

Научная статья

УДК 630*232.11;232.31;232.318

DOI: 10.37102/0869-7698_2022_225_05_5

Характеристика деревьев и качества семян сосны корейской (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) на Верхнеуссурийском лесном стационаре

Т.П. Орехова

Татьяна Павловна Орехова

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток,
Россия

orekhova@biosoil.ru

<http://orcid.org/0000-0003-1849-5681>

Аннотация. В статье приведена характеристика плюсового насаждения, морфологические показатели кандидатов в плюсовые деревья сосны корейской в лесном стационаре ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, а также установлены показатели урожая и его качество. Плюсовое насаждение, выделенное в кедровнике с елью корейской и желтой березой, занимает площадь около 5 га. Деревья сосны корейской составляют в древостое 7–8 единиц и расположены в I ярусе. Урожайность деревьев в 2014 г. была оценена в 4 балла. Большинство отобранных деревьев имели шишки с семенами 1-го класса качества. У деревьев № 1 и № 7 установлено низкое качество семян, обусловленное пустосемянностью. Вероятно, эти деревья следует исключить из кандидатов в плюсовые. Показатели массы 1000 семян у сосны корейской не всегда отражают их качество. Исследованное насаждение рекомендовано в качестве генетического резервата в Чугуевском районе.

Ключевые слова: кедрово-широколиственные леса, сосна корейская, плюсовое насаждение, кандидат в плюсовое дерево, урожай, шишка, семя, жизнеспособность

Для цитирования: Орехова Т.П. Характеристика деревьев и качества семян сосны корейской (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) на Верхнеуссурийском лесном стационаре // Вестн. ДВО РАН. 2022. № 5. С. 60–74. http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2022_225_05_5.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке грантов ДВО РАН № 15-I-1-039Э, № 16-I-1-023, № 17-I-1-009Э и в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема 1031000144-5).

The characteristics of the trees and seed's viability of Korean pine (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) at Verkhneussuriysky Forest Station

T.P. Orekhova

Tatiana P. Orekhova

Candidate of Sciences in Biology, Senior Researcher

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok, Russia

orekhova@biosoil.ru

<http://orcid.org/0000-0003-1849-5681>

Abstract. The characteristics of stand and morphological data and seed's viability of the ten Korean pine plus trees on Verkhneussuriysky Forest Station (FSC FEB RAS) are presented. The plus trees located on the area are about 5 ha of Korean pine-broad-leaved forest with Korean spruce and yellow birch. The plus trees are located on the I tier and consist of 7-8 units per stand. The crop of the trees cones was estimated in 2014 at 4 marks. The most of the selected trees had cones with seeds of the 1st quality grade. The low index of viability was shown by only trees №1 and №7, because of presence of empty seeds. Those trees should be probably excluded from plus trees candidates. The weight characteristic of 1000 seeds of Korean pine does not always reflect their quality. The investigated stand is recommended to register as a genetic refuge in Chuguevsky district for preservation of genetic resources.

Keywords: Korean pine broad-leaved forests, Korean pine, plus tree, plus tree candidate, crop, cone, seed, viability

For citation: Orekhova T.P. The characteristics of the trees and seed's viability of Korean pine (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) at Verkhneussuriysky Forest Station. *Vestnik of the FEB RAS*. 2022;(5):60–74. (In Russ.). http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2022_225_05_5.

Funding. The research was carried out by grants (№ 15-I-1-039Э, № 16-I-1-023, № 17-I-1-009Э (FSC DVO RAS) and within the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (theme No 121031000144-5).

Введение

Сосна корейская (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) – ценная древесная порода, произрастающая на Дальнем Востоке России, в Китае, в Республике Корея и Японии. Всестороннее изучение биологии естественного произрастания и плантационного выращивания этого вида активно проводят не только на территории его ареала [1–11], но и при его интродукции [12, 13]. На особое внимание к этой древесной породе указывает создание при международной лесной организации (International Union of Forest Organizations) отдельной секции по изучению сосны корейской. Результатом работы секции стали международные научные симпозиумы

по сосне корейской, проведенные в Китае (Yichun, 2008; Harbin, 2018) и в России (Vladivostok, 2019). На Дальнем Востоке России кедрово-широколиственные леса с участием сосны корейской относят к категории освоенных, поскольку они на 80 % пройдены рубками, в отдельных районах – многократно [14]. Заготовка древесины сосны корейской запрещена, но нарушенные леса до сих пор не восстановили своих утраченных функций. Вырубленные за время эксплуатации высокопродуктивные насаждения сосны корейской – это безвозвратно утраченная часть ее ценного генофонда [1]. К сожалению, генетических резерватов сосны корейской в Приморском крае нет, а плюсовые деревья выделены только в южной части ареала [6]. Значительная часть лесов края передана в долгосрочную аренду, поэтому вопросы охраны генофонда ценных древесных пород сегодня особенно актуальны и требуют практических решений [6]. Необходимость в охране генофонда сосны корейской вполне очевидна, поскольку эта древесная порода находится на вершине пищевой цепи большого числа обитателей кедрово-широколиственных лесов, что также обусловлено экономической ценностью кедрового ореха, имеющего уникальный биохимический состав [5]. Естественное возобновление сосны корейской в кедрово-широколиственных лесах, даже в условиях заповедной территории, происходит медленно и только через длительную стадию доминирования в фитоценозе лиственных древесных пород [7]. Отдельные типы нарушенных кедрово-широколиственных лесов не смогут восстановиться без помощи человека [15]. Приморский край нуждается в качественных элитных семенах сосны корейской как для ежегодного выращивания посадочного материала для восстановления нарушенных лесов, так и для создания в будущем ценных орехопродуктивных плантаций [6].

