранных на различные признаки – семеношение, смолопродуктивность, продуктивность и качество стволовой древесины (быстроту роста). Такого рода объекты смешанного селекционного назначения называли комплексными. Впоследствии на отдельных плантациях стали концентрировать клоны ПД, отселектированных только по одному из признаков. Таким образом, по направлению отбора ПД клоновые плантации, созданные в Телецком лесничестве, подразделяются на комплексные, орехо-, смолопродуктивные и «ростовые». Среди них преобладают комплексные (табл. 2).

В целом опытный селекционный полигон Телецкого лесничества является уникальной живой коллекцией разнообразных генетических ресурсов кедров сибирского в России и в мире. Например, в соседнем регионе – Новосибирской области – селекция кедров осуществляется только на интенсивность семеношения. Отметим также, что одновременный отбор из одного и того же генетического пула (природной популя-

Таблица 1. Общая характеристика клоновых объектов кедров сибирского (селекционный питомник Телецкого лесничества)

Годы закладки	Площадь, га	Способ закладки	Размещение деревьев, м	Схема смешения клонов	Кол-во клонов на объектах, шт.	Состояние
<i>ЛСП</i>						
1980–2009	60.93 (44.5)	Привитыми саженцами	8×8	Рендомизированное; рядовое	12–95	Удовлетворительное*
<i>АК</i>						
1984–2007	13.7 (12.8)	Тот же	6×8; 8×8	Рядовое	10–24	»

*Примечание.** – на некоторых объектах состояние критическое в связи с поражением хвои (см. текст).

Таблица 2. Структура клоновых объектов кедров сибирского по направлениям отбора ПД

Показатель	Объект	Тип плантаций по направлению отбора ПД				Итого
		комплексные	орехо-продуктивные	смоло-продуктивные	ростовые	
Число объектов, шт.	ЛСП	9	5	3	–	17
	АК	3	3	1	2	9
Площадь, га	ЛСП	29.2	6.2	9.1	–	44.5
	АК	5.3	3.5	2.0	2.0	12.8

ции) на различные целевые признаки реализует метод множественной селекции G. Namsoong (1984), повышающий эффективность сохранения генетической изменчивости при отборе.

Для сохранения генофонда методами *ex situ* и дальнейшей селекции важными показателями являются число генотипов ПД и их множественных копий (рамет), представленных на плантациях. Общее количество привитых деревьев на объектах различного типа варьирует в пределах 76–2117 шт. (табл. 3).

Всего на клоновых объектах выявлено 4837 привитых деревьев, из которых 3274 шт. относятся к потомкам ПД, 1292 – отобранных на урожайность семян на смолопродуктивность, 271 – на продуктивность древесины.

Если исходить хотя бы из 10%-й вероятности обнаружения среди ПД «элитных», то для создания ЛСП второго поколения из 50 «элитных» генотипов необходимо иметь 500 ПД. Общее число ПД, селекционируемых на 3 признака, составляет с учетом погибших 456 шт. Из них лишь 282 (61.8 %) размножены на плантациях (табл. 4). На настоящем этапе исследований при отборе на каждый из признаков для увеличения

выборки клонов целесообразно использовать не только совокупности клонов ПД, отобранных на интересующий нас признак, но и совокупности клонов ПД, отобранных на другие целевые признаки. Оценка межклоновой изменчивости по всем селекционируемым признакам на ЛСП и АК показала, что такой подход вполне оправдан (Земляной и др., 2010; Ильичев, Тараканов, 2013).

Поэтому клоновая селекция на различные признаки осуществляется на всех типах объектов (см. табл. 3).

