

Научная статья

УДК 630.165.6

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.06

Итоги интродукции видов рода *Abies* в Главном ботаническом саду РАН

Владимир Альбертович Брынцев¹

Доктор сельскохозяйственных наук

Анна Альбертовна Коженкова²

Кандидат сельскохозяйственных наук

Аннотация. Выполнена оценка межвидовой и внутривидовой изменчивости видов рода *Abies* Mill. как интродукционного и селекционного потенциала при выращивании в европейской части России. Объект исследования – коллекция из 14 видов пихты на территории Главного ботанического сада РАН. Оценивались сохранность коллекции, категория состояния деревьев, их высота и диаметр стволов.

Исследования показали, что виды секции *Abies* (*A. alba*, *A. nordmanniana*) тяжело адаптируются к условиям интродукции, их широкое использование можно признать неперспективным. Из видов секции *Balsamea* наилучшая акклиматизация отмечена у азиатской пихты *A. sachalinensis* и американской пихты *A. fraseri*. Их показатели роста находятся на среднем уровне. Неплохие перспективы, при условии дальнейшего отбора, отмечаются у пихт *A. balsamea*, *A. nephrolepis*, *A. veitchii*. Вид *A. concolor*, относящийся к секции *Grandis*, декоративен и перспективен для озеленения, имеет достаточно высокий селекционный потенциал. Представители секции *Pseudopicea* *A. homolepis* и *A. holophylla* достаточно хорошо акклиматизировались и перспективны для интродукции при проведении соответствующей селекции. В ГБС РАН акклиматизировались многие виды пихты из регионов с достаточно теплым климатом (Япония, Корея, восток и запад США), что указывает на высокую интродукционную пластичность рода *Abies* Mill.

Ключевые слова: интродукция, изменчивость, отбор, пихта

Для цитирования: Брынцев В.А., Коженкова А.А. Итоги интродукции видов рода *Abies* в Главном ботаническом саду РАН // Лесохозяйственная информация. 2022. № 1. С. 85–93. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.06

¹ Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), профессор (Мытищи, Московская обл., Российская Федерация); Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, главный научный сотрудник (Москва, Российская Федерация), bryntsev@mail.ru

² Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, научный сотрудник (Москва, Российская Федерация), kozhenkova_anna@mail.ru

Original article

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.06

Results of Introduction of Species of the Genus *Abies* in Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences

Vladimir A. Bryntsev¹

Doctor of Agricultural Sciences

Anna A. Kozhenkova²

Candidate of Agricultural Sciences

Abstract. The aim of the study was to assess the interspecific and intraspecific variability of species of the genus *Abies* Mill. as an introduction and breeding potential for breeding in the European part of Russia. The objects for the study were collections of 14 species of fir on the territory of Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences. The preservation of the collections, the category of condition, the height of the tree and the diameter of the trunk were assessed.

Studies have shown that the species of the section *Abies* (*A. alba*, *A. nordmanniana*) are difficult to adapt to the conditions of introduction, and their widespread use can be considered not promising. Among the species of the section *Balsamea*, the best acclimatization was observed in the Asian fir *A. sachalinensis* and the American fir *A. fraseri*. Their growth rates are average. Fir *A. balsamea*, *A. nephrolepis*, *A. veitchii* have good prospects, taking into account selection. *A. concolor*, belonging to the section *Grandis*, is decorative and promising for landscaping, it has a fairly high breeding potential. The species of the section *Pseudopicea* *A. homolepis* and *A. holophylla* have acclimatized well enough and are promising for introduction when appropriate selection is carried out. Many fir species from rather warm regions (Japan, Korea, east and west of the USA) are acclimatized and grow in Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences, which indicates a high introduction plasticity of the genus *Abies* Mill.

Key words: introduction, variability, selection, fir.

