

УДК 630*181

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.66

СВЯЗЬ ДИССИМЕТРИИ ШИШЕК СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ С ФОРМИРОВАНИЕМ В НИХ СЕМЯН**Р.С. Хамитов¹, д-р с.-х. наук, проф.;** *ResearcherID: Z-1461-2018,**ORCID: 0000-0003-1490-3553***С.А. Корчагов¹, д-р с.-х. наук, проф.****М.Д. Мерзленко², д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр.****В.Ф. Ковязин³, д-р биол. наук, проф.;** *ResearcherID: Y-5917-2018,**ORCID: 0000-0002-3118-8515***Е.Н. Кузнецов⁴, канд. с.-х. наук, доц.**¹Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, ул. Шмидта, д. 2, с. Молочное, г. Вологда, Россия, 160555;

e-mail: r.s.khamitov@mail.ru, kors45@yandex.ru

²Институт лесоведения РАН, ул. Советская, д. 21, п/о Успенское, Московская обл., Россия, 143030; e-mail: md.merzlenko@mail.ru³Санкт-Петербургский горный университет, Васильевский о-в, 21-я линия, д. 2, Санкт-Петербург, Россия, 199106; e-mail: vfkedr@mail.ru⁴Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия, 194021; e-mail: evg_kuznetsov@mail.ru

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) – вид, активно интродуцируемый в леса таежной зоны Восточно-Европейской равнины. Признано, что улучшение ценных хозяйственных свойств этого древесного вида и сохранение его внутривидового разнообразия следует осуществлять селекционными методами. При этом наибольшую селекционную ценность представляют семена, имеющие пищевое значение. В связи с этим актуален анализ косвенных морфологических признаков, связанных с семенной продуктивностью. Исследования проведены в целях выявления связей диссимметрии шишек сосны кедровой сибирской с их морфометрическими параметрами и череззернистостью. Изучены образцы шишек, отобранные в интродукционной Жерноковской кедровой роще (в 25 км к востоку от г. Грязовец Вологодской области). Выявлено, что правизна-левизна диссимметрии шишек сопряжена с череззернистостью. Для *D*-изомеров (правые изомеры) шишек характерно образование значительного количества односеменных чешуй. Их содержание предопределяет существенную флуктуацию количества и массы семян. У левых изомеров (*L*-изомеры) масса семян в шишках больше обусловлена массой 1000 шт., чем вариацией размеров шишек (за исключением их длины). При создании орехоносных насаждений следует выбраковывать деревья с череззерницей. Для выявления особей, продуцирующих такие шишки, требуется исследовать образцы шишек с *D*-изомерией. Ввиду того, что для *L*-форм взаимосвязь размеров шишек и количества семян выражена сильнее, для отбора деревьев крупношишечной формы (по признаку длины шишек) в качестве образцов необходимо использовать шишки с левосторонней изомерией.

Для цитирования: Хамитов Р.С., Корчагов С.А., Мерзленко М.Д., Ковязин В.Ф., Кузнецов Е.Н. Связь диссимметрии шишек сосны кедровой сибирской с формированием в них семян // Лесн. журн. 2019. № 4. С. 66–73. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.66

Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, лесная селекция, шишки, диссимметрия, череззерница.

Введение

К настоящему времени признано, что сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) – это ценный древесный вид, имеющий орехоносное, лесообразующее и декоративное значение. Эти качества способствуют ее активной

интродукции в таежную зону Восточно-Европейской равнины [1, 2]. Сохранение внутривидового полиморфизма и улучшение хозяйственно ценных свойств сосны кедровой сибирской следует осуществлять селекционными методами [1, 4, 8]. Необходимость использования селекционных методов в лесокультурной практике признана международным научным сообществом [14]. Наибольшую ценность представляют семена этого вида, имеющие пищевое значение. В связи с этим актуально совершенствование селекционной работы путем выявления коррелятивных признаков. Семенная продуктивность сосны кедровой сибирской варьирует на географическом, индивидуальном, эндогенном уровнях и зависит от наследственных и внешних факторов [4, 6, 11]. Такая изменчивость отмечена и у других представителей рода сосна [15, 16].