Верхнеуссурийский биогеоценотический стационар (ВУС), расположенный в Чугуевском районе Приморского края, существует с 1973 г. как научная и экспериментальная база ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН. ВУС находится на западном склоне северной части Южного Сихотэ-Алиня в пределах высот от 440 до 1108 м над ур. м. и занимает площадь 4,5 тыс. га. Сегодня эти леса представляют собой уникальный «оазис» сохранившихся высокопродуктивных кедровников, находящихся среди интенсивно освоенных лесов Чугуевского района края. Выделение плюсовых насаждений, генетических резерватов, а также отбор плюсовых деревьев на территории стационара ранее не проводили.

Цель настоящей работы – найти на территории стационара плюсовые насаждения сосны корейской и активно плодоносящие плюсовые деревья, а также подобрать лесной массив для выделения в качестве генетического резервата.

В задачи исследований входило: выделить в кедровых лесах ВУС плюсовые насаждения сосны корейской и составить их описания; отобрать в насаждении кандидатов в плюсовые деревья; установить их морфобиологические параметры; выявить высокоурожайные особи; определить количество и качество семян; отобрать деревья, формирующие высококачественные семена; обобщить полученные материалы с целью выделения на стационаре генетического резервата сосны корейской.

Объекты и методы исследования

Кедрово-широколиственные насаждения с участием сосны корейской на стационаре занимают площадь около 5 га в бассейне ручья Березовый.

Отбор кандидатов в плюсовые деревья проводили в мелкотравно-осочковом разнокустарниковом кедровнике с елью на ранее заложенных пробных площадях № 3 (ППЗ), ПП4 и на близлежащей территории. Первое насаждение расположено на ППЗ в средней части юго-западного склона водораздела ручья Березовый на высоте 660 м над ур. м. В I ярусе древостой занимает высотные границы от 25 до 18,5 м и имеет следующий состав¹: 8К, 1Еа, 1Бж, ед. Пб. Во II ярусе (высота деревьев от 18,5 до 8,0 м) представлены следующие древесные породы: 3Пб, 2К, 2Клм, 1Еа, 1Лп, 1Бж. В подросте доминируют виды *Pinus koraiensis* (Sieb. et Zucc.), *Picea koraiensis* (Nakai.), *Tilia taquetii* (C.K. Schneid.), *Acer mono* (Maxim.). Подлесок хорошо развит, неравномерный; состоит из следующих кустарников и лиан: *Corylus mandshurica* (Maxim.), *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.), *Schizandra chinensis* (Turcz.) Baill. Участие сосны корейской в данном насаждении составляет 8 единиц, полнота насаждения 0,6. В нем было отобрано 4 кандидата в плюсовые деревья.

В лесном массиве ПП4 отобрано еще 6 деревьев. Они растут в мелкотравно-осочковом разнокустарниковом кедровнике с елью, но с большим участием желтой березы и более развитым подлеском. Насаждение находится в нижней части южного склона (ЗЮЗ) на высоте 690 м над ур. м. В данном фитоценозе четко выражено три древесных яруса, в виде «маяков» встречаются ель корейская и сосна корейская. Ярус I состоит из деревьев высотой от 27 до 18,0 м; в его составе следующие древесные породы: 7К, 2Бж, 1Еа+Лп, ед. Б. В ярусе II произрастают виды Клм, 2К, 2Лп, 1Пб, 1Бж, ед. Еа. В ярусе III представлены следующие породы: 7Пб, 2Еа, 1Клм+Лп ед. К, Ил. Подлесок хорошо развит, неравномерный. Он образован следующими кустарниками и лианами: *Corylus mandshurica* (Maxim.), *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.), *Philadelphus tenuifolius* (Rupr. et Maxim.), *Euonymus maximovicziana* (Prokh.) Worosch., *Schizandra chinensis* (Turcz.) Baill. Участие сосны корейской в этом насаждении составляет 7 единиц, полнота насаждения 0,7.

При отборе кандидатов в плюсовые деревья учитывали признаки, приведенные в работе Г.В. Сенчуковой [16], при выборе деревьев по орехопродуктивности использовали рекомендации, разработанные Д.А. Титоренко с соавт.² и временные рекомендации Г.В. Сенчуковой и Т.Ф. Емолкиной³. В 2014 г. (во время обильного урожая) под 10 кандидатами в плюсовые деревья было собрано по 10 шишек от каждого дерева. Количественный учет урожайности деревьев вели по методике Н.В. Кречетовой и Г.В. Сенчуковой⁴. Возраст деревьев устанавливали по таблицам «Справочника ...» [17]. Морфологическое описание деревьев и характеристика урожая даны по общепринятым в лесоводстве и семеноводстве

¹ Сокращения, принятые в статье: К – сосна корейская, Бж – береза желтая, Еа – ель аянская, Л – липа амурская, Лп – липа Таке, Клм – клен моно, Пб – пихта белокорая, Ил – ильм лопастной, ед. – встречается единично.

² Титоренко Д.А., Разумов П.Н., Ершов А.А. Рекомендации по отбору плюсовых деревьев, селекционной инвентаризации лесов, закладке и формированию ЛСП и ПЛСУ ели аянской, кедра корейского и лиственницы даурской в Хабаровском и Приморском крае Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1988. 16 с.

³ Временные рекомендации по отбору плюсовых деревьев и закладке семенных плантаций кедра корейского, сосны обыкновенной и лиственницы даурской / сост. Г.В. Сенчукова, Т.Ф. Емолкина. М.: ЦБНТИ, 1973. 36 с.

⁴ Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. М.: ВНИИЦ Лесресурс, 2000. С. 122–123.

методам [18]. Установлены форма, размеры шишек и чешуй, масса 1000 семян и их качество. Жизнеспособность семян определяли путем окрашивания зародыша семени с помощью трифенилтетразола (ТФТ-тест) [18]. Биологическая повторность при анализах 10-кратная. Полученные данные обработаны статистически с помощью компьютерной программы Microsoft Office Excel и Статистика (версия 13.3, StatSoft Inc., USA).