Для более полного представления о степени клонирования проведен анализ доли клонированных деревьев от общего количества отобранных, числящихся по госреестру и сохранившихся к 2014 г. Среди ПД, отобранных на орехопродуктивность, клонировано по отношению к числу всех отобранных 52.7 %, а по отношению к живым ПД – 77 % (см. табл. 4). Среди ПД, отобранных на смолопродуктивность, – 79.5 и 96.9 % соответственно. Среди отобранных на продуктивность древесины (ростовых) – 52.8 и 135.7 %. Последнее значение, превышающее 100 %, обусловлено тем, что среди клонирован-

Таблица 3. Распределение привитых деревьев (шт.) по типам плантаций и направлениям клоновой селекции

Направление клоновой селекции	Тип плантаций (по направлению отбора ПД)				Итого
	комплексные	орехопродуктивные	смолопродуктивные	ростовые	
<i>ЛСП</i>					
Орехопродуктивность	1036	449	846	–	2331
Смолопродуктивность	895	7	43	–	945
Продуктивность древесины	186	3	–	–	189
Итого	2117	459	889		3465
<i>АК</i>					
Орехопродуктивность	331	322	214	76	943
Смолопродуктивность	318	–	29	–	347
Продуктивность древесины	73	–	9	–	82
Итого	722	322	252	76	1372
Всего	2839	781	1141	76	4837

Таблица 4. Количество и доля ПД, клонированных на ЛСП и АК

Показатель	Направление отбора ПД			Всего
	орехопродуктивность	смолопродуктивность	продуктивность древесины	
Общее число отобранных ПД	264	156	36	456
Число сохранившихся ПД	180	128	14	322
Число клонированных ПД	139	124	19	282
Доля клонированных ПД от общего числа, %	52.7	79.5	52.8	61.8

ных ПД существенная часть приходится на погибшие, генотип которых сохранен на клоновых плантациях. Всего на 2014 г. на клоновых объектах представлено 61.8 и 87.5 % ПД соответственно от их общего и сохранившегося числа.

Очевидно, что этот огромный массив привитых деревьев является носителем генофонда ценных природных кедровников.

Из анализа клоновых объектов видно, что по структуре, количеству клонированных и привитых деревьев опытный полигон, созданный в Телецком лесничестве Республики Алтай, уникален. Он является единственным в России, на котором собраны клоновые объекты по селекции кедров на все хозяйственно ценные признаки – орехо-, смолопродуктивность, продуктивность древесины. Это создает возможность продолжения селекции по всем перечисленным направлениям.

В связи с тем, что значительная часть плантаций уже вступила в фазу полноценного плодоношения, уже сейчас появилась возможность отбора в потомстве перспективных на урожайность клонов. Трехлетние исследования, проведенные нами по оценке смолопродуктивности в клоновых потомствах на разные селекционируемые признаки (Ильичев, Тюменцев, 2014), показали, что от 3 до 5 % клонов в потомстве высокосмолопродуктивных деревьев имеют смолопродуктивность в 2–3 раза выше средней по АК (контроль). Они устойчиво сохраняют свое ранговое положение по годам, что позволяет закладывать промышленные смолопродуктивные плантации, актуальность которых сильно возросла после запрета рубки кедров. Обнаружены также деревья со смолопродуктивностью от 1.5 до 2 раз выше средней и в потомстве клонов, отобранных на орехопродуктивность, что указывает на возможность комплексной селекции на оба признака. В. Н. Воробьев (1983) при обосновании комплексного ведения хозяйства в кедровых лесах указывал на перспективность использования этого фактора.

Клоновые объекты кедров могут использоваться и для научных целей – оценки наследуемости различных признаков и эффективности массового отбора, поиска фенотипов и др. Крайне актуальна задача генетической паспортизации деревьев и клонов хотя бы методами фенетики.

На современном этапе формирования ЕГСК кедров в Республике Алтай самой важной проблемой является обеспечение сохранности созданных объектов. Известно, что массовое распространение новых болезней может угрожать

существованию не только клоновых коллекций, но и естественных популяций хвойных видов древесных растений (Динамика..., 2004). К сожалению, в настоящее время сохранность объектов кедров на Телецком полигоне начала снижаться. Значительная часть деревьев на ЛСП и АК поражается болезнью, которая проявляется в дехромации хвои. Симптомы заболевания в какой-то мере сходны с теми, которые наблюдаются при поражении хвои различными видами шютте. На первом этапе развития заболевания наблюдается покраснение хвои, затем происходит ее усыхание и опадание, на заключительном этапе деревья погибают.