Важным аспектом биотектоники хвойных растений является диссимметрия их шишек. Структурно-пространственное развитие растений в целом может осуществляться по следующим принципам: линейному, радиальному, концентрическому и спиральному. Спиральное построение, в свою очередь, подчинено распределению в соответствии с числовыми рядами Люка и Фибоначчи [12]. Под филлотаксисом понимают навинчивание чешуй вокруг оси шишек, равно как и листорасположение на побеге. Проходящую через все чешуйки спираль принято называть генетической. Обычно ее весьма сложно различить визуально. Вместе с этим достаточно четко выражены несколько разнонаправленных спиралей – парастих, напоминающих многоходовый винт. Ориентированность навинчивания генетической спирали и определяет измерение шишек по аналогии с правилом правого или левого винта. Если отдельная парастиха или сама генетическая спираль направлена снизу вверх и справа налево – ее считают левой, а в противоположном случае – правой [3]. Такая изменчивость выражена на эндогенном уровне, поскольку у каждого дерева образуются шишки разной диссимметрии. Вместе с тем равное количество *L*- и *D*-изомеров свойственно только взрослым обильно семеносущим особям с развитой широкой кроной. Отдельные растения могут формировать несколько большее количество шишек с той или иной диссимметрией. Внутри насаждений представленность таких особей примерно одинаковая. Деревья, образующие преимущественно *D*-формы шишек, рекомендуется сохранять при формировании насаждений, поскольку они являются более продуктивными [10].

Для шишек сосны кедровой сибирской характерно, что в их дистальной и апикальной частях под семенными чешуями вместо двух формируется лишь одно нормально развитое семя. Зачастую односеменные чешуи встречаются и в проксимальной части шишек. Образование развитых полнозернистых семян предопределено нормальным развитием семяпочек. Формирование из двух расположенных на семенной чешуе семяпочек лишь одной достаточно частое явление, называемое череззерницей. Для селекции на урожайность семян не рекомендуется отбирать особи с такими дефектами [7].

Цель исследования – выявление связей между диссимметрией шишек сосны кедровой сибирской и их морфометрическими параметрами и череззернистостью.

Объекты и методы исследования

Для проведения исследований отобраны образцы зрелых шишек в интродукционной Жерноковской кедровой роще. Насаждение расположено вблизи д. Жерноково Грязовецкого р-на Вологодской области на расстоянии

630 км от естественной границы ареала этого древесного вида (58°51'12.24" с.ш., 40°38'12.72" в.д.). Насаждение создано в 1977 г. на площади 1,2 га посадкой 4-летних сеянцев, выращенных во временном питомнике, расположенном здесь же, из семян, заготовленных в местном интродукционном насаждении (Чагринская роща). Густота посадки составила 1,1 тыс. шт./га. Расстояние между саженцами в рядах равно ширине междурядий – 3 м. В 1999 г. роща объявлена памятником природы местного значения («Кедровый питомник»). К настоящему времени в ней сохранилось 615 экз. кедра (47 % от первоначальной густоты посадки). Средняя высота их стволов составляет 8,7 м, диаметр – 7,1 см.

В качестве образцов использовали опавшие в конце августа шишки, найденные под кронами 60 деревьев. Эти образцы высушивали в течение 2 месяцев при комнатной температуре.

