

АЛЕКСАНДР АНАТОЛЬЕВИЧ ЕГОРОВ

кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и дендрологии лесохозяйственного факультета, Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. С. М. Кирова
egorovfta@yandex.ru

ДАНИИЛ СЕРГЕЕВИЧ БУРЦЕВ

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией воспроизводства и защиты леса, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства
forest1641@gmail.com

ЛАРИСА ВЛАДИМИРОВНА ОРЛОВА

кандидат биологических наук, научный сотрудник, Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
orlarix@mail.ru

МАРИНА АЛЕКСЕЕВНА НИКОЛАЕВА

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией лесного семеноводства, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства
marina_lta@mail.ru

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ВИДОВ И ВНУТРИВИДОВЫХ ТАКСОНОВ *PICEA ABIES*,
P. FENNICA, *P. OBOVATA* В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ
НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ**

Проведена оценка таксономического разнообразия и продуктивности еловых насаждений, созданных из семян различного происхождения в географических культурах Тосненского района Ленинградской области. Установлена связь между продуктивностью и таксономической принадлежностью ели сибирской, разновидностей видов елей европейской и форм ели финской. Изучено влияние характера ветвления кроны на таксационные показатели древостоя.

Ключевые слова: интродукция, географические культуры, продуктивность, *Picea abies*, *P. fennica*, *P. obovata*, таксоны елей

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных задач лесного хозяйства наряду с сохранением биологического разнообразия является получение высоких запасов древесины в короткие сроки. Одним из способов достижения этой задачи может служить внедрение в лесокультурное производство быстрорастущих внутривидовых таксонов различного географического происхождения, на что указывал в ряде своих работ еще В. Н. Сукачев [11], [12], а «при изучении формового разнообразия надо устремить внимание на изучение экотипов как климатических (климатипов) и эдафических (эдафотипов), так и связанных с отдельными типами (ассоциациями) леса (ценотипов)» [12; 29].

Важную роль в отборе хозяйственно ценных форм древесных пород играют географические культуры, когда в сходных условиях под контролем человека проходит испытание исходного материала. Для разработки лесосеменного районирования территории России в 1970-х годах в различных регионах европейской части России были заложены географические культуры из основных лесообразователей России [5].

Географические культуры ели были созданы из географических популяций ели европейской (*P. abies* (L.) Н. Karst.), ели сибирской (*P. obovata* Ledeb.) и их природного гибрида – ели финской,

приоритетным названием которой является *P. fennica* (Regel) Kom. [6].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Географические культуры площадью 24,0 га расположены в Тосненском участковом лесничестве Любанского лесничества Ленинградской области, кв. 69, выделы 8, 9, 10, 11, с географическими координатами 59°30' с. ш. и 30°52' в. д. По лесорастительному районированию С. Ф. Курнаева [3] эта территория относится к южной подзоне таежных темнохвойных лесов, а по геоботаническому районированию – к полосе южной тайги на границе Лужского и Волховского округов Северо-Европейской таежной провинции [1] с господством еловых зеленомошных и производных от них мелколиственных лесов и присутствием основных заболоченных лесов. В соответствии с приказом № 37 от 04.02.2009 [9] при лесоустройстве эту территорию относят к среднетаежному району европейской части РФ.

До освоения участок представлял собой свежую вырубку из-под березово-еловых и березово-осиновых насаждений II–III классов бонитета кисличных и черничных типов леса.

Закладка объектов осуществлялась в мае 1977 года по единой государственной методике [10]. Под культуры проведена сплошная подго-

товка почвы с предварительной раскорчевкой и расчисткой площади. Через 2,5 м плугом ПКЛ-70 на ТДТ-40 были напаханы борозды, маркировка участка на блоки выполнена в 3-кратной повторности. Ряды на участке расположены по направлению север – юг.

Посадка выполнена 3-летними сеянцами, выращенными в открытом грунте, вручную (под меч Колесова) в пласт борозды. Исходная густота культур – 5,4 тыс. шт./га. Дополнение культур проводилось 4-летними сеянцами весной через год после посадки. До 1985 года уход проводился ежегодно и заключался в весенней оправке саженцев, выжатых морозом, в ручной прополке травы и вырубке лиственной поросли. Всего испытанию подлежат 35 климатипов (вариантов) – популяций из 23 областей и республик бывшего СССР (табл. 1). Разница между крайними популяциями по широте составляет 19,70° (Мурманская область – Закарпатье), по долготе – 43,00° (Литва – Свердловская область) [5].

Таксационные параметры древостоев определяли следующим образом: диаметры замеряли по каждому варианту (потомству) мерной вилкой на высоте 1,3 м с точностью до 1,0 см в количестве 150–250 деревьев на вариант. Высота замерялась высотомером Блюме – Лейсса с точностью до $\pm 0,1$ м не менее чем у 20–25 деревьев. Значение высот находили графическим способом. Верхняя высота определена как среднеарифметическое значение высот самых крупных деревьев. Данные о суммах площадей сечений, запасах определялись общепринятыми в лесоводстве методами. Средний диаметр рассчитывался как производный от суммы площади сечения древостоя. Все данные обрабатывались методами математической статистики и достоверны на уровне значимости 0,05 [2].

В 2009 году был проведен сбор образцов для изучения таксономического разнообразия географических культур ели. Были использованы достаточно устойчивые признаки морфологического строения шишек и их чешуй [14], [13] в сочетании с признаками хвоинок и вегетативных побегов, а также дополненные нами [6].

При исследовании вегетативных органов были проанализированы 26 признаков, среди которых «наиболее ценными для систематики оказались форма поперечного сечения и верхушки хвоинок, степень их изогнутости, расположение на побеге, длина и форма подушечек и степень их отклонения от оси побега, толщина и степень изогнутости молодых побегов, размеры почек, форма верхушки, опушенность и килеватость их чешуй, а также соотношение длины профиллов и почки» [6; 14].

Всего были изучены более 600 образцов органов со 101 модельного дерева ели различного происхождения, в результате чего в географических культурах ели выявлены 3 вида (*Picea abies*, *P. fennica* и *P. obovata*). Причем в составе

Picea abies – 2 разновидности с 6 формами: *P. abies* var. *abies* (f. *abies*, f. *biloba*, f. *cuneata*), *P. abies* var. *acuminata* (f. *acuminata*, f. *deflexa*, f. *ligulata*). В пределах ели финской (*P. fennica*) – 3 формы: типичная; *P. fennica*, близкая *P. abies*; *P. fennica*, близкая *P. obovata*. Более подробно систематическая характеристика трех последних таксонов рассмотрена в нашей работе [6], где для таксонов приведены устойчивые диагностические признаки и их отличия от родительских таксонов *P. abies* и *P. obovata*. Ниже приведена только характеристика по шишкам.

«*P. fennica*, близкая к *P. abies*, отличается от типичной *P. abies* менее крупными (7,5–11 см дл.), часто изогнутыми шишками, семенные чешуи которых по верхнему краю треугольные, острые. *P. fennica*, близкая к *P. obovata*, отличается от типичной *P. obovata* вытянуто-закругленным, преимущественно неровнозубчатым или вытянутым в середине в небольшой носик верхним краем семенных чешуй. Морфология кроющих чешуй у таких шишек очень вариабельна, они 5–6 (7) мм дл. и (1,7) 2–3 мм шир., обратнойцевидные с округлой верхушкой или широколанцетные, или ширококоробчатые, с туповатой верхушкой.

Промежуточная, или типичная, форма отличается от других форм *P. fennica* строением семенных чешуй – треугольных, на верхушке закругленных или вытянуто-закругленных. Семенные чешуи 13–23 мм выс. и 13–22 мм шир., ромбовидно-обратнойцевидные, обратнойцевидные или широко-обратнойцевидные, отклоненные от оси под углом 30–45°. Шишки 6–10,3 см дл., 3,5–4,5 см толщ., обратнойцевидно-цилиндрические, узко-обратнойцевидные или обратнойцевидные, с варьирующей формой основания шишки – от закругленной до клиновидной. Кроющие чешуи 4,8–7,5 (8) мм дл., 1,7 мм шир., треугольные, ромбические или широколанцетные, туповатые» [6; 13–14].

Кроме определения принадлежности к тому или иному таксону на тех же модельных деревьях определялся тип ветвления кроны [8], [7], [4]. Ель с гребенчатым типом ветвления характеризуется горизонтальным расположением ветвей I порядка, от которых гребенчато свешиваются ветви II и последующего порядков. Щетковидный тип ветвления отличается тем, что ветви I и II порядка расположены горизонтально, ветви короче, чем у гребенчатых елей, а ветви III и последующих порядков отходят вверх, в стороны и вниз, ближе к стволу, образуя подобие щетки. Плоско-ветвистый тип выделяется неправильно широко-разветвленными горизонтальными ветвями I и последующих порядков. Кроме трех основных типов нами также был выделен промежуточный – плоско-щетковидный.

Тип ветвления визуально определяли по ветвям, растущим в средней части кроны, так как в верхней и нижней частях он слабо выражен.

Таблица 1

Таксационная характеристика различных популяций (вариантов)
32-летних географических культур ели Тосненского лесничества

№ пункта по гос. реестру	Место заготовки семян (регион, область, район)	$D_{1,3}$, см	$H_{\text{сред.}} / H_{\text{верхн.}}$, м	Бонитет	Сохранность, %	M , м ³ /га	V ств., м ³
<i>P. obovata</i>							
1	Мурманская	$8,2 \pm 0,22$	8,2 / 11,1	III,1	14	15	0,028
25	Коми, Корткеросский	$8,5 \pm 0,24$	8,9 / 12,1	II,8	46	80	0,032
26	Коми, Сосногорский	$7,1 \pm 0,21$	7,5 / 10,6	III,4	40	42	0,020
41	Свердловская, Н.Тагильский	$10,4 \pm 0,33$	10,6 / 14,0	II,2	40	120	0,056
42	Свердловская, Тавдинский	$10,1 \pm 0,34$	10,0 / 14,0	II,5	39	104	0,049
39	Пермская, Добрянский	$10,4 \pm 0,32$	10,8 / 15,4	II,1	41	120	0,054
<i>P. fennica</i>, близкая <i>P. obovata</i>							
2	Карелия, Сегежский	$10,7 \pm 0,27$	11,0 / 15,5	II,0	31	100	0,060
20	Архангельская, Пинежский	$10,0 \pm 0,31$	10,1 / 15,0	II,4	29	109	0,071
23	Архангельская, Холмогорский	$10,0 \pm 0,30$	10,2 / 15,1	II,4	40	109	0,050
24	Вологодская, Череповецкий	$12,3 \pm 0,30$	13,7 / 18,7	I,1	50	244	0,091
28	Кировская	$9,4 \pm 0,42$	10,4 / 13,0	II,3	38	98	0,047
35	Удмуртия	$9,2 \pm 0,32$	9,6 / 14,0	II,6	51	113	0,041
38	Пермская, Красновишерский	$9,6 \pm 0,29$	9,6 / 14,8	II,6	42	95	0,042
40	Свердловская, Карпинский	$12,1 \pm 0,41$	11,9 / 15,0	I,7	32	142	0,082
<i>P. fennica</i>							
1A	Карелия, Медвежьегорский	$11,2 \pm 0,31$	11,5 / 16,0	I,8	23	89	0,071
3	Карелия, Пряжинский	$11,2 \pm 0,39$	12,8 / 18,5	I,4	45	186	0,077
21	Архангельская, Коношский	$9,9 \pm 0,24$	11,4 / 16,0	I,8	43	123	0,053
22	Архангельская, Котласский	$10,1 \pm 0,33$	11,5 / 15,9	I,8	47	142	0,056
34	Татарстан	$8,6 \pm 0,22$	9,4 / 13,7	II,6	47	87	0,034
<i>P. fennica</i>, близкая <i>P. abies</i>							
4	Карелия, Пудожский	$14,1 \pm 0,41$	13,9 / 19,3	I,0	40	267	0,124
5	Ленинградская	$12,4 \pm 0,29$	13,7 / 18,3	I,1	59	290	0,092
21A	Архангельская, Плесецкий	$9,6 \pm 0,33$	10,4 / 15,0	II,3	43	106	0,045
27	Костромская	$13,1 \pm 0,42$	12,8 / 16,5	I,4	37	208	0,104
29A	Московская, Загорский	$14,4 \pm 0,38$	14,3 / 19,0	Ia	40	284	0,130
32	Калужская	$13,8 \pm 0,40$	14,2 / 18,8	Ia	54	352	0,120
<i>P. abies</i> var. <i>abies</i>							
7	Псковская	$14,0 \pm 0,31$	14,1 / 19,0	Ia	59	385	0,120
10	Латвия	$12,2 \pm 0,28$	12,8 / 18,1	I,4	59	279	0,088
11	Витебская	$13,3 \pm 0,29$	13,7 / 18,0	I,1	47	267	0,106
29	Московская, Солнечногорский	$13,6 \pm 0,40$	13,8 / 18,8	I,0	57	359	0,117
30	Тверская	$12,6 \pm 0,34$	13,4 / 18,4	I,2	46	239	0,096
31	Нижегородская	$9,3 \pm 0,29$	9,8 / 14,5	II,5	46	103	0,042
32A	Новгородская	$11,6 \pm 0,32$	12,6 / 16,0	I,5	61	242	0,074
<i>P. abies</i> var. <i>acuminata</i>							
8	Эстония	$14,9 \pm 0,42$	14,5 / 19,2	Ia	46	364	0,147
9	Литва	$13,0 \pm 0,43$	13,3 / 18,4	I,2	34	186	0,103
17	Закарпатье	$11,9 \pm 0,32$	12,5 / 16,5	I,5	44	193	0,081

Примечание. $D_{1,3}$ – диаметр на высоте груди (см); $H_{\text{сред.}} / H_{\text{верхн.}}$ – средняя и максимальная высота деревьев одного варианта (м); M – запас древостоя в м³/га; V ств. – средний объем одного ствола, м³.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Таксономический анализ елей в географических культурах позволил выявить неоднородность ряда вариантов – популяций, в которых

могли встречаться особи разных таксонов. Так как массовые таксационные измерения и уточнение таксономического состава проводились в разное время, анализ продуктивности древо-

стоев был сделан по преобладающему таксону на уровне вида или внутривидового таксона (см. первую графу табл. 2). Подробный анализ таксационных показателей по преобладающим таксонам елей в популяциях показывает преимущество *P. abies* над *P. obovata*, при этом, чем в систематическом отношении таксон ближе к *P. abies* и дальше от *P. obovata*, тем он имеет большую продуктивность (табл. 2).

Таблица 2

Таксационная характеристика 32-летних географических культур Тосненского лесничества по преобладающим таксонам елей в популяциях

Таксон	№ климата	$D_{1,3}$, см	$H_{\text{сред.}} / H_{\text{верх.}}$, м	M , м ³ /га	Бонитет
<i>P. obovata</i>	1, 25, 26, 39, 41, 42	$9,0 \pm 0,10$	9,3/12,9	80	II,7
<i>P. fennica</i> , близкая <i>P. obovata</i>	2, 20, 23, 24, 28, 35, 38, 40	$9,9 \pm 0,11$	10,8/15,1	126	II,3
<i>P. fennica</i>	1a, 3, 21, 22, 34	$10,2 \pm 0,13$	11,3/16,0	125	I,9
<i>P. fennica</i> , близкая <i>P. abies</i>	4, 5, 21a, 27, 29a, 32	$12,6 \pm 0,14$	13,2/17,8	251	I,1
<i>P. abies</i> var. <i>abies</i>	7, 10, 11, 29, 30, 31, 32a	$12,7 \pm 0,15$	12,9/17,5	268	I,5
<i>P. abies</i> var. <i>acuminata</i>	8, 9, 17	$13,5 \pm 0,22$	13,4/18,0	248	I,4

Примечание. Сокращения см. в примечании к табл. 1.

Лучшие таксационные показатели имеют посадки, в которых преобладает разновидность *P. abies* var. *acuminata*, созданная из семян, географическое происхождение которых территориально соответствует Эстонии (табл. 1). Также довольно высокие параметры имеют варианты культур с преобладанием *P. abies* var. *abies* из Псковской и Московской областей, посадки *P. fennica*, близкой к *P. abies* из Калужской области. Все эти древостои в 32-летнем возрасте достоверно превосходят по запасу сырарастающей древесины контрольные варианты, созданные из посадочного материала местного происхождения (Ленинградский климатип).

Если сравнивать исследуемые насаждения только по скорости роста в высоту и по диаметру, среднему объему одного ствола, без учета запаса древесины на 1 га и сохранности культур в варианте, то преимущество перед аборигенным таксоном, помимо ранее названных, имеют Карельский, Костромской, Витебский и Литовский климатипы, принадлежащие к трем уже названным таксонам ели.

Судя по географической принадлежности наиболее продуктивных таксонов в естественном ареале они произрастают в более благоприятных климатических условиях. Высокую скорость роста эти формы сохраняют и в менее благоприятных условиях Ленинградской области. Однако следует отметить, что наиболее продуктивные популяции произрастают на территории

ях, смежных с Ленинградской областью. Например, потомство довольно удаленной популяции *P. abies* var. *acuminata* из Закарпатья уступает по всем таксационным показателям местной *P. fennica*, близкой к *P. abies*.

Интересными также являются результаты анализа влияния на продуктивность типа ветвления кроны (табл. 3).

Как видно из табл. 3, в 21 из 35 исследованных вариантов преобладает промежуточный тип ветвления кроны – плоско-щетковидный. Такой тип ветвления встречается практически у всех изученных таксонов ели, кроме *P. abies* var. *acuminata*. Еловые насаждения с преобладанием этого признака показывают самую низкую продуктивность. В 9 случаях преобладающим типом ветвления является плоско-ветвистый, который также встречается практически у всех исследованных таксонов елей, кроме *P. fennica*, близкой *P. abies*, и также характеризуется сравнительно низкой продуктивностью искусственных древостоев.

Очень редко встречаются популяции с преобладанием гребенчатого и щетковидного типов ветвления кроны. Первый встречается только у двух разновидностей *P. abies*, второй – еще и у *P. fennica*. Насаждения с преобладанием этих типов ветвления кроны более продуктивны, особенно высокую продуктивность показывают популяции с преобладанием *P. abies*, имеющих гребенчатый тип ветвления кроны.

Возможно, более высокая продуктивность природных популяций *P. abies* по сравнению с *P. fennica* и *P. obovata* наряду с другими генетическими и фенотипическими особенностями определяется и типом ветвления кроны. Теоретически гребенчатый или щетковидный тип ветвления способствует лучшему доступу хвои к солнечному свету, чем плоско-ветвистый, что может влиять на продуктивность особи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения таксономического разнообразия насаждений, созданных из семян различного происхождения в географических культурах елей Тосненского района Ленинградской области, были выявлены 3 вида (*Picea abies*, *P. fennica* и *P. obovata*); в составе *Picea abies* – 2 разновидности (*P. abies* var. *abies* и *P. abies* var. *acuminata*) с 6 формами. В пределах ели финской (*P. fennica*) выявлены 3 формы: типичная; *P. fennica*, близкая *P. abies*; *P. fennica*, близкая *P. obovata*.

Анализ таксационных показателей популяции по преобладающим таксонам елей показывает преимущество *P. abies* над *P. obovata*, при этом чем таксон ближе в систематическом отношении к *P. abies* и дальше от *P. obovata*, тем большей продуктивностью он отличается. Для создания высокопродуктивных лесных культур в южной части Ленинградской области необходимо использовать семенной материал *P. abies*

Таблица 3

Таксационная характеристика 32-летних географических культур ели
Тосненского лесничества по преобладающему типу ветвления кроны и таксонам

Таксон	№ климатипа-варианта	$D_{1,3}$, см	$H_{\text{сред.}}/H_{\text{верхн.}}$, м	M , м ³ /га	Бонитет
<i>Щетковидный тип ветвления</i>					
<i>P. fennica</i>	3	11,2 ± 0,35	12,8 / 18,5	186	I,4
<i>P. abies</i> var. <i>abies</i>	29	13,6 ± 0,42	13,8 / 18,8	359	I,0
<i>P. abies</i> var. <i>acuminata</i>	9	13,0 ± 0,37	13,3 / 18,4	186	I,2
Среднее		12,5 ± 0,22	13,3 / 18,6	244	I,2
<i>Плоско-щетковидный тип ветвления</i>					
<i>P. obovata</i>	1, 25, 26, 41	8,4 ± 0,12	8,8 / 12,0	64	II,9
<i>P. fennica</i> , близкая <i>P. obovata</i>	2, 20, 35, 38, 40	10,3 ± 0,16	10,4 / 14,9	112	II,3
<i>P. fennica</i>	1a, 21, 34	10,6 ± 0,21	10,8 / 15,2	100	II,1
<i>P. fennica</i> близкая <i>P. abies</i>	4, 5, 21a, 27, 29a, 32	12,9 ± 0,14	13,2 / 17,8	251	I,1
<i>P. abies</i> var. <i>abies</i>	11, 31, 32a	10,6 ± 0,20	12,0 / 16,2	204	I,7
Среднее		10,6 ± 0,08	11,1 / 15,2	146	II,0
<i>Плосковетвистый тип ветвления</i>					
<i>P. obovata</i>	39, 42	10,2 ± 0,19	10,4 / 14,7	112	II,3
<i>P. fennica</i> , близкая <i>P. obovata</i>	23, 24, 28	10,6 ± 0,20	11,4 / 15,6	150	II,3
<i>P. fennica</i>	22	10,1 ± 0,31	11,5 / 15,9	142	I,8
<i>P. abies</i> var. <i>abies</i>	7, 30	12,3 ± 0,34	13,8 / 18,7	312	I,2
<i>P. abies</i> var. <i>acuminata</i>	17	11,8 ± 0,33	12,5 / 16,5	193	I,5
Среднее		11,4 ± 0,12	11,9 / 16,3	182	I,8
<i>Гребенчатый тип ветвления</i>					
<i>P. abies</i> var. <i>abies</i>	10	12,2 ± 0,33	12,8 / 18,1	279	I,4
<i>P. abies</i> var. <i>acuminata</i>	8	14,9 ± 0,37	14,5 / 19,2	364	Ia
Среднее		13,7 ± 0,26	13,7 / 18,7	321	I,0

var. *abies* и *P. fennica*, близкой к *P. abies* из регионов, расположенных южнее, – Калужской, Московской, Псковской областей и Эстонии, которые, возможно, составляют единый лесосеменной район.

Изучение типа ветвления кроны показало, что популяции с преобладанием гребенчатого и щетковидного типа имеют лучшие таксационные показатели, чем с преобладанием плоско-ветвистого или плоско-щетковидного типа ветвления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геоботаническое районирование Нечерноземья Европейской части РСФСР / Отв. ред. В. Д. Александрова, Т. К. Юрковская. Л., 1989. 64 с.
2. Жигунов А. В., Маркова И. А., Бондаренко А. С. Статистическая обработка материалов лесокультурных исследований: Учеб. пособие. СПб.: СПбГЛТА; СПбНИИЛХ, 2002. 86 с.
3. Курнаев С. Ф. Лесорастительное районирование СССР. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 240 с.
4. Мосеев Д. С. Формы ветвления ели в различных типах леса Архангельской области и связь с ними некоторых биометрических показателей // Экологические проблемы Севера. Вып. 8. Архангельск: АТУ, 2005. С. 54–56.
5. Николаева М. А., Пелевина Н. Н. Особенности роста и развития географических культур ели в Ленинградской области // Лесохозяйственная информация: Сб. науч.-техн. инф. по лесн. хоз-ву. М.: ВНИИЛМ, 2002. № 5. С. 13–18.
6. Орлова Л. В., Егоров А. А. К систематике и географическому распространению ели финской (*Picea fennica* (Regel) Kom., Pinaceae) // Новости систематики высших растений / Под ред. Н. Н. Цвелева. Т. 42. М.; СПб.: Тов. науч. изд. КМК, 2011. С. 5–23.
7. Попов В. Я. Формы ели по типу ветвления кроны в северной и средней подзонах тайги // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение: Межвуз. сб. науч. тр. ЛТА. Вып. 9. Л.: ЛТА, 1980. С. 47–51.
8. Правдин Л. Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. М.: Наука, 1975. 189 с.
9. Приказ Минсельхоза РФ № 37 от 04.02.2009 г. «Об утверждении перечня лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации». М., 2009. 17 с.
10. Проказин Е. П. Изучение имеющихся и создание новых географических культур: Программа и методика работ. Пушкино: ВНИИЛМ, 1972. 52 с.
11. Сукачев В. Н. Очередные задачи русской дендрологии // Труды всероссийской лесной конференции, проходившей 10–17 ноября 1921 года в Москве. М., 1922. С. 46–58.
12. Сукачев В. Н. Основные установки селекции лесных древесных пород в условиях советского лесного хозяйства // Советская ботаника. 1933. № 1. С. 23–34.
13. Юркевич И. Д., Парфенов В. И. К вопросу о систематике *Picea abies* (L.) Karst. // Бюл. Главн. ботан. сада АН СССР. 1967. Вып. 64. С. 41–48.
14. Lindquist B. The main varieties of *Picea abies* (L.) Karst. in Europe // Acta Horti Berg. 1948. Vol. 14. P. 249–342.