Первые признаки поражения хвои на единичных ветвях отдельных деревьев отмечены нами в 2011 г. Частичное обследование в последующие годы показало, что болезнь прогрессирует. К 2013 г. вместо отдельных появились группы деревьев с поражением нескольких ветвей. Поэтому в июле 2013 г. проведено визуальное обследование всех деревьев ЛСП-80 (683 дерева) и АК-84 (259 деревьев). Выявлено, что количество пораженных деревьев на этих участках составляло 13–15 %. Для определения динамики заболеваемости деревьев в мае 2015 г. повторно проведена визуальная оценка состояния всех деревьев на АК-84 (252 дерева) и на половине ЛСП-80 (354 дерева).

За период с 2013 по 2015 г. количество ослабленных и сильно ослабленных деревьев на ЛСП возросло с 13–15 до 78 % (табл. 5, рис. 2–4). Появилось также от 8 до 27 % усыхающих деревьев и около 7 % усохших. При этом распределение деревьев по категориям поражения на ЛСП-80 и АК-84 существенно различается в сторону более низкой устойчивости последнего объекта. Это может быть связано с различиями в густоте насаждений или в возрасте деревьев, что предстоит выяснить в ходе специальных исследований. Распространение болезни на объектах имеет определенный пространственный вектор, обусловленный, вероятно, направлением господствующих ветров в период размножения патогена. В очагах сплошного поражения среди деревьев не отмечено здоровых, что свидетельствует об очень низкой частоте встречаемости генотипов, устойчивых к этому патогену.

Очевидно, что при наблюдающейся «взрывной» динамике распространения болезни на плантациях при отсутствии срочных мер эти объекты могут быть потеряны буквально в ближайшие 2–3 года.

Таблица 5. Показатели поврежденности хвои деревьев кедра сибирского на клоновых объектах Телецкого лесничества по состоянию на 15.05.2015 г.

Показатель	Категория деревьев					Итого
	здоровые	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	усохшие	
Доля поврежденной хвои, %	До 10	11–25	26–50	51–75	> 75	
Число деревьев, шт. (%):						
ЛСП-1980	51 (14.4)	154 (43.5)	120 (33.9)	29 (8.2)	0 (0.0)	354
АК-1984	15 (6.0)	39 (15.5)	111 (44.0)	68 (27)	19 (7.5)	252
$\chi^2_{\text{эсп.}}$			109.114			
Число ст. св.			4			
P			< 0.001			

Для установления причины заболевания деревьев в августе 2013 г. специалистами ФБУ «Рослесозащита» проведено визуальное обследование 200 деревьев на четырех участках. В результате сделано следующее заключение: на трех участках деревья ослабленные, на одном – здоровые. Вероятная причина поражения хвои – возбудители болезни шютте обыкновенное, грибы рода *Lophodermium* Chevall. В 2014 г. нами было инициировано повторное лесопатологическое обследование части клоновых объектов специалистами Центра защиты леса Алтайского края. По их предварительному заключению воз-

будителем болезни хвои на плантациях признан шютте снежное, вызываемое *Gremmenia infestans* (P. Karst.). Предварительный и противоречивый характер таких заключений, обусловленный варьированием симптоматики и недостаточной точностью визуальных методов диагностики, не позволил принять своевременные меры по защите ценных клоновых объектов.

Проведенный нами анализ показал, что патоген, вызывающий поражение хвои на плантациях кедра, относится к роду *Mycosphaerella* Johanson. В базе данных NCBI он однозначно идентифицирован как *Mycosphaerella pini* Rostr.,

**Рис. 2.** Начальная стадия повреждения хвои (2011 г.).



Рис. 3. Повреждение хвои через два года (2013 г.).



Рис. 4. Повреждение хвои на четвертый год (2015 г.).