For citation: Bryntsev V., Kozhenkova A. Results of Introduction of Species of the Genus *Abies* in Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences // Forestry information. 2022. № 1. P. 85–93. DOI 10.24419 / LHI.2304-3083.2022.1.06

¹ Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (Mytishchi branch), Professor (Mytishchi, Moscow oblast, Russian Federation); Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin Russian Academy of Sciences, Chief Researcher (Moscow, Russian Federation), bryntsev@mail.ru

² Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin Russian Academy of Sciences, Researcher (Moscow, Russian Federation), kozhenkova_anna@mail.ru

Интродукция древесных пород направлена на повышение продуктивности лесов, биологического разнообразия лесных экосистем, эстетической ценности лесопарков и парков и решение других проблем. Так, интродукция хвойных лесообразующих пород может стать одним из способов увеличения площади хвойных насаждений путем плантационного выращивания.

В европейской части России – наиболее экономически развитом регионе – можно осуществлять плантационное выращивание автохтонных видов и пород-интродуцентов, а также организовать производство продукции глубокой переработки древесины.

Из-за череды плейстоценовых оледенений в центре европейской части России из хвойных лесообразователей естественно произрастают только сосна обыкновенная и ель европейская. Вместе с тем климатические условия позволяют выращивать здесь многие виды хвойных древесных растений европейского, азиатского и северо-американского происхождения.

На первом этапе интродукции оценка ино-районных видов проводится в ботанических садах и дендрариях, где изучают их разнообразие и реакцию на новые климатические условия, исследуют особенности роста и морфологии. Межвидовая и внутривидовая изменчивость является основой интродукции как метода селекции. При использовании видов в новых условиях важно изучать перспективность их интродукции, которая может быть учтена на основании показателей, оценивающих комплексное эколого-физиологическое состояние растений.

Интродукцию можно рассматривать не только как метод селекции – отбора наиболее продуктивных в новых условиях видов и их климатипов, – но и как расширение возможностей для синтетической селекции, создание базы для дальнейшей межвидовой гибридизации. В связи с происходящими на планете глобальными климатическими изменениями, интродукция древесных растений приобретает новый смысл.

Род *Abies* Mill. представлен почти 50 видами. Современные филогенетические исследования

пихт (*Abies* Mill.) методом ДНК-анализа [1–3] позволили разделить род на 7 секций:

1. *Abies* sect. *Abies*;
2. *A.* sect. *Nobilis* Engelm.;
3. *A.* sect. *Amabilis* (Matzenko) Farjon & Rushforth;
4. *A.* sect. *Grandis* Engelm. emend. Eckenwalder;
5. *A.* sect. *Bracteata* Engelm. emend. Sarg.;
6. *A.* sect. *Pseudopicea* Hickel emend. Q.P. Xiang;
7. *A.* sect. *Balsamea* Engelm. emend. Farjon.

При этом ряд ранее выделяемых по морфологическим признакам секций был объединен с другими (*Momi* с *Pseudopicea*, *Oiamel* с *Grandis*, *Piceaster* с *Abies*), поскольку генетически они оказались очень близки.

Особый интерес представляет секция *Balsamea*. В нее входит 8 видов, которые произрастают в Восточной Азии (*A. koreana* E.H. Wilson, *A. nephrolepis* (Trautv.) Maxim., *A. sachalinensis* Mast, *A. sibirica* Ledeb., *A. veitchii* Lindl.) и Северной Америке (*A. balsamea* (L.) Mill., *A. fraseri* (Pursh) Poir., *A. lasiocarpa* (Hook.) Nutt.). Эти виды относятся к бореальным или субальпийским видам бореальной зоны. *Abies balsamea* и *A. sibirica* – 2 наиболее распространенных вида пихты, произрастающих на обширных территориях бореальных лесов в Северной Америке и Евразии. Другие таксоны имеют более ограниченные ареалы – они занимают субальпийские местообитания вдоль Скалистых гор в западной части Северной Америки (*A. lasiocarpa*) и рассредоточены вдоль самых высоких пиков Аппалачских гор на востоке США (*A. fraseri*). Восточноазиатские виды (*A. nephrolepis*, *A. sachalinensis*, *A. veitchii* и *A. koreana*) встречаются в субальпийских регионах Японии, Кореи, на российском Дальнем Востоке и в северо-восточном Китае.