Результаты и обсуждение

При селекционном отборе и выборе плюсовых деревьев, как правило, учитывают следующие признаки: возраст, высоту, диаметр и форму ствола, форму кроны, толщину ветвей, цвет и рисунок коры, интенсивность плодоношения [16, 19, 20]. Исследования показали, что сосна корейская обладает высокой изменчивостью многих морфологических признаков [2, 3, 16]. Одним из важных признаков считают возраст дерева, поэтому в качестве плюсовых отбирают средневозрастные и приспевающие деревья [16]. Для сосны корейской, согласно рекомендациям, этот возраст варьирует от 200 до 250 лет. Тем не менее, по последним данным Е.А. Никитенко [4], при отборе плюсовых деревьев на семенную продуктивность следует ограничить возраст деревьев до 200 лет. По сведениям Т.А. Комаровой с соавторами [2], средневозрастные генеративные деревья сосны корейской на ВУС варьируют по абсолютному возрасту от 150 до 230 лет, по высоте – от 22 до 30 м, а их диаметр на высоте груди составляет 30–60 см. Возраст отобранных нами деревьев находится в пределах от 145 до 240 лет, т.е. их можно отнести к средневозрастным генеративным особям (табл. 1). При этом только два дерева имели возраст до 200 лет, остальные – свыше 200. Следует отметить, что в зависимости от возраста изменялись высота деревьев и диаметр их ствола. У возрастного дерева (240 лет) наибольший диаметр ствола составлял 61 см, а у самого молодого (145 лет) наименьший диаметр – 27,5 см. Высота деревьев изменялась от 21 до 29,9 м. Следует отметить, что деревья № 2, № 8 и № 9, имеющие один возраст (220 лет), различались по высоте и диаметру ствола, при этом они имели разные типы коры (табл. 1).

Форма кроны у сосны корейской, согласно ранее проведенным исследованиям, меняется с возрастом дерева [2, 16]. Обычно встречаются конусовидные, яйцевидные, овальные и обратояйцевидные (веерообразные) формы крон, причем 80–84 % от общего числа плодоносящих деревьев имеют обратояйцевидную и овальную форму кроны [2, 16]. При изучении плодоношения дерева на форму кроны всегда обращают особое внимание. Изменение формы кроны сосны корейской связано с обильным семеношением. Как следствие, происходит обламывание вершин под тяжестью шишек, а также от действия обильного снега и сильного ветра [3, 4]. У деревьев сосны корейской уже с начального виргинильного состояния главный верхушечный побег начинает уступать в росте близлежащим боковым ветвям [2]. Ветвление в кроне происходит даже у особей, еще не достигших генеративной зрелости. Боковые ветви в средней части кроны молодых деревьев загибаются кверху и догоняют по высоте верхушечные побеги, на которых, как правило, потом происходит формирование женских генеративных органов. Таким образом, в ходе дальнейшего развития кроны у сосны корейской генеративного возраста активное ветвление кроны приводит к стимулированию процесса плодоношения [2]. Многовершинность кроны и обильность семеношения у сосны корейской –

это взаимосвязанные признаки, характеризующие биологическую особенность этой хвойной породы.

Крона средневозрастных генеративных особей обычно густая, вершина – с 2–5 крупными ветвями [2]. У большинства отобранных нами деревьев преобладает овальная форма кроны, но встречаются деревья и с шаровидной, цилиндрической и яйцевидной формами. Протяженность кроны у деревьев – очень варьирующая величина: от 9,7 до 17,2 м. При этом кроны составляют 45–66 % от высоты ствола дерева. Самая протяженная крона (17,5 м) отмечена у дерева № 9 в возрасте 220 лет, которое имело овальную крону и «чешуйчатокорый» тип коры. Наименьшая протяженность кроны (9,7 м) – у дерева № 3 в возрасте 240 лет с шаровидной кроной и «плитчатокорым» типом коры. Все эти показатели свидетельствуют о возрастных изменениях кроны в процессе онтогенеза деревьев сосны корейской [2]. Протяженность кроны, как установлено ранее, не влияет на урожай дерева [3].

Окраска и рисунок коры служат, как правило, вспомогательными признаками при оценке деревьев, поскольку характеризуют качество древесины. Для сосны корейской характерна большая изменчивость структуры коры. Г.В Сенчуковой по строению коры были выделены две морфологические группы деревьев [16]. К первой группе она отнесла деревья с крупными, толстыми пластинами и глубокими трещинами на коре, их назвали «плитчатокорыми». Деревья с выраженными тонкими пластинами коры различной формы, напоминающими чешуи, отнесены ко второй группе и названы «чешуйчатокорыми». В свою очередь, первая группа деревьев по характеру продольных трещин коры и их глубине представлена тремя разновидностями: с продольно-неправильно-трещиноватой, продольно-правильно-трещиноватой и коротко-правильно-трещиноватой корой. Деревья с разными



Рис. 1. Дерево сосны корейской «плитчатокорого» типа



Рис. 2. Дерево сосны корейской «чешуйчатокорого» типа

типами коры встречаются в лесных фитоценозах примерно в равных количествах и растут в одинаковых условиях [16]. Среди отобранных нами деревьев отмечена та же закономерность. В фитоценозах на ППЗ и ПП4 в одних и тех же экологических условиях встречались деревья с различными типами коры и их разновидностями (рис. 1, 2). При этом только три дерева имели «чешуйчатокорый» тип коры, для большинства деревьев был характерен «плитчатокорый» трещиноватый тип (табл. 1).

Полагают, что изменчивость коры сосны корейской отражает биологическое разнообразие этой древесной породы. По наблюдениям на промышленных лесосеках в 1960–1970-х годах Г.В. Сенчуковой отмечено [16], что деревья с толстой корой – «плитчатокорые» представляют собой более быстрорастущую по диаметру форму. При анализе деревьев на скорость роста в высоту ею была выявлена другая закономерность. Деревья с «плитчатокорой» формой коры значительно уступают по высоте «чешуйчатокорым» [16]. Исследования Т.А. Комаровой с соавт. [2] сосны корейской подтверждают наблюдения Г.В. Сенчуковой о более интенсивном росте по диаметру деревьев с толстой глубоко трещиноватой плитчатой корой. Анализ ростовых показателей отобранных нами деревьев позволил установить следующее. При одинаковом возрасте, например 210 лет, диаметр у дерева № 1 на 4 см больше, чем у дерева № 4, которое отнесено к «чешуйчатокорому» типу (табл. 1).