несовершенной стадией которого является *Dothistroma septosporum* (Dorog.) M. Morelet. Поскольку на хвое второго года обнаружена конидиальная стадия гриба, целесообразнее употребить второе название вида. Этот патоген вызывает опасное заболевание, известное как красная пятнистость хвои, или дотистромоз. Данная болезнь широко распространена по всему миру и поражает многие виды сосен. Однако в регионе Западной Сибири эта болезнь обнаружена впервые, поэтому необходимы специальные филогеографические и популяционно-генетические исследования этого патогена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ фондовых материалов и результаты собственных многолетних исследований единого генетико-селекционного комплекса кедрового в Республике Алтай позволяют прийти к следующему заключению.

Отличительными положительными особенностями генетико-селекционных объектов кедрового в Горном Алтае являются: 1) их сосредоточение в фитоценоотическом оптимуме ареала этой породы; 2) их отбор на несколько хозяйственно ценных признаков – орехо-, смолопродуктивность и продуктивность древесины (быстроту роста); 3) большое число клонов и привитых деревьев (320 и 4837 соответственно), создающих базу для сохранения генофонда *ex situ*, фундаментальных и прикладных исследований в области лесной генетики и дальнейшей селекции этой ценнейшей породы на различные целевые признаки.

Проведенный анализ выявил и ряд негативных особенностей в структуре и состоянии объектов ЕГСК кедрового, которые должны быть учтены при планировании первоочередных мероприятий по селекционному семеноводству этой породы:

1) недостаточно большое для создания ЛСП следующих поколений число ПД, к тому же отличающихся солидным возрастом и связанным с этим снижением устойчивости и времени их селекционно-семеноводческой эксплуатации;

2) отсутствие испытательных культур ПД, что оттягивает сроки создания быстрорастущих сортов кедрового при селекции на продуктивность древесины;

3) стремительное распространение на клоновых объектах кедрового нового для этого вида и Западно-Сибирского региона заболевания – красной пятнистости хвои, или дотистромоза,

вызываемого крайне опасным патогенным грибом *Dothistroma septosporum* (Dorog.) M. Morelet.

В связи с рассмотренным в числе первоочередных мероприятий по дальнейшему совершенствованию ЕГСК кедрового сибирского в Горном Алтае следует указать:

1) возобновление отбора лучших популяций и деревьев, причем в более молодых насаждениях (в средневозрастных и при отборе ранних фенологических форм – в молодняках);

2) создание испытательных культур ПД кедрового, отобранных на продуктивность стволовой древесины;

3) продолжение исследований по изучению изменчивости хозяйственно ценных признаков и созданию сортов-клонов кедрового по орехо- и смолопродуктивности, а также по генетической паспортизации деревьев и клонов на всех плантационных объектах;

4) срочное проведение мероприятий по ликвидации очагов распространения на клоновых объектах кедрового крайне опасного патогенного гриба *D. septosporum* (Dorog.) M. Morelet. и организация фундаментальных исследований филогеографических и популяционно-генетических особенностей этого нового патогена в условиях Сибири.

Самыми актуальными из обозначенных выше в связи с важностью сохранения созданных объектов ЕГСК являются мероприятия по борьбе с дотистромозом на клоновых лесосеменных и архивных плантациях, сконцентрированных в Телецком лесничестве Республики Алтай.

Авторы признательны д-ру с.-х. наук В. В. Тараканову (Западно-Сибирский филиал ИЛ СО РАН) за ценные советы и обсуждение при подготовке рукописи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Болезни и вредители в лесах России. Справочник. Т. 1. Болезни древесных растений. М.: Рослесхоз, 2004. 120 с.
- Воробьев В. Н. Биологические основы комплексного использования кедровых лесов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983. 254 с.
- Воронцов А. И. Патология леса. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 200 с.
- Данченко А. М., Бех И. А. Кедровые леса Западной Сибири. Томск: Томск. гос. ун-т, 2010. 424 с.
- Динамика популяционных генофондов при антропогенных воздействиях // Под ред. Ю. П. Алтухова. М.: Наука, 2004. 619 с.