Выявление форм по типу диссимметрии осуществляли по методике, предложенной П.Б. Юрасовым и А.И. Лобановым [13]. Количество парастих (спиралей семенных чешуй) определяли, отмечая маркером любую парастиху, закручивающуюся по оси справа налево (по часовой стрелке), от дистальной к апикальной части шишки, считая ее как первую левую. Далее подсчитывали оставшиеся парастихи, параллельные ей. Таким же образом находили правые спирали, вращая шишку против хода часовой стрелки. Количество левых и правых парастих отмечали в виде формулы, характеризующей морфологическую форму шишки по диссимметрии. Если число левых парастих составляло 3, а правых – 5, то формулу записывали в виде дроби 3/5. К *L*-изомерам относили образцы, имеющие формулу 3/5, а к *D*-изомерам – 5/3.

Каждую шишку взвешивали на лабораторных весах с точностью до $\pm 0,01$ г. Линейные параметры шишек (длину и диаметр) измеряли электронным штангенциркулем с точностью до $\pm 0,01$ мм. Определяли количество семян в шишке и число одно- и двусеменных чешуй. Для взвешивания содержащихся в шишке семян и 1000 шт. семян использовали электронные весы.

Результаты исследования и их обсуждение

Между образцами *D*- и *L*-изомеров шишек не установлено значимых различий по их линейным параметрам и массе. Вместе с тем между этими группами наблюдаются статистически значимые различия по количеству (абсолютному и выраженному в процентах) одно- и двусеменных чешуй (табл. 1). М.Г. Романовский [5] указывает, что особи, часто продуцирующие шишки, содержащие значительное количество односеменных чешуй, имеют генетический дефект и не способны завершить создание копий ДНК в одной или нескольких хромосомах.

Для левых изомеров характерно незначительное количество односеменных чешуй.

У противоположной формы их содержание на 43 % больше. По содержанию нормально развитых чешуй с двумя семенами выражена обратная тенденция. У шишек с левосторонней генетической спиралью двусеменных чешуй образуется на 21 % больше, чем у *D*-изомеров. Существенность различий между выборками статистически доказана на 5 %-м уровне значимости.

Таблица 1

Характеристика шишек с различным направлением генетической спирали

Показатель	Морфологическая форма по типу диссимметрии ($M \pm m$)		Достоверность различия t_{ϕ}^*
	Левая (L)	Правая (D)	
Длина, см	6,51±0,16	6,27±0,14	1,15
Диаметр, см	4,69±0,05	4,68±0,07	0,13
Масса, г	28,19±1,39	26,55±1,18	0,90
Содержание чешуй, шт.:			
односеменных	11±1	16±1	2,44
двусеменных	32±2	25±2	2,66
Процент чешуй:			
односеменных	26±3	39±3	3,19
двусеменных	74±3	61±3	3,19

*Коэффициент корреляции достоверен на 5 %-м уровне значимости $t_{05} = 2,0$.

Имеется не менее четкое различие и по процентному содержанию двусеменных чешуй между D - и L -формами. Поскольку общее количество семенных чешуй в правосторонних формах меньше, а абсолютное количество односеменных больше, то существенно ниже и относительное количество двусеменных. У левосторонних экземпляров, напротив, процент таких чешуй на 13 % выше.

Сопряженная флуктуация размеров и массы шишек, а также количества, массы и размеров семян, не сказалась на различиях между изомерами по характеристике семян (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика семян из шишек с разным типом диссимметрии

Показатель	Морфологическая форма по типу диссимметрии		Достоверность различия t_{ϕ}^*
	Левая (L)	Правая (D)	
Содержание семян в шишке, шт.	71±3	67±3	0,85
Масса семян в шишке, г	17,54±0,74	16,28±0,85	1,13
Длина, мм	11,5±0,1	11,3±0,1	1,68
Ширина, мм	7,9±0,1	7,5±0,1	1,58
Коэффициент формы	0,68±0,01	0,67±0,01	0,89
Масса 1000 шт., г	250,00±7,89	243,11±6,13	0,69

*Коэффициент корреляции достоверен на 5 %-м уровне значимости $t_{05} = 2,0$.