Деревья одной высоты (22,5 м) под номерами 7 и 10 различались по типу коры и показателям диаметра ствола (табл. 1). Диаметр дерева № 7 был на 3,5 см больше, чем дерева № 10. Эти данные согласуются с утверждением Г.В. Сенчуковой

Таблица 1

**Характеристика деревьев *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.
на Верхнеуссурийском лесном стационаре**

Номер дерева	Координаты	Тип коры	Высота, м	Диаметр, см	Возраст, лет
1	44°01'08,5" с. ш. 134°12'41,1" в. д.	Плитчатая трещиноватая	21,0	44,0	210
2	44°02'00,6" с. ш. 134°12'43,7" в. д.	То же	25,3	51,0	220
3	44°01'94,4" с.ш. 134°12'46,7" в.д.	–"–	24,2	61,0	240
4	44°01'99,4" с. ш. 134°12'43,7" в. д.	Чешуйчатая	21,0	40,0	210
5	44°01'92,6" с. ш. 134°12'56,6" в. д.	Плитчатая трещиноватая	27,0	55,0	230
6	44°01'93,3" с. ш. 134°12'46,7" в. д.	То же	20,5	27,5	145
7	44°01'93,3" с. ш. 134°12'44,4" в. д.	–"–	22,5	39,5	200
6	44°01'90,2" с. ш. 134°12'45,0" в. д.	–"–	25,3	47,0	220
9	44°01'88,9" с. ш. 134°12'47,5" в. д.	Чешуйчатая	29,9	50,5	220
10	44°01'96,1" с. ш. 134°12'53,2" в. д.	–"–	22,5	36,0	180

о более интенсивном росте по диаметру деревьев с «плитчатокорым», трещиноватым типом коры [16]. Тем не менее для достоверного подтверждения этой закономерности необходим более глубокий анализ на большой выборке фактического материала. Однако при сравнении между собой «плитчатокорых» деревьев (с разной глубиной трещиноватости коры), имеющих одну высоту и одинаковый возраст (дерево № 2 и № 8), нами отмечены различия в диаметрах их стволов. Возможно, наличие неглубоких и очень глубоких трещин на поверхности коры у сосны корейской «плитчатокорого» типа – тоже результат различной скорости их роста по диаметру. По данным Т.А. Комаровой с соавторами [2], деревья с чешуйчатым строением коры быстрее растут в высоту, формируют компактную яйцевидную форму кроны с тонкими ветвями. Напротив, «плитчатокорые» деревья имеют мощно развитую обратнояйцевидную крону и отличаются повышенным семеношением. По мнению Г.В. Сенчуковой, изучавшей урожайность шишек на промышленных лесосеках, у одновозрастных деревьев, имеющих разное строение поверхности коры, было разное количество шишек. Деревья с толстой глубокотрещиноватой корой обладают, согласно ее данным, повышенной урожайностью шишек [16].

Обилие семеношения у сосны корейской – один из самых варьирующих признаков, зависящий от влияния множества разных факторов: степени обеспеченности почвенным питанием и освещением, особенностей развития кроны, опыления, наследственных свойств дерева и др. [2– 4, 12, 16]. Количество шишек на одном дереве, по данным Н.В. Кречетовой и В.И. Штейниковой [3], в среднем составляет 25–30 шт., а на самых крупных деревьях авторами в урожайный год было обнаружено до 1000 шишек. Известно, что с возрастом дерева варьируют как количество, так и размеры шишек [2, 3, 5]. В 2014 г. в плюсовом насаждении ВУС было отмечено обильное семеношение сосны корейской. Урожай в изучаемом насаждении на ППЗ и ПП4 был оценен в 4 балла, причем плодоносящие деревья находились в первом ярусе древостоя.

При изучении индивидуальной изменчивости деревьев сосны корейской важны и такие признаки, как форма шишки, ее размеры, а также форма семенных чешуй. Однородные по размерам крупные шишки созревают обычно на молодых деревьях [2, 5]. По нашим многолетним наблюдениям, средняя длина шишки в исследуемом районе варьирует от 17 до 20 см, ширина – от 10 до 14 см. Отдельные экземпляры крупных шишек (длиной до 22 см) мы находили на молодых, хорошо освещенных одиночных деревьях [5]. По сведениям Т.А. Комаровой с соавторами [2], урожай зависит от возраста плодоносящего растения и условий произрастания на ВУС. Например, масса 1000 семян сосны корейской может варьировать от 350 до 870 г (в среднем около 500 г), масса одной шишки в разные годы изменяется от 50 до 350 г.

При анализе урожая с отобранных нами деревьев оказалось, что длина шишек варьировала не только у деревьев в пределах нашего насаждения, но и у одного дерева. Встречались цилиндрическая и конусовидная формы шишек, причем у 5 деревьев были отмечены обе формы (табл. 2). Самые длинные шишки (13–15 см) были собраны с молодых деревьев в возрасте 180–200 лет (табл. 2), самые маленькие шишки (длина 10 см) были у дерева № 3, возраст которого составлял 240 лет. Коэффициент вариации длины шишек изменялся в пределах от 3,21 до 16,5 % (табл. 2). Максимальной вариабельностью длины шишки отличались деревья № 5 (9,15 %) и № 8 (16,5 %). Ширина шишки у исследуемых

деревьев изменялась от 6 до 8,2 см. Причем чем больше была длина шишки, тем больше была и ее ширина (табл. 2). Показатели ширины шишек у отобранных деревьев являлись менее вариабельной величиной, они изменялись в пределах от 2,8 до 8,7 %. Причем коэффициент вариабельности показателей размеров у крупных шишек был небольшим (в пределах 3–7 %), за исключением дерева № 8. Молодые деревья отличались меньшей вариабельностью размеров шишек. Наши данные согласуются с утверждением Г.В. Сенчуковой о том, что с возрастом шишки на деревьях сосны корейской становятся мельче [16]. Различий в величине шишек у деревьев с разным типом коры нами не выявлено.