- Земляной А. И., Ильичев Ю. Н., Тараканов В. В. Межклоновая изменчивость кедров сибирского по элементам семенной продуктивности: перспективы отбора // Хвойные бореальной зоны. 2010. Т. XXVII. № 1–2. С. 77–82.
- Ильичев Ю. Н. Ботанико-лесоводственные основы селекции кедров сибирского на смолопродуктивность: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. Красноярск: Ин-т леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО РАН, 1989. 19 с.
- Ильичев Ю. Н. Селекция кедров сибирского на смолопродуктивность. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1999. 144 с.
- Ильичев Ю. Н. Состояние клоновых объектов кедров сибирского *Pinus sibirica* Du Tour Республики Алтай: сохранность и перспективы селекции // Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири: мат-лы 4-го Междунар. совещ. 24–29 августа 2015 г., Барнаул Барнаул, 2015. С. 70–71.
- Ильичев Ю. Н., Демиденко В. П. Рекомендации по созданию постоянной лесосеменной базы кедров на селекционной основе в Горном Алтае. Воронеж: Центральный НИИ лесной генетики и селекции, 1981. 17 с.
- Ильичев Ю. Н., Тараканов В. В. Смолопродуктивность кедров сибирского *Pinus sibirica* Du Tour на клоновых плантациях «плюсовых» деревьев, отобранных на различные целевые признаки // Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона: мат-лы Междунар. науч.-практ. форума. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанск. гос. ун-та, 2013. С. 82–85.
- Ильичев Ю. Н., Тюменцев Д. А. Характеристика габитуальных признаков клонов кедров сибирского *Pinus sibirica* Du Tour разной смолопродуктивности // Междунар. науч. конф. Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2014, Новосибирск: сб. мат-лов. Т. 2. Новосибирск: СГГА, 2014. С. 283–286.
- Ирошников А. И. Полиморфизм популяций кедров сибирского // Изменчивость древесных растений Сибири. Красноярск: Ин-т леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО АН СССР, 1974. С. 77–103.
- Крылов Г. В. Лесные ресурсы и лесорастительное районирование. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1962. 240 с.
- Крылов Г. В., Таланцев Н. К., Козакова Н. Ф. Кедр. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 215 с.
- Куминова А. В. Растительный покров Алтая. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. 450 с.
- Некрасова Т. П. Биологические основы семенования кедров сибирского. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1972. 274 с.
- Основные положения по лесному семеноводству в СССР. М.: Гослесхоз СССР, 1976. 33 с.
- Основные положения методики создания клоновых архивов плюсовых деревьев основных лесобразующих пород. Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1982. 9 с.
- Основные положения по лесному семеноводству в Российской Федерации. М.: ВНИИЦлесресурс, 1994. 24 с.
- ОСТ-56-74-84. Плантации лесосеменные сосны, ели, лиственницы и дуба. М.: Гослесхоз СССР, 1984. 18 с.
- ОСТ-56-74-96. Плантации лесосеменные основных лесобразующих пород. М.: ВНИИЦлесресурс, 1996. 25 с.
- Парамонов Е. Г. Лесное хозяйство Горно-Алтайской АО. М., 1979. 110 с.
- Петров М. Ф. Кедровые леса и их комплексное использование. Свердловск, 1961. 143 с.
- Правдин Л. Ф. Пути изучения плодоношения кедров сибирского // Проблемы кедров. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. С. 145–150.
- Правила санитарной безопасности в лесах. Постановление Правительства РФ от 29.06.2007 г. № 414.
- Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований (приложение № 3 к приказу Рослесхоза от 24.12.2007 г.). № 523. 73 с.
- Спиридонов Б. С. Экономические основы комплексного использования кедровых лесов Сибири. М.: Наука, 1968. 168 с.
- Сычев И. В. Об использовании богатств кедровой тайги // Современное состояние кедровых лесов и пути их рационального использования. Барнаул, 1979. С. 6–11.
- Таланцев Н. К., Пряжников А. Н., Мишуков Н. П. Кедровые леса. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 175 с.
- Титов Е. В. Селекция сосны кедровой сибирской на семенную продуктивность: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.01. Брянск: Брянск. техн. ин-т, 1995. 43 с.
- Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. 198 с.
- Царев А. П., Погиба С. П., Тренин В. В. Селекция и репродукция лесных древесных пород: учебник / Под ред. А. П. Царева. М.: Логос, 2002. 520 с.
- Яблоков А. С. О задачах и методах селекции и семеноводства кедров // Проблемы кедров. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. С. 139–143.
- Devey M. E., Bell J. C., Smith D. N., Neale D. B., Moran G. F. A genetic linkage map for *Pinus radiata* based on RFLP, RAPD, and microsatellite