Молекулярно-генетический анализ показал, что секция *Balsamea* филогенетически распадается на 2 подкластера, в один из которых входят американские, а в другой – азиатские пихты. Была выдвинута гипотеза гибридного происхождения секции *Balsamea* [1]. Гибридизация произошла между предком восточноазиатской линии в качестве донора пыльцы и материнским предком западно-североамериканской линии, предположительно

в Берингии [3], во время глобального потепления в период от позднего олигоцена до раннего миоцена. Разделение между дальневосточными и североамериканскими кластерами могло произойти после глобального похолодания в период среднего миоцена с их миграцией на юг из Берингии на 2 континента [1]. Кроме того, молекулярно-генетический анализ показал, что пихту Семенова можно считать филогенетически самостоятельным видом, а не подвидом пихты сибирской [4].

Цель исследования – оценка межвидовой и внутривидовой изменчивости видов рода *Abies* Mill. как интродукционного и селекционного потенциала при выращивании в европейской части России.

Объекты и методика исследований

Исследования проводили на территории Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина РАН (далее – ГБС РАН), где находится одна из самых многочисленных коллекций рода *Abies*, включающая 14 видов пихт.

В ГБС РАН произрастают представители следующих секций:

- ✓ секция *Abies* (Центральная, Южная и Восточная Европа; Малая Азия) – белая, кавказская;
- ✓ секция *Balsamea* (таежные, северные и высокогорные районы Азии и Северной Америки) – бальзамическая, субальпийская, сибирская, сахалинская, Фразера, корейская, белокорая, Вича;
- ✓ секция *Grandis* (западные районы Северной Америки вплоть до Мексики, Гватемалы, Гондураса и Сальвадора; равнина на севере, средние высоты на юге ареала) – одноцветная, великая;
- ✓ секция *Pseudopicea* (Восточная и Центральная Азия, Гималаи; в основном низкие и средние высоты) – равночешуйчатая, цельнолистная.

При полевых исследованиях измеряли высоту и диаметр каждого дерева, а также определяли сохранность и состояние по шкале категорий состояния хвойных деревьев (табл. 1) [5].

Таблица 1. Шкала категорий санитарного состояния хвойных деревьев

Категория состояния деревьев	Признаки состояния хвойных пород
1 – без признаков ослабления	Крона густая, хвоя (листва) зеленая, блестящая; прирост текущего года нормального размера для данной породы, возраста, сезона и условий местопроизрастания; стволы и корневые лапы не имеют внешних признаков поражения
2 – ослабленные	Крона ажурная; хвоя зеленая, светло-зеленая или обожжена не более чем на 1/3; прирост уменьшен не более чем наполовину; усыхание отдельных ветвей, повреждение отдельных корневых лап, местное повреждение ствола
3 – сильно ослабленные	Крона сильно ажурная; хвоя бледно-зеленая или матовая, либо обожжена более 1/3; прирост очень слабый; усыхание до 2/3 кроны; повреждения корневых лап или ствола, окольцовывающие их до 2/3; попытки поселения или местные поселения стволовых вредителей; плодовые тела и иные признаки деятельности дереворазрушающих грибов на стволе и корневых лапах
4 – усыхающие	Крона сильно ажурная; хвоя желтоватая или желто-зеленая, осыпается; прирост очень слабый или отсутствует; усыхание более 2/3 ветвей; повреждения ствола и корневых лап более 2/3 окружности; имеются признаки заселения стволовыми вредителями
5 – свежий сухостой (текущего года)	Хвоя серая, желтая или красно-бурая, частично осыпалась; частичное опадание коры; заселено или отработано стволовыми вредителями
6 – старый сухостой (прошлых лет)	Живая хвоя (листва) отсутствует; кора и мелкие веточки осыпались частично или полностью; летные отверстия стволовых вредителей; под корой грибница дереворазрушающих грибов

Результаты и обсуждение

Результаты исследований видов рода *Abies* Mill. по сохранности и распределению деревьев по категориям состояния в коллекциях ГБС РАН приведены в табл. 2. Поскольку усохшие деревья в коллекциях ГБС РАН сразу удаляют, экземпляры 5- и 6-й категорий состояния отсутствуют.