По строению поверхности семенных чешуй шишек выделены три формы: с гладким щитком, в виде пирамидки и в виде загнутого к основанию крючка [2, 5, 16]. У половины изученных деревьев встречались шишки с загнутыми семенными чешуями. При этом загнутые чешуи отмечены нами как у крупных шишек (дерево № 10), так и у мелких (дерево № 3).

На собранном материале мы не смогли подтвердить мнение Г.В. Сенчуковой о том, что для каждого дерева характерна только одна форма семенных чешуй [16]. При наличии в выборке шишек на разных стадиях их созревания, возможно, у одного дерева встречаются и разные типы чешуй. Для подтверждения этой закономерности необходим анализ очень большой выборки фактического материала, собранного строго с индивидуальных деревьев сосны корейской.

Таблица 2

Морфологические показатели шишек сосны корейской на Верхнеуссурийском стационаре

Номер дерева	Форма шишек / чешуй	Длина шишки*, см	V, %	Ширина шишки*, см	V, %
1	Цилиндрическая, конусовидная / прямые	13,25 ± 0,64**	4,83	7,50 ± 0,41**	5,47
2	То же	11,75 ± 0,50	4,25	7,40 ± 0,21	2,84
3	Конусовидная / загнутые	10,90 ± 0,65	5,96	6,00 ± 0,35	5,83
4	Цилиндрическая, конусовидная / загнутые	15,75 ± 0,55	3,49	8,40 ± 0,42	5,00
5	Цилиндрическая, конусовидная / прямые	13,00 ± 1,19	9,15	7,50 ± 0,27	3,6
6	Цилиндрическая / загнутые	14,40 ± 1,02	7,08	8,20 ± 0,57	6,95
7	Цилиндрическая, конусовидная / прямые	13,10 ± 0,42	3,21	7,14 ± 0,21	2,94
8	Конусовидная / загнутые	14,90 ± 2,46	16,50	7,70 ± 0,67	8,70
9	Цилиндрическая / прямые	12,80 ± 0,76	5,93	6,84 ± 0,42	6,14
10	Цилиндрическая / загнутые	15,40 ± 0,65	4,22	7,90 ± 0,35	4,43

*Средняя арифметическая величина.

**Среднее квадратичное отклонение.

Примечание. V – коэффициент вариации.

При заготовке семян сосны корейской учитывают и ряд других важных признаков деревьев – например, на каких деревьях находятся шишки, в орехах которых формируются крупные ядра. Такие орехи представляют большую пищевую ценность, и их более целесообразно использовать для получения масла и других продуктов. Показатель массы 1000 семян необходимо знать и при расчетах ожидаемых урожаев [3]. Ранее было установлено, что абсолютная масса семян в определенных условиях произрастания находится в зависимости от возраста дерева [2, 16]. У молодых деревьев семена обычно крупные, а с увеличением возраста деревьев масса семян уменьшается [5]. Одновозрастные деревья в разных экологических условиях дают разные по массе семена. Деревья на южном склоне, например, имеют более крупные семена в шишках, чем растущие на северном склоне [3]. Все перечисленные особенности семенного материала сосны корейской могут быть использованы при ее селекционном отборе.

При анализе собранного семенного материала оказалось, что размеры семян всегда находятся в прямой зависимости от размера шишки. В небольших по размеру шишках часто находили крупные семена, а в крупных – мелкие. Число семян в собранных шишках варьировало в среднем от 111 до 172 шт. (табл. 3). У деревьев с крупными шишками (№ 1, 4, 8, 10) количество семян в шишках изменялось от 130 до 170 шт., а также была и большая масса 1000 семян – от 412 до 556 г. Шишки с дерева № 3 (возраст 240 лет) имели наименьшее число семян в шишке и наименьшую массу, однако их жизнеспособность была высокой (92 %). Следует отметить, что качество семян не зависело от возраста дерева. Самые крупные шишки (деревья № 4 и № 10) обычно имели большую массу 1000 семян и высокую жизнеспособность (свыше 90 %) (табл. 2, 3). Коэффициент вариации массы 1000 семян имел большую вариабельность и изменялся от 1,26 % (дерево № 3, возраст 240 лет) до 24,9 % (дерево № 9, возраст 220 лет). Коэффициент вариации числа семян в шишке, согласно нашим данным, был более вариабелен (от 7,7 до 23 %). Наименьший коэффициент вариации количества семян в шишке отмечен у дерева № 7. Семена этого дерева имели самую низкую (52,5 %) жизнеспособность и самую высокую пустосемянность (47,5 %). Коэффициент вариации количества жизнеспособных семян у всех деревьев изменялся в пределах от 1,4 до 12,8 %. Следует отметить, что в шишках только у двух деревьев (№ 1 и № 7) находились семена с самым низким процентом жизнеспособности (табл. 3), они были отнесены к 3 классу качества; у других 8 деревьев шишки имели семена с высокой жизнеспособностью (1 класса качества)⁵.

Необходимо отметить, что гетерогенность семян сосны корейской зависит от возраста дерева, расположения шишки в кроне и даже от расположения семени в отдельно взятой шишке. По нашим данным [5], семена в верхней части шишки имели минимальное количество запасных белков, жиров и сахаров. Поэтому при заготовке семян для выращивания качественного посадочного материала было рекомендовано извлекать их только из нижней и средней частей шишки [5]. Это гарантирует получение семян с высокой жизнеспособностью, поскольку семена в верхней части шишки, как правило, неразвитые, мелкие, а если и имеют вполне сформированную оболочку, то внутри пустые. Известно, что пустосемянность у хвойных пород рассматривается как генетический груз популяции при самоопылении [19]. Другими причинами образования пустых семян могут быть

⁵ Гост 14161-86. Семена хвойных древесных пород. Посевные качества. Технические условия.

Характеристика семян сосны корейской на Верхнеуссурийском лесном стационаре

Номер дерева	Масса 1000 семян*, г	V, %	Количество семян в шишке*, шт.	V, %	Количество жизнеспособных семян*, %	V, %
1	412,80 ± 69,67**	16,87	172,60 ± 6,63**	15,43	67,19 ± 8,64**	12,85
2	514,00 ± 62,21	12,11	120,75 ± 17,88	14,81	88,90 ± 2,78	3,13
3	220,25 ± 2,78	1,26	111,00 ± 19,20	17,30	92,15 ± 3,73	4,05
4	556,00 ± 53,71	9,66	148,00 ± 16,69	11,28	94,12 ± 2,17	2,31
5	443,00 ± 78,04	17,62	170,40 ± 37,75	22,15	92,07 ± 5,50	5,90
6	535,40 ± 76,27	14,25	128,4 ± 17,13	13,34	85,13 ± 1,12	1,32
7	530,60 ± 22,70	4,28	169,40 ± 13,18	7,78	58,52 ± 3,13	5,35
8	412,20 ± 58,45	14,18	147,00 ± 19,15	13,03	95,03 ± 2,75	2,89
9	460,40 ± 114,82	24,94	154,40 ± 35,79	23,18	81,62 ± 9,14	11,20
10	499,75 ± 38,18	7,64	162,20 ± 31,93	19,69	92,03 ± 1,29	1,40

*Средняя арифметическая величина,

**Среднее квадратичное отклонение.

Примечание. V – коэффициент вариации.

неблагоприятные погодные условия при опылении, а также генетические особенности деревьев. Возможно, недоразвитие семени – результат нарушения транспорта ассимилятов в верхнюю часть уже сформировавшейся шишки, например в засушливые периоды вегетации или в период тайфунов. Для выяснения этих причин нами был сделан анализ почвы фитогенных полей плюсовых деревьев [21]. Оказалось, что дерево № 7 растет на самом краю склона и в период ежегодных летних тайфунов его почвенные условия произрастания кратковременно резко изменялись. Вероятно, происходило вымывание питательных веществ, которых и не хватило для формирования полноценных семян в верхней части шишки. На следующий вегетационный период анализ почв не показал существенных различий вблизи деревьев с различной жизнеспособностью семян. Деревья № 1 и № 7, вероятно, следует исключить из категории плюсовых из-за низкого качества семян. Пустосемянность может быть результатом, в данном случае, и генотипических особенностей этих деревьев. Тем не менее, при отборе плюсовых деревьев необходимо учитывать фактор расположения дерева на склоне. Показатель массы 1000 семян, по нашему мнению, не всегда может отражать качество сформированного урожая из-за наличия высокой пустосемянности.

Морфологические показатели шишек и семян сосны корейской сегодня успешно учитывают при выращивании элитного посадочного материала. Так, например, проведен анализ корреляционных связей между морфологическими параметрами репродуктивных органов сосны корейской и ростовыми характеристиками саженцев, полученных из семян 244 плюсовых деревьев [9–11]. Установлены корреляционные связи высоты саженцев с морфологическими показателями репродуктивных органов. У 5-летних саженцев, например, высота растений имеет положительную корреляцию с диаметром и массой шишки, а также с длиной, шириной и массой семян. Показано также, что корреляционные связи между характеристикой репродуктивных органов и показателями роста исчезают к 20-летнему возрасту растений, а в дальнейшем показатели роста деревьев находятся под генетическим контролем. Поэтому очень важно иметь генотипическую характеристику плюсовых деревьев. Генотипированием плюсовых деревьев хвойных

в Дальневосточном регионе сегодня начали заниматься в генетической лаборатории Центра защиты леса в г. Хабаровск.

Согласно утвержденным рекомендациям [20], необходимо проводить многолетние наблюдения за репродуктивными органами плюсовых деревьев хвойных пород и вести регулярный анализ качества семян. Подобная работа в насаждениях сосны корейской требует много времени, поскольку формирование генеративных органов у сосны корейской происходит в течение 3 вегетационных периодов. Обильные урожаи шишек у сосны корейской бывают периодически, обычно 1 раз в 3–4 года [2, 4, 5], а небольшие, слабые урожаи еще на деревьях часто «уничтожаются» белками и кедровкой. После 2014 г. нам не удалось собрать урожай шишек с кандидатов в плюсовые деревья. Полученные нами результаты по качеству семян сосны корейской можно считать предварительными. Наблюдения за плодоношением сосны корейской будут продолжены с целью дальнейшего анализа урожая и выявления высокопродуктивных деревьев с хорошим качеством семян.

Заключение

При изучении лесов стационара выбраны и охарактеризованы орехопродуктивные насаждения на площади около 5 га, расположенные в кедровниках с елью и большим количеством желтой березы. Участие сосны корейской в этих типах леса составляет 7–8 ед. Кандидаты в плюсовые деревья находятся в I ярусе древостоя.

Деревья сосны корейской растут в одинаковых условиях и имеют различные фенотипы коры, отражающие биоразнообразие этого вида, что, вероятно, указывает на генетическую обусловленность данного признака. Крайне важно установить в ближайшее время генетические характеристики деревьев с разными типами коры. Дальнейшее развитие таких исследований будет иметь большое практическое значение. Морфологические различия деревьев, например по строению коры ствола, могут быть использованы при селекционном отборе на интенсивность роста деревьев и активность плодоношения.

Проведенные нами исследования позволили установить, что с увеличением возраста дерева шишки у сосны корейской становятся мельче, при этом на молодых деревьях формируются очень крупные экземпляры. Различий в величине шишек у деревьев с разным типом коры не выявлено. Качество семян в шишках отобранных деревьев не зависело от возраста деревьев. Большинство отобранных плюсовых деревьев имели шишки с семенами 1 класса качества. Показатель массы 1000 семян, по нашему мнению, не всегда отражает их реальное качество. При выборе плюсовых деревьев на семенную продуктивность следует ограничить возраст деревьев до 200 лет, а также принимать во внимание расположение плюсового дерева на лесной территории.

Показатели урожая плюсового насаждения и сведения о качестве семян могут быть использованы в практических целях при массовом сборе семенного материала для выращивания сеянцев сосны корейской с улучшенными свойствами. Сбор семян с целью получения потомства от плюсовых деревьев позволит в будущем развернуть работы по селекционному отбору деревьев сосны корейской по орехопродуктивности.

Таким образом, выделенный на ВУС лесной массив будет рекомендован в качестве генетического резервата сосны корейской. Охранный статус генетического

резервата необходимо закрепить соответствующим решением законодательных органов края. Дальнейшие работы по выделению плюсовых насаждений и отдельных деревьев на территории лесного стационара – самый реальный путь для сохранения ценного генофонда сосны корейской в Чугуевском районе Приморского края.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Великов А.В., Потенко В.В. Генетические ресурсы сосны корейской на Дальнем Востоке России: теоретические основы и прикладные аспекты. М.: Наука, 2006. 174 с.
2. Комарова Т.А., Ухваткина О.Н., Трофимова А.Д. Онторморфогенез сосны корейской (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) в условиях среднегорного пояса южного Сихотэ-Алиня // Бюл. Ботан. сада-института ДВО РАН. 2010. Вып. 5. С. 81–92.
3. Кречетова Н.В., Штейникова В.И. Плодоношение кедра корейского. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1963. 60 с.
4. Никитенко Е.А. Результаты селекции клонов кедра корейского *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. на семенную продуктивность // Сиб. лес. журн. 2016. № 35. С. 81–90.
5. Орехова Т.П. Семена сосны корейской (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) (биологическая характеристика, биохимический состав, рекомендации по сбору и длительному хранению). Владивосток, 2004. 64 с.
6. Орехова Т.П. Проблема охраны генофонда сосны корейской (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) в Приморском крае и пути ее решения // Хвойные бореальной зоны. 2012. Т. 30, № 3–4. С. 298–302.
7. Орехова Т.П. Особенности семеношения и естественного возобновления древесных пород в кедрово-широколиственных лесах заповедника «Уссурийский» // Хвойные бореальной зоны. 2017. Т. 35, № 1/2. С. 46–53.
8. Kim Z.S., Lee S.W. Genetic diversity of three native *Pinus* species in Korea // Population genetic and genetic conservation of forest trees. Amsterdam: SPB Acad. publ., 1995. P. 211–218.
9. Song J.M., Han S.U., Yi J.S., Kim N.H., Cheong E.J. The effect of thinning and crown management on cone production and nutritional component of pine nuts // Summary of conference papers II International Symposium on Korean Pine Biology and Silviculture. September 16–25, 2019. Vladivostok, 2019. P. 36.
10. Cui X., Gu J., Wang H., Wei H. Effects of fertilization on nutrition and cone yield of a dual-purpose *Pinus koraiensis* plantation established for timber and pine nut production // Summary of conference papers I International symposium on Korean Pine Biology and Silviculture, July 25–30, 2018. Harbin, 2018. P. 15.
11. Han S.U., Yi J.S., Cheong E.J. Selective breeding of Korean White pine in Korea // Summary of conference papers. I International symposium on Korean Pine Biology and Silviculture, July 25-3, 2018. Harbin, 2018. P. 12.
12. Братилова Н.П., Матвеева Р.Н., Пастухова А.М., Шимова Ю.С., Гришлова М.В., Борчакова М.С., Коновалова Д.А. Интродукция сосны кедровой корейской на юге Средней Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2019. Вып. 37, № 3/4. С. 209–213.
13. Кузнецова Г.В. Изменчивость качества семян у климатипов сосны корейской в географических культурах // Бюл. Никитского ботан. сада. 2009. Вып. 90. С. 10.
14. Ковалев А.П., Лашина Е.В. Особенности формирования кедрово-широколиственных лесов после промышленных рубок // Аграр. вестн. Приморья. 2018. № 3 (11). С. 57–61.
15. Современное состояние лесов Российского Дальнего Востока и перспективы их использования / под ред. А.П. Ковалева. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2009. 470 с.
16. Сенчукова Г.В. К вопросу о внутривидовой изменчивости кедрового // Сб. тр. ДальНИИЛХ. Хабаровск: Хабар. кн. изд-во. Вып. 8. 1966. С. 317–335.
17. Справочник для таксации лесов Дальнего Востока / под ред. В.Н. Корякина. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1990. С. 113.
18. Международные правила анализа семян. М: Колос, 1984. 310 с.
19. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф. Генетика, селекция, семеноводство кедрового сибирского. Красноярск: СибГТУ, 2000. 243 с.
20. Рекомендации по отбору и оценке плюсовых деревьев кедрового сибирского на семенную продуктивность М.: ВНИИЦ ресурс, 2000. 36 с.

21. Пуртова Л.Н., Орехова Т.П., Киселева И.В. Физико-химические показатели и каталазная активность почв в пределах фитогенных полей плюсовых деревьев (*Pinus koraiensis* Zieb.et Succ.) на Верхнеуссурийском лесном стационаре // Вопр. лес. науки. Т. 3, № 2. С. 1–14. DOI 10.31509/2658-607x-2020-3-2-2-15

REFERENCES

1. Velikov A.V., Potenko V.V. Genetic resources of Korean pine in the Russian Far East: theoretical basics and applied aspects. M: Nauka; 2006. 174 p. (In Russ.).

2. Komarova T.A., Ukhvatkina O.N., Trofimova A.D. Ontomorfogenez sosny koreyskoi (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) v usloviyakh srednegornogo poyasa yuzhnogo Sikhote-Alinya = [Ontomorphogenesis of korean pine (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) in the middle mountain zone of Sikhote-Alin' conditions. *Byulleten' Botanicheskogo sada-instituta DVO RAN*. 2010;5:81-92. (In Russ.).

3. Krechetova N.V., Shteinikova V.I. Plodonoshenie kedra koreiskogo = [Fructification of Korean pine]. Khabarovsk: Dal'NIILKH; 1963. P. 60. (In Russ.).

4. Nikitenko E.A. Resultaty selectsii clonov kedra koreiskogo *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. na semenuyu productivnost' = [The results of clone breeding of Korean pine *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc. on seed productivity]. *Sibirskiy lesnoi zhurnal*. 2016;(35):81-90. (In Russ.).

5. Orekhova T.P. Semena sosny koreyskoi (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) (biologicheskaya charakteristika, biokhemicheskiy sostav, rekomendatsii po sboru dlitel'nomu khaneniyu) = [The Korean pine seeds (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) (biological characteristics, biochemical content, recommendation for harvesting and long-time storage)]. Vladivostok; 2004. P. 64. (In Russ.).

6. Orekhova T.P. Problema okhrany genofonda sosny koreyskoi (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) v Primorskom krae i puti ee resheniya = [The problem of the Korean pine (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) gene pool conservation in Primory'e territory and ways to resolve]. *Conifers of the Boreal Area*. 2012;30(3-4):298-302. (In Russ.).

7. Orekhova T.P. Osobennosti semenosheniya i estestvennogo vosobnovleniya drevesnykh porod v kedrovo-shirokolistvennykh lesach zapovednica Ussuriyskiy = [Particularity of seed production and natural renewal of woody species in the Ussuriyskiy reserve cedar broadleaved forests]. *Conifers of the Boreal Area*. 2017;35(1/2.):46-53. (In Russ.).

8. Kim Z.S., Lee S.W. Genetic diversity of three native *Pinus* species in Korea. *Population genetic and genetic conservation of forest trees*. Amsterdam: SPB Acad.publ.; 1995. P. 211-218.

9. Song J.M., Han S.U., Yi J.S., Kim N.H., Cheong E.J. The effect of thinning and crown management on cone production and nutritional component of pine nuts. In: *Summary of conference papers. II International Symposium on Korean Pine Biology and Silviculture*. September 16-25, 2019. Vladivostok; 2019. P. 36.

10. Cui X., Gu J., Wang H., Wei H. Effects of fertilization on nutrition and cone yield of a dual-purpose *Pinus koraiensis* plantation established for timber and pine nut production. In: *Summary of conference papers I International symposium on Korean Pine Biology and Silviculture*, July 25-30, 2018. Harbin, China; 2018. P. 15.

11. Han S.U., Yi J.S., Cheong E.J. Selective breeding of Korean White pine in Korea. In: *Summary of conference papers I International symposium on Korean Pine Biology and Silviculture*, July 25-30, 2018. Harbin, China; 2018. P. 12.

12. Bratilova N.P., Matveeva R.N., Pastuchova A.M., Shimova U.S., Grishlova M.V., Borchakova M.S., Konovalova D.A. Introductiya sosny kedrovoi koreyskoi na yuge Sredhei Sibiri = [Introduction of *Pinus koraiensis* in the south of middle Siberia]. *Conifers of the Boreal Area*. 2019;37(3/4):209-213. (In Russ.).

13. Kuznetsova G.V. Izmenchivost' kachestva semyan u klimatipov sosny koreyskoy v geograficheskikh kul'turakh = [Variability the seed's quality of Korean pine klimatipov in geographyc culture]. *Bull. Nikitskogo bot. sada*; 2009. Vol. 90. P. 10-13. (In Russ.).

14. Kovalev A.P., Lashina E.V. Osobennosti formirovaniya kedrovo-shirokolistvennykh lesov posle promyshlennykh rubok. *Agrarnyy vestnik Primorya*. 2018;3(11):57-61. (In Russ.).

15. Kovaleva A.P. (ed.) Sovremennoe sostoyanie lesov rossiyskogo Dal'nego Vostoka i perspektivy ikh ispol'zovaniya. Khabarovsk: DAL'NIILKH; 2009. 470 p. (In Russ.).

16. Senchukova G.V. K voprosu o vnutrividovoi izmenchivosti kedra koreiskogo = [About question of inter specific variability Korean pine]. *Sbornik trudov Dal'NIILKH: Khabarovsk*; 1966. Vol. 8. P. 317-335. (In Russ.).

17. Koryakina V.N. (ed.). Spravochnik dlya taksatsii lesov Dal'nego Vostoka = [Handbook for forest inventory of the Far East forests]. Khabarovsk: DAL'NIILKH; 1990. 113 p. (In Russ.).
18. Mezhdunarodnye pravila analiza semyan = [International rules for seed testing]. M.: Kolos; 1984. 310 p. (In Russ.).
19. Matveeva R.N., Butorova O.F. Genetika, selektsyya, semenovodstvo kedra sibirskogo = [Genetic, selection, seed farming of Siberian pine]. Krasnoyarsk: SibGTU; 2000. 243 p. (In Russ.).
20. Rekomendatsii po otboru i otsenke plusovykh derev'ev kedra sibirskogo na semennyu produktivnost' = [Recommendation on selection and estimate for seeds productivity the Korean pine plus trees]. M.: VNIITS resurs; 2000. 36 p. (In Russ.).
21. Purtova L.N., Orekhova T.P., Kiseleva I.V. Fiziko-chimicheskie pokazateli i katalasnaya aktivnost' pochv v predelakh fitogennykh poley plusovykh derev'ev (*Pinus koraiensis* Zieb. et Succ.) na Verkhneussuriiskom lesnom statsionare = [The physic-chemical parameters and catalas activity of the soil in the range of phytogenic fields of Korean pine plus trees at Verkhneussuriysky forest station]. *Voprosy lesnoy nauki*. 2021;3(2):1-14. (In Russ.). DOI 10.31509/2658-607x-2020-3-2-2-15.