- markers // *Theor. Appl. Genet.* 1996. V. 92. N. 6. P. 673–679.
- Hall T. A. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT // *Nucleic Acids Res.* 1999. N. 41. P. 95–98.
- Namcoong G. A. Control concept of gene conservation // *Silvae Genet.* 1984. N. 33. P. 160–163.
- PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications / Ed. by M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, T. J. White. New York: Acad. Press, 1990. 482 p.

CONDITION OF STONE PINE *Pinus sibirica* Du Tour CLONAL STANDS IN THE REPUBLIC OF ALTAI: CONSERVATION AND BREEDING PROSPECTS

Yu. N. Il'ichev¹, D. N. Shuvaev^{1,2}

¹ West-Siberian Branch of V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch

Zukovsky str., 100/1, Novosibirsk, 630082 Russian Federation

² Russian Centre for Forest Protection, Centre for Forest Protection of Altai Krai

Proletarskaya str., 61, Barnaul, 656056 Russian Federation

E-mail: yu.ilyichev2015@yandex.ru, denis.shuvaev@gmail.com

Most productive populations of Siberian stone pine trees were revealed as a result of many years study of the selection structure of the Siberian stone pine forests in the Republic of Altai. Based on the analysis of archive materials and ground inventory of the selection and genetic objects, the information about their quantity and preservation is provided. Currently, in the Republic of Altai, 320 elite trees have been registered, and on this basis 60.9 ha of forest seed plantations and 13.7 ha clone archives have been established. In the period of 2005–2014, the number of elite trees was reduced from 438 to 320. Experimental elite tree crops not presented. According to the inventory, as of 2014, at forest seed plantations and at the archives of clones grow 4.837 grafted trees of 282 clones, 139 of which are progenies of the elite trees, selected for seed production, 124 – for resin production, and 19 – for the productivity and quality of stem wood. All clonal facilities are concentrated on breeding nursery of the Teletskoe forestry district area of about 75 ha. Unique clonal objects of the Siberian stone pine in Teletskoe forestry district play a crucial role in the preservation, study and rational use of the gene pool of this tree species and require continuous monitoring of their condition and protection. Visual forest pathology inspections and molecular genetic diagnostics revealed that on clonal plantations of the Siberian stone pine, progressive needle disease developed, caused by new for Western Siberia an extremely dangerous pathogen – *Dothistroma septosporum* (Dorog.) M. Morelet. In this connection it is necessary to conduct appropriate sanitary measures and to carry out additional studies of population genetic features and pathways for this pathogen. The priority activities have been outlined to further development of the unified genetic and breeding complex of the Siberian stone pine in the Republic of Altai.

Keywords: *Pinus sibirica*, *Dothistroma septosporum*, clone objects, condition, prospects for breeding, preservation.

How to cite: Il'ichev Yu. N., Shuvaev D. N. Condition of Stone pine *Pinus sibirica* Du Tour clonal stands in the Republic of Altai: conservation and breeding prospects // *Sibirskij Lesnoj Zurnal* (Siberian Journal of Forest Science). 2016. N. 5: 33–44 (in Russian with English abstract).