Пихты кавказская и белая из секции *Abies* характеризуются высокой сохранностью, однако

они были высажены сравнительно недавно – около 40 лет назад, после зимы 1979/80 г. с экстремально низкой температурой. Больше таких морозных зим до настоящего времени не было. Состояние пихты белой хуже, чем кавказской: все деревья ослаблены, при этом большая их часть относится к сильно ослабленным. Пихта белая – единственный вид, у которого не было семеношения. У пихты кавказской только 12 % сильно ослабленных деревьев и 12 % деревьев

Таблица 2. Сохранность и распределение по категориям состояния деревьев видов рода *Abies* в коллекциях ГБС РАН

ВИДОВОЕ НАЗВАНИЕ	СОХРАННОСТЬ, %	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО КАТЕГОРИЯМ СОСТОЯНИЯ, %				
		СРЕДНЯЯ	1	2	3	4
Секция <i>Abies</i>						
П. кавказская <i>A. nordmanniana</i>	90	2,0	12	76	12	0
П. белая <i>A. alba</i>	100	2,8	0	22	78	0
Секция <i>Balsamea</i>						
<i>азиатские виды</i>						
П. сахалинская <i>A. sachalinensis</i>	74	1,1	91	9	0	0
П. белокожая <i>A. nephrolepis</i>	64	1,8	25	70	5	0
П. Вича <i>A. veitchii</i>	67	1,8	20	80	0	0
П. сибирская <i>A. sibirica</i>	46	2,1	7	73	17	3
П. корейская <i>A. koreana</i>	91	2,7	17	0	83	0
<i>североамериканские виды</i>						
П. Фразера <i>A. fraseri</i>	81	1,2	80	17	3	0
П. бальзамическая <i>A. balsamea</i>	40	1,7	48	39	11	2
П. субальпийская <i>A. lasiocarpa</i>	47	2,2	8	76	8	8
Секция <i>Grandis</i>						
П. одноцветная <i>A. concolor</i>	24	1,9	42	29	29	0
Секция <i>Pseudopicea</i>						
П. равночешуйчатая <i>A. homolepis</i>	93	1,4	57	43	0	0
П. цельнолистная <i>A. holophylla</i>	100	1,8	37	51	0	12

без признаков ослабления, что свидетельствует о наличии, пусть небольшого, селекционного потенциала. В 2021 г. у этого вида впервые отмечено семеношение.

Секция *Balsamea* в ГБС РАН представлена фактически всеми видами, входящими в нее. Худшие результаты по акклиматизации среди азиатских пихт этой секции показывает пихта сибирская, которая отличается большим отпадом, низкой средней категорией состояния (2,1) и наличием всего 7 % деревьев без признаков ослабления. Вероятно, такие показатели обусловлены различиями в континентальности климата в ареале вида и районе интродукции. По тем же причинам пихта сибирская плохо интродуцируется в Европу. Лучшие результаты по акклиматизации характерны для пихты сахалинской – более 90 % деревьев без признаков ослабления, высокая сохранность (74 %). Среднее положение в азиатской подсекции секции *Balsamea* занимают дальневосточная пихта белокорая (замещающий вид пихты сибирской) и пихта Вича, растущая на японских островах. Достаточно высокая сохранность (более 60 %) и 20–25 % деревьев без признаков ослабления указывают на возможность отбора у этих видов устойчивых в условиях интродукции особей. Большинство особей пихты корейской относится к категории сильно ослабленных, однако имеются экземпляры и без признаков ослабления. С учетом этого факта, а также благодаря высокой декоративности деревьев этого вида, неплохой сохранности и регулярному семеношению, можно считать перспективным ее дальнейшее размножение и испытание потомства.