Не установлено статистически значимых различий D - и L -изомеров по морфоструктурным параметрам семян (табл. 2). Отсутствие существенных различий между этими формами по массе 1000 шт. семян отмечалось нами ранее у сосны кедровой сибирской, произрастающей в Чагринской роще [2].

Применение корреляционного анализа не позволило выявить сопряженные вариации у обеих форм шишек между массой семян и числом односеменных чешуй. Кроме того, в шишках, характеризующихся левой изомерией, отсутствуют взаимосвязи между массой семян с одной стороны и диаметром шишки, количеством двусеменных чешуй и процентом односеменных и двусеменных чешуй – с другой.

Вместе с этим у *D*-формы проявляется более сильная сопряженная флуктуация количества семян и биометрических параметров шишек. Именно для этой формы свойственна связь с относительным содержанием односеменных чешуй и количеством семян ($r = 0,74 \pm 0,08$). Между обеими диссимметрическими формами умеренной теснотой сопряжения с количеством семян характеризуется и такой параметр, как длина шишек. У *L*-формы значение коэффициента корреляции составляет $0,56 \pm 0,12$, а у *D*-изомеров – $0,63 \pm 0,11$ ($t_{05} = 2,0$). Для обеих диссимметрических форм выражена связь количества образуемых семян с массой самих шишек. При этом у *D*-изомеров значение показателя сопряженной вариации указывает на высокую тесноту связи, а у противоположной формы – свидетельствует лишь об умеренной связи ($r = 0,48 \pm 0,14$).

Таким образом, масса шишек и количество двусеменных чешуй у *D*-форм в большей степени взаимоувязаны с числом образующихся семян. У левых изомеров эта зависимость существенно ниже (по количеству двусеменных чешуй она незначима).

Количество и масса семян связаны между собой. В образцах с наличием правосторонней генетической спирали коэффициент корреляции больше ($r = 0,87 \pm 0,04$), чем у *L*-форм ($r = 0,73 \pm 0,08$). Масса семян достоверно связана с длиной шишек, причем более тесно – у *L*-форм (табл. 3).

Таблица 3

Взаимосвязь между массой семян и биометрическими параметрами шишек диссимметрических форм

Показатель	Коэффициент корреляции признаков в разрезе морфологических форм по типу диссимметрии	
	Левая (<i>L</i>)	Правая (<i>D</i>)
Длина шишек	$0,73 \pm 0,08^*$	$0,65 \pm 0,10^*$
Диаметр в максимально широком месте	$0,01 \pm 0,18$	$0,47 \pm 0,14^*$
Масса шишек	$0,81 \pm 0,06^*$	$0,91 \pm 0,03^*$
Количество чешуй:		
односеменных	$-0,04 \pm 0,18$	$-0,05 \pm 0,18$
двусеменных	$0,14 \pm 0,18$	$0,70 \pm 0,09^*$
Процент чешуй:		
односеменных	$-0,14 \pm 0,18$	$-0,42 \pm 0,15$
двусеменных	$0,14 \pm 0,18$	$0,42 \pm 0,15$

*Коэффициент корреляции достоверен на 5 %-м уровне значимости $t_{05} = 2,0$.

У *D*-изомеров масса семян достоверно коррелирует с диаметром шишки, у *L*-форм связь между этими параметрами отсутствует.

Вполне ожидаемо, что более сильна взаимосвязь между массой шишек и массой семян, содержащихся в них (в отличие от количества). Тем не менее в обоих случаях большая величина показателя связи отмечается у *L*-изомерических форм.

Аналогично числу семян количество чешуй с одним семенем также не зависит от массы семян. Между тем количество чешуй с двумя семенами проявляет сопряженную вариацию с последним признаком. Так, у шишек, обладающих правосторонней изомерией, масса семян (аналогично их количественному содержанию) взаимоувязана с количеством чешуй, содержащих два семени. Коэффициент корреляции равен $0,70 \pm 0,09$, что указывает на значительную

тесноту связи. Не обнаружