

Amyaga E.N., Nifontov S.V., Gridnev A.N., Makrushin N.M. Selection of nuclear microsatellite loci for species identification of Daurian larch (Gmelin) and Siberian larch, as well as comparison of their genetic profiles for solving forestry problems // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 72-79.

Preservation and study of forest plant species diversity is one of the fundamental challenges of modern botany, genetics, and dendrology. Genetic structure determines variability and controls adaptation mechanisms, let every population adapt to the environmental conditions. The most topical issue is genetic study of valuable forest species to ensure their integrity, specific identification and control over a wood origin. One of such environmentally and economically important coniferous species in our country is larch (*Larix*). Currently, there is a problem to use azonal larch species for reforestation in Russia, particularly in the Russian Far East. In this regard, selection of genetic markers that let us detect differences between Dahurian larch and Siberian larch and their subspecies is a crucial and relevant task.

Key words: *larch; genetic variability; population; polymorphism; microsatellite loci*

УДК 630*165

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.10

ЛЕСНЫЕ ПЛЮСОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ИХ ОТБОРА

Анатолий Петрович Царев^{1,3}, Наталья Владимировна Лаур²

¹ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», г. Воронеж

394087, Россия, г. Воронеж, ул. Ломоносова, д.105

Email: antsa_55@yahoo.com;

²ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»

185000, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Email: laur@petrsu.ru

³Никитский ботанический сад-национальный научный центр,

298648 Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита

Представлен анализ состояния и тенденций развития селекции плюсовых насаждений (ПН) лесных древесных растений, которые являются важным компонентом лесосеменной базы страны. Оценены критерии их отбора и отмечены направления их унификации. Акцентируется внимание на необходимости активизации селекции новых ПН, указан их предпочтительный возраст, обязательность оставления защитных 100-метровых полос вокруг ПН при главных и промежуточных рубках, уточняются количественные показатели других критериев отбора ПН.

Ключевые слова: *плюсовые насаждения; постоянная лесосеменная база; критерии отбора плюсовых насаждений; лесообразующие древесные породы*

Введение

Плюсовые насаждения (ПН) – это высокопродуктивные, высококачественные и устойчивые для данных лесорастительных условий насаждения. Они могут рассматриваться как резерваты наиболее ценного генофонда основных лесообразующих пород и это одна из основных целей их селекции. Их выделяют и как семенные заказники. В некоторых случаях их регистрируют даже в качестве сортов-популяций. Но в этом случае необходимы исследования по географическому и экологическому их районированию [2, 4, 8, 9]. За рубежом на их базе начинали свою деятельность ряд крупных семеноводческих фирм.

ПН отбирают в основном в приспевающих (реже средневозрастных и спелых) высокобонитетных древостоях естественного, реже искусственного происхождения [5, 6, 13, 15]. Единых правил для отбора ПН нет, поэтому в зависимости от породы и целей

селекции показатели отбора ПН разрабатывают на региональном уровне или на уровне отдельных организаций.

Цель нашей работы на примере одного крупного лесного региона - Республики Карелия (РК) представить результаты отбора ПН, а также проанализировать достоинства и недостатки проведения фактических работ по отбору плюсовых насаждений и с учетом выявленных тенденций представить некоторые предложения по критериям отбора плюсовых насаждений.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были естественные лесные насаждения Республики Карелия (РК). Поскольку плюсовые насаждения (ПН) встречаются редко, то их отбор являлся весьма трудоемким и длительным процессом.

Методика заключалась в изучении лесоустроительных материалов, анкетирование работников лесного хозяйства и ознакомлении на месте с кандидатами на отбор в категорию ПН.

Если при глазомерном осмотре насаждение по возрасту соответствовало существующим на период обследования нормативным документам [13, 14], то оно утверждалось аттестационной комиссией Минлесхоза РК в качестве плюсового. В лучших из них закладывались пробные площади в соответствии с лесотаксационными требованиями [1, 7 и др.].

На пробной площади определялся тип леса, уточнялся возраст насаждения, для чего с помощью возрастного бурава у нескольких деревьев на высоте до 30 см высверливались керны и по ним подсчитывались годовичные кольца. Затем исследовались другие таксационные показатели: диаметры (измерялись мерной вилкой у всех деревьев на пробной площади), высоты (измерялись высотомером фирмы Freiburger Präzisionsmechanik – DDR) у 25-30 деревьев. При сплошном перечете учитывались прямизна и сбежистость стволов, их качество (деловые, полуделовые, дровяные), сексуализация деревьев, толщина ветвей, характер и протяженность кроны и др.

При статистической обработке данных [11] определялись средние диаметры и высоты. С учетом видовых чисел по М. Е. Ткаченко для среднего коэффициента формы ствола [12] рассчитывались объемы стволов по формуле (1).

$$V=D^2 \times 0,785 \times H \times f / 10000 \quad (1),$$

где: V – объем ствола, м^3 ,
 D – диаметр ствола на высоте 1,3 м,
 H – высота дерева,
 f – видовое число по М.Е. Ткаченко.

Запасы рассчитывались по формуле (2).

$$W=V_{\text{ср}} \times N \times 10000 / S \quad (2),$$

Где: W – запас насаждения, $\text{м}^3/\text{га}$,
 $V_{\text{ср}}$ – средний объем деревьев на исследуемой площади, м^3 ,
 N – число деревьев на исследуемой площади,
 S – размер исследуемой площади, м^2 .

Кроме того, отмечался тип леса, товарность, бонитет и другие показатели.

Группой, возглавляемой Н.В. Лаур, за 20 лет было отобрано и проверено в натуре 50 ПН на площади 276 га, что составляет большую часть выделенных ПН в РК.

Кроме того, были изучены и проанализированы паспорта ПН, отобранных другими работниками, и изучены тенденции отбора и сбережения естественного генофонда лесных древесных растений в стране и в РК.

Результаты и обсуждение

К 1971 г. в СССР было отобрано 0,5 тыс. га ПН. В дальнейшем работы по отбору, оценке и списанию разрушенных или самовольно вырубленных плюсовых насаждений продолжались в разных регионах страны [6–10]. Всего на 01.01.2007 г. было отобрано 15311,8 га, на 01.02.2012 г. осталось 15205,5 га ПН (таблица 1). К 01.01.2014 года их площадь уменьшилась до 14455,5 га [2].

В Карелии основная часть ПН была отобрана к 1976 г. (581 га ПН). Отбор проведен «Союзгипролесхозом» и лесхозами. Часть ПН была списана в период единой селекционной инвентаризации 1979 г. по несоответствию требованиям (на 1979 г. – 424 га ПН). В течение 1983–2006 гг. площадь ПН оставалась довольно стабильной – происходили небольшие списания, но велся и отбор новых ПН. По лесосеменным районам распределение ПН неравнозначное: в Карельском – 15,3% (Северокарельском подрайоне – 8,8%; Центральнокарельском – 6,5%), в Южнокарельском – 84,7%

Таблица 1

Наличие плюсовых насаждений в России на 01.01.2012 г., га/%

№	Порода	Площадь, га/%	№	Порода	Площадь, га/%
1	Сосна	9404,4/61,8	6	Дуб	1532,3/10,1
2	Ель	1723,6/11,3	7	Бук	514,4/3,4
3	Лиственница	642,1/4,2	8	Орех	31,1/0,2
4	Сосна сибирская	678,9/4,5	9	Береза	171,3/1,1
5	Пихта	261,3/1,7	10	Прочие породы	246,1/1,7
Итого хвойных пород		12710,3/83,5	Всего		15205,5/100

Первоначальное качество отбора в РК было почти всегда низким. Это связано в первую очередь с отсутствием четкой региональной методики работ. Возможно, часть ПН отбирали по материалам лесоустройства. В общей сложности в течение 40 лет отбор ПН вели работники лесхозов, специалисты Ленинградской зональной лесосеменной станции, Московского, Ленинградского и Карельского отделений института «Союзгипролесхоз», Петрозаводской и Олонецкой производственных лесосеменных станций и Карельского селекционного центра. При отборе сказался как уровень подготовки, так и субъективный подход.

В Карелии по состоянию на 01.01.12 г. аттестовано 471,8 га плюсовых насаждений, что составляло 3,1 % всех ПН России и около 1/4 ПН Северо-Западного Федерального округа. Практически все ПН – хвойные породы (таблица 2).

Таблица 2

Наличие плюсовых насаждений в Карелии на 1.01.12 г. и 01.12.2018 г., га

Порода	2012 г., площадь, га/%	2018г., площадь, га, %
Всего, в т.ч.	471,8 / 100	434 / 100
Сосна	325,4 / 69	293,2 / 68
Ель	141,4 / 30	135,8 / 31
Лиственница	2,9 / 0,6	2,9 / 0,6
Пихта	0,1 / -	0,1 / -
Ольха черная	2,0 / 0,4	2,0 / 0,4

В 2014 году их числилось 478,0 га [3], а на 01.12.2018 – 434 га. То есть, тенденция такая же, как и по стране, в целом, и по другим объектам лесосеменной базы России – наблюдается явное уменьшение площадей ПН. И это при том, что ПН занимают ничтожную долю лесопокрытых площадей. Так, в Карелии покрытые лесной растительностью земли занимают 9279,5 тыс. га. Отобранные за 1972-2012 гг. 0,471 тыс. га ПН составляют всего 0,0005 % от лесопокрытой площади республики.

Результат натурного обследования ПН и детальный анализ 50 ПН (276 га), а также изучение имеющихся паспортов, позволяет сделать ряд выводов по состоянию ПН Карелии. Данные анализа паспортов ПН, отобранных в 70-е годы прошлого века, выявил множество ошибок при отборе и оформлении плюсовых насаждений. Основные из них были следующие: 1) возраст насаждения определялся глазомерно, 2) средняя высота насаждения не определялась, 3) протяженность бессучковой части не определялась, 4) средняя протяженность бессучковой зоны по насаждению не указывалась, 5) количество плюсовых деревьев завышалось, 6) подеревный пересчет не проводился и др.

Это обуславливает необходимость пересмотра ряда критериев их отбора.

Качество отбора. Плюсовые насаждения РК, отобранные разными организациями и работниками, неравнозначны по качеству: из 471,8 га ПН, отобранных к 2012 году, высокий уровень отбора был у 35,9 % (табл. 3). Оценивались возраст, показатели продуктивности насаждений, качество стволов основной породы и санитарное состояние.

Таблица 3

Площадь лучших плюсовых насаждений РК с высоким качеством отбора, га/%

Порода	Площадь всех ПН	Площадь лучших ПН	%
Всего	471,8	169,5	35,9
Сосна	325,4	149,5	45,9
Ель	141,4	17	12,0
Лиственница	2,9	2,9	100
Пихта	0,1	0,1	100

В 80-х годах XX в. качество отбора ПН существенно повысилось – в каждом лесосеменном районе практически всегда в список «плюсовых» включались насаждения высших бонитетов, с большой протяженностью бессучковой зоны и тонкими сучьями. Эти насаждения действительно уникальны. В Северокарельском лесосеменном районе найдено приспевающее насаждение сосны II класса бонитета (Пяозерский лесхоз, отбор 1996 г.), в Центральноккарельском – насаждение сосны II (на грани I) класса бонитета, в котором отобраны плюсовые 95-летние деревья высотой до 32 м (Сумский лесхоз, отбор 2002 г.). Высокое качество отбора ПН достигнуто в Южнокарельском лесосеменном районе: в Кондопожском, Петрозаводском, Олонецком, Лахденпохском, Питкярантском, Пряжинском и др. лесхозах. Одно из отселектированных плюсовых насаждений представлено на рис. 1.



Рис. 1 Плюсоевое насаждение *Pinus sylvestris* L. в Южно-Карельском лесосеменном районе. Возраст 85 лет. Средний диаметр = $26,6 \pm 1,31$ см, Средняя высота $25,0 \pm 0,9$ м, объем ствола $0,64 \text{ м}^3$, запас $445 \text{ м}^3/\text{га}$. Видна исключительная прямизна стволов практически у всех деревьев. Заозерское лесничество, квартал 15 (Фото А.П. Царева)

Основные типы леса, в которых отобраны ПН: на севере брусничные, в центральной и южной Карелии – в основном черничные, реже разнотравные и кисличные.

Средняя полнота ПН – 0,7-0,8 (от 0,6 до 1,0).

Бонитет: по Северокарельскому лесосеменному подрайону средний бонитет насаждений – IV,7; средний бонитет отобранных плюсовых насаждений – III (от II до IV). По Центральнокарельскому лесосеменному району – IV,5; средний бонитет плюсовых насаждений – III. По Южнокарельскому лесосеменному району – IV,5; средний бонитет плюсовых насаждений – II. Часть из отобранных ПН были списаны, а часть подлежит списанию.

Возраст насаждений. Первые ПН отобраны в республике 40 лет назад. Результат возрастного анализа 50-ти ПН по состоянию на 1.01.11 г. приведен в таблице 4. В настоящее время 3/4 плюсовых насаждений – спелого и перестойного возраста. В 70-е годы XX в., когда велся интенсивный отбор ПН, предпочтение часто оказывали спелым насаждениям. Кроме того, произошло естественное старение насаждений, отобранных 30-40 лет назад.

При селекции на быстроту роста ПН отбирают в основном в приспевающих насаждениях. Доля приспевающих насаждений в лесопокрытой площади республики по хвойным составляет только 7 %. Для сравнения – отобрано хвойных ПН приспевающего возраста всего 10 га.

Площадь насаждений. Средняя площадь ПН сосны и ели – 5,5 га (от 50 до 0,25 га). Первоначально при отборе в качестве «плюсового» аттестовывали целый выдел, и только с 1983 г. – не полный выдел, а лучшую его часть. Поэтому, если в 1975 г. в Чупинском лесхозе отобрано ПН площадью 50 га, то, начиная с 1983 г. площадь ПН, как правило, составляет 1-2 га.

Списание. Плюсовые насаждения исключены из всех видов рубок. Тем не менее, в 4 случаях самовольной рубкой вырубili в Сегозерском лесхозе 10 га; Олонецком – 6 га, в Лахденпохском – часть ПН, Заонежском – 2,1 га.

Документация. В паспортах первых лет отбора часть граф не заполнена, имеются ошибки (несоответствие бонитета; произвольное количество деревьев на 1 га, непропорциональное распределение деревьев на плюсовые, нормальные и минусовые). Схемы привязки составлены не на все ПН.

Некоторые другие особенности отбора плюсовых насаждений в Карелии. Отбор ПН «Союзгипролесхозом» проходил в соответствии с ведомственной методикой. Кроме разовых селекционных инвентаризаций (СИ) и отбора объектов лесосеменной базы при проектировании, в Карелии ежегодно проводился плановый отбор ПН специалистами лесосеменных производственных станций. Аттестованные в результате ПН и являются лучшими в республике.

При проведении обследования выделов делали визуальную оценку насаждения. В северных лесхозах в первую очередь обследовали приспевающие насаждения третьего, в центральных – второго, в южных – первого-а - первого бонитетов.

Требования к ПН должны быть очень высокими, подобрать их сложно, поэтому их площадь может быть меньше 1 га.

Обычно в выделе под ПН выделяют только лучший участок площадью 1-3 га. При отборе ПН хвойных пород необходимо руководствоваться следующим: насаждение должно быть высшего бонитета для данного региона, очищаемость стволов от сучьев высокая, сучья тонкие, большинство хвойных деревьев с конусовидной кроной. Если на 1 га можно отобрать 5 (10) ПД, процент нормальных деревьев достаточно велик, а санитарное состояние хорошее, такое насаждение можно рассматривать как кандидат в плюсовое.

В руководящих документах об отборе ПН пишется несколько расплывчато – это должны быть самые производительные насаждения. Конкретные рекомендации по отбору были разработаны только в институте «Союзгипролесхоз» в 1976 г., затем в 1986 г. [14]. В Карелии есть свои региональные особенности, закономерности роста и развития насаждений. При селекции на быстроту роста ПН отбирают в приспевающих, реже – в средневозрастных или спелых насаждениях. Карельский селекционный центр вел отбор ПН в возрасте, указанном в таблице 4 (авторские предложения Н. В. Лаур).

Очищаемость стволов от сучьев, в основном, зависит от следующих факторов: породы, возраста, состава, полноты насаждения и наследственности. По рекомендации «Союзгипролесхоза» [14], у сосны для плюсовых насаждений – это 31-41 и более, а для ели 16-21 и более процентов.

Толщина сучьев у деревьев в руководящих документах не оговаривается, их подразделяют на тонкие, средние и толстые. В приспевающих насаждениях сосны тонкими можно считать сучья толщиной до 3-4 см, средними – около 5 см, у ели – на 1 см меньше.

Таблица 4

Примерные показатели отбора плюсовых насаждений в Карелии по возрасту и классу бонитета

Лесосеменной район, Подрайон	Возраст рубки главного пользования, лет	Предпочтительный/ допустимый возраст, лет	Бонитет класс
Карельский: а). Северокарельский	141	100-120 /80-100; 120-140	III
Карельский: б). Центральнокарельский	121	90-110 /70-90; 110-120	II (III)
Южнокарельский	101	80-90 /60-80; 90-100	I-a – I

При оформлении ПН необходимо проводить инструментальную съемку участка и привязку к квартальной сети, отмечать границы визирами, закладывать почвенные разрезы. Заготовку семян в плюсовых насаждениях не проводят, т. к. работы слишком дорогостоящие – необходим сбор шишек со стоящих деревьев. Ввиду этого возможна заготовка шишек с модельных деревьев: для создания испытательных культур ПН, и, если в ПН отобраны плюсовые деревья (ПД), – для сбора контрольной партии семян при испытании плюсовых деревьев по генотипу. Необходимо предусматривать противопожарные мероприятия и лесопатологическое обследование, что далеко не всегда выполняется. Требуется оставлять защитные куртины вокруг ПН при рубках главного пользования.

Выводы

1. Отбор ПН позволяет сохранить лучший, уникальный генофонд страны, который будет базой для селекционных и лесовосстановительных работ. Лучшие, плюсовые насаждения должны быть в каждом лесхозе во всех основных типах леса. Площадь их следует увеличивать, т. к. именно они могут стать основной базой для обеспечения лесовозобновления местными семенами высокого качества.

2. На 1.01.14 г. в России оставалось только 14455, 5 га, а в Карелии к 01.12.2018 г. – 434 га плюсовых насаждений. Процент площади ПН в России и Карелии от лесопокрытой площади незначителен, и соответственно, это говорит о низкой интенсивности отбора.

3. Подавляющее большинство ПН отобрано в хвойных лесах. В Карелии за 40 лет отобрано 2 га ольхи черной и 2,1 га карельской березы (вырублено самовольной рубкой). Между тем, быстрорастущие березы пушистая и повислая, а также осина, несомненно, будут представлять коммерческий интерес в ближайшем будущем. Поэтому необходимо отобрать и исключить из рубки лучшие насаждения и этих пород.

4. Основной отбор ПН в России и Карелии проведен в 70-80-е годы XX в., с течением времени происходит естественное старение, следовательно, требуется списание перестойных и не соответствующих современным требованиям ПН.

5. Использование с 1983 г. региональной методики (в т. ч. с предложениями Н.В. Лаур) позволило значительно повысить качество отбора плюсовых насаждений в Карелии.

6. При рубке главного пользования вокруг ПН не оставляют защитную куртину, в результате чего происходит вывал не только ели, но и сосны. Необходимо ввести соответствующее дополнение в руководящие по лесной селекции документы. По нашему мнению ширина буферной полосы должна быть не менее 100 м. При аренде лесов необходимо обеспечить должное оформление документов по ПН, а также их сохранность.

7. В ПН не следует проводить рекомендованные лесоустройством рубки ухода (без согласования со специалистами-селекционерами), т. к. в этом, как правило, нет необходимости. После таких рубок может произойти ветровал. Кроме того, это нарушит достоверность контроля при создании испытательных культур по семенному потомству.

8. В целом, поскольку изначально не было четких критериев отбора, в настоящее время назрела необходимость пересмотреть и уточнить критерии отбора и правила сохранения ПН.

Список литературы

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 532 с.
2. Вересин М.М. Лесное семеноводство. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 158 с.

3. Государственный лесной реестр 2013: стат. сб. – М.: Рослесинфорг, 2014. – 690 с.
4. *Ефимов Ю.П.* Современные проблемы и перспективы улучшения лесов селекционно-генетическими методами // Лесохозяйственная информация. – 2008. – № 3-4. – С. 30-32.
5. *Лаур Н.В.* Лесная селекция и семеноводство в Карелии. – М.: Изд-во МГУЛ, 2012. – 160 с.
6. *Лаур Н.В., Царев А.П.* Из истории развития лесной селекции в Республике Карелия // Наука – лесному хозяйству Севера: сборник научных трудов. – Архангельск: СевНИИЛХ, 2019. – С. 114 – 120.
7. Лесоустроительная инструкция: Приказ Рослесхоза от 12 декабря 2011 года № 516 «Об утверждении лесоустроительной инструкции. Опубликовано 12.04.2012, изменено 11.11.2014 года. – 35 с.
8. *Милютин Л.И.* Генетико-селекционные аспекты исследования биоразнообразия древесных растений Сибири // Генетика и селекция - на службе лесу: Материалы научно-практической конференции (28-29 июня 1996 г., Воронеж). – Воронеж: НИИЛГиС, 1997. – С. 28-32.
9. *Некрасова Т.П.* Возможности использования популяционного отбора // Разработка основ систем селекции древесных пород: тезисы доклада совещания в Риге. – Рига, 1981. – Ч.1. – С. 19-21.
10. *Проказин А.Е.* Отчет о единовременной инвентаризации объектов ЕГСК РФ. – Пушкино: ФА лесного хозяйства, 2008. – 145 с.
11. *Снедекор Дж. У.* Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. – М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1961. – 480 с.
12. *Тюрин, А.В., Науменко И.М., Воробанов П.В.* Лесная вспомогательная книжка (по таксации леса) / Под общ. ред. А.В. Тюрин. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1956. – 532 с.
13. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. – М.: Федеральная служба лесного хозяйства России, 2000. – 98 с.
14. Указания по разработке проектов организации объектов ПЛСБ на селекционной основе. – М.: Союзгипролесхоз, 1986. – 227 с.
15. *Царев А.П., Погиба С.П., Лаур Н.В.* Селекция лесных и декоративных древесных растений / под ред. А.П. Царева. – М.: МГУЛ, 2014. – 552 с.

Статья поступила в редакцию 08.07.2019 г.

Tsarev A.P., Laur N.V. Forest plus stands and criteria for their selection // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 79-86.

The analysis of the state and development trends of the plus forest stands (PFS), which are an important component of the country's seed-base, is presented. The criteria for their selection are evaluated and the directions for their unification are noted. The article focuses on the influence of on the need to intensify selection of new PFS, their preferred age and the obligatory to leave protective 100-meter stripes around the PFS during main and intermediate logging are indicated, the quantitative indicators of other criteria for the selection of PFS are specified.

Key words: *plus plantations; permanent seed forest base; criteria for selection of positive plantations; forest tree species*