Среди североамериканских видов секции *Balsamea* лучшими результатами по акклиматизации характеризуется пихта Фразера – сохранность высокая (более 80 %), количество особей без признаков ослабления – 80 %. Ее родина – юго-восточные Аппалачи, где она произрастает на высоте 1 200–2 300 м над ур. моря. Нужно отметить, что коллекция этого вида не достигла 40-летнего возраста и пока не подвергалась воздействию сильных морозов. Неплохие результаты показывает бореальный вид – пихта

бальзамическая. Учитывая ее возраст (около 70 лет) и рост в насаждении, где отпад неизбежен, она имеет неплохую сохранность (40 %), кроме того, почти у половины деревьев отсутствуют признаки ослабления. Соотношение ослабленных, сильно ослабленных и усыхающих деревьев указывает на нормальную дифференциацию в сомкнутом насаждении. Худшие результаты у пихты субальпийской, хотя ее сохранность около 50 %, но только 8 % растущих деревьев не имеют признаков ослабления. Естественный обширный ареал этого вида расположен в высокогорном поясе западных районов Северной Америки (Канада и США).

Пихты бальзамическая и субальпийская в большей степени, чем другие, были повреждены уссурийским полиграфом (*Polygraph usproximus*) [6].

Секция *Grandis* в ГБС РАН представлена двумя видами: пихтами великой и одноцветной, естественный ареал которых находится на западе Северной Америки. Сохранность пихты одноцветной – только 24 %, однако более 40 % особей не имеют признаков ослабления. Пихта одноцветная декоративна и перспективна для озеленения, имеет неплохой селекционный потенциал. Пихта великая (*A. grandis*) представлена одним деревом, его возраст – 63 года, высота – 20 м, диаметр – 31,5 см, состояние – ослабленное.

Секция *Pseudopicea* включает дальневосточную пихту цельнолистную и равночешуйчатую, естественный ареал которой находится в горных районах Японии на высоте 800–2 000 м над ур. моря. Оба вида характеризуются высокой сохранностью: пихта равночешуйчатая имеет около 60 % неослабленных деревьев, пихта цельнолистная – около 40 %, при этом она относится к устойчивым и долгоживущим видам. Оба вида перспективны для интродукции при проведении селекционного отбора.

С учетом разновозрастности деревьев в коллекции ГБС РАН, сравнительное сопоставление успешности роста видов рода *Abies* по высоте и диаметру было проведено дифференцированно в пределах 6-ти возрастных категорий: 38–41, 44–46, 50–52, 59–62, 64–65 и 67–71 лет (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3. ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА ДЕРЕВЬЕВ ВИДОВ РОДА *ABIES* В РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ КАТЕГОРИЯХ

ВИДОВОЕ НАЗВАНИЕ	ВОЗРАСТ	ДИАМЕТР, СМ			ВЫСОТА, М		
		М±m	S	V,%	М±m	S	V,%
38–41 год							
П. субальпийская	40	18,1±1,3	2,2	12,1	16,3±0,3	0,6	3,5
П. Фразера	38	17,6±1,2	2,6	14,7	15,2±2,7	6,1	39,9
П. белая	39	19,6±1,3	3,0	15,3	14,0±0,7	1,5	10,7
П. равночешуйчатая	41	18,6±1,2	3,0	15,9	14,7±0,5	1,4	9,4
44–46 лет							
П. субальпийская	44	22,9±0,8	1,4	6,2	16,3±1,39	2,3	14,1
П. белокожая	45	21,0±1,6	3,8	18,1	15,2±1,4	3,5	22,8
П. кавказская	46	14,9±3,0	5,2	34,6	11,5±1,6	2,8	24,2
50–52 года							
П. белокожая	50	23,9±2,3	6,5	27,3	15,6±1,2	3,4	22,1
П. цельнолистная	50	19,3±1,4	3,8	19,6	14,9±0,8	2,1	14,2
П. корейская	52	8,5±1,3	4,0	47,4	3,2±0,8	2,7	83,3
59–62 года							
П. одноцветная	60	26,6±3,0	4,2	15,7	17,8±5,3	7,4	41,8
П. цельнолистная	62	24,7±0,8	3,7	15,1	20,1 ±0,4	1,9	9,3
П. субальпийская	59	21,0±1,6	2,8	13,4	16,7±0,8	0,8	4,6
П. Вича	59	18,5±1,3	3,1	16,8	13,7±0,4	0,9	6,4
64–65 лет							
П. белокожая	64	25,5±1,1	3,0	11,7	19,1±0,6	1,6	8,2
П. сахалинская	65	19,1±1,4	3,4	18,0	14,4±1,4	3,4	24,1
67–71 год							
П. бальзамическая	67	26,2±1,2	6,3	24,1	22,3±0,3	1,8	8,3
П. сибирская	71	24,4±1,2	7,0	28,5	21,4±0,7	3,9	18,3

Примечание: М – среднее арифметическое, m – ошибка средней, S – среднеквадратическое отклонение, V – коэффициент вариации.

Лесоводственная характеристика видов пихт по высоте и диаметру стволов показывает неоднородные результаты (см. табл. 3). Это связано с особенностью выращивания в ботанических садах, где различается возраст коллекций, их окружение и густота посадки, технология выращивания посадочного материала, происхождение семян (как из ареалов видов, так и из других ботанических садов). Исчерпывающую лесоводственную характеристику интродуцентов можно получить в лесных культурах, созданных по единой технологии.

Тем не менее можно констатировать, что пихты для своего возраста имеют достаточно полндревесные стволы, а также выделить в качестве

наиболее быстрорастущих цельнолистную, одноцветную и субальпийскую. Низкие показатели роста пихты корейской обусловлены не только сложностями ее акклиматизации, но и тем, что этот вид и в естественном ареале является медленнорастущим. Наиболее адаптированные к условиям интродукции пихты сахалинская и Фразера характеризуются средними сравнительными показателями роста. Это в определенном смысле подтверждает мнение о наличии обратной связи между активностью роста и устойчивостью. Данное селекционное правило, выведенное для индивидуумов, может быть верным и при интродукции видов.

Выводы

Ботаническая и лесоводственная оценка акклиматизации интродуцентов, проводимая по критериям сохранности и категории состояния, показала следующее.

Виды секции *Abies* тяжело адаптируются к условиям интродукции, поэтому их широкое использование можно признать неперспективным.

Из видов секции *Balsamea* наилучшая акклиматизация отмечена у азиатской пихты сахалинской и американской пихты Фразера. Их показатели роста находятся на среднем уровне.

Неплохие перспективы, с учетом селекционного отбора, у пихт бальзамической, белокорой и Вича. Пихты бальзамическая и белокорая характеризуются хорошим ростом, превышая по этому показателю другие виды в таких же возрастных категориях.

Пихта одноцветная, относящаяся к секции *Grandis*, декоративна и перспективна для

озеленения; она имеет достаточно высокий селекционный потенциал.

Рост и состояние единственного экземпляра пихты великой показывает, что исследование этого вида в условиях интродукции должно быть продолжено, для чего коллекцию рекомендуется расширить.

Виды секции *Pseudopicea* – равночешуйчатая и цельнолистная – достаточно хорошо акклиматизировались и перспективны для интродукции при проведении соответствующего селекционного отбора. Кроме того, пихта цельнолистная имеет относительно хорошие показатели по высоте и диаметру и относится к устойчивым и долгоживущим видам.

Следует отметить, что в ГБС РАН акклиматизированы и растут многие виды пихты из регионов с достаточно теплым климатом (Япония, Корея, Восток и Запад США), что указывает на высокую интродукционную пластичность рода *Abies* Mill.

Список источников

1. Семерикова, С.А. Молекулярно-филогенетическая характеристика рода *Abies* (Pinaceae) на основе анализа нуклеотидных последовательностей хлоропластной ДНК / С.А. Семерикова, В.Л. Семериков // Генетика. – 2014. – Т. 50. – № 1. – С. 12–25.
2. New Infrageneric Classification of *Abies* in Light of Molecular Phylogeny and High Diversity in Western North America / Q.P. Xiang, R. Wei, Y.M. Zhu, A.J. Harris, X.C. Zhang // Journal of Systematics and Evolution. – 2018. – Vol. 56. – № 5. – P. 562–572.
3. Phylogenetic Relationships, Possible Ancient Hybridization, and Biogeographic History of *Abies* (Pinaceae) based on Data From nuclear, Plastid, and Mitochondrial Genomes / Q.P. Xiang, R. Wei, Y.Z. Shao, Z.Y. Yang, X.Q. Wang, X.C. Zhang // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2015. – Vol. 82. – P. 1–14.
4. Семерикова, С.А. Филогения пихт (род *Abies*, Pinaceae) по данным мультилокусных ядерных маркеров (AFLP) / С.А. Семерикова, В.Л. Семериков // Генетика. – 2016. – Т. 52. – № 11. – С. 1287–1299.
5. Санитарные правила в лесах Российской Федерации (в ред. от 20.01.95). Утверждены приказом Рослесхоза от 18.05.92 № 90.
6. Состояние родов *Picea*, *Abies* и *Larix* в коллекции Главного ботанического сада РАН / Л.Н. Мухина, М.С. Александрова, О.А. Каштанова, Л.Г. Серая, А.В. Дымович // Совет ботанических садов стран СНГ при международной ассоциации академии наук // Информ.бюлл. – Вып. 2 (25). – 2014. – С. 44–50.

References

1. Semerikova, S.A. Molekulyarno-filogeneticheskaya harakteristika roda *Abies* (Pinaceae) na osnove analiza nukleotidnyh posledovatel'nostej hloroplastnoj DNK / S.A. Semerikova, V.L. Semerikov // Genetika. – 2014. – T. 50. – № 1. – S. 12–25.
2. New Infrageneric Classification of *Abies* in Light of Molecular Phylogeny and High Diversity in Western North America / Q.P. Xiang, R. Wei, Y.M. Zhu, A.J. Harris, X.C. Zhang // Journal of Systematics and Evolution. – 2018. – Vol. 56. – № 5. – R. 562–572.
3. Phylogenetic Relationships, Possible Ancient Hybridization, and Biogeographic History of *Abies* (Pinaceae) based on Data From nuclear, Plastid, and Mitochondrial Genomes / Q.P. Xiang, R. Wei, Y.Z. Shao, Z.Y. Yang, X.Q. Wang, X.C. Zhang // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2015. – Vol. 82. – R. 1–14.
4. Semerikova, S.A. Filogeniya piht (rod *Abies*, Pinaceae) po dannym mul'tilokusnyh yadernyh markerov (AFLP) / S.A. Semerikova, V.L. Semerikov // Genetika. – 2016. – T. 52. – № 11. – S. 1287–1299.
5. Sanitarnye pravila v lesah Rossijskoj Federacii (v red. ot 20.01.95). Utverzhdeny prikazom Rosleskhozot ot 18.05.92 № 90.
6. Sostoyaniye rodov *Picea*, *Abies* i *Larix* v kollekcii Glavnogo botanicheskogo sada RAN / L.N. Muhina, M.S. Aleksandrova, O.A. Kashtanova, L.G. Seraya, A.V. Dymovich // Sovet botanicheskikh sadov stran SNG pri mezhdunarodnoj assotsiacii akademii nauk // Inform.byull. – Vyp. 2 (25). – 2014. – S. 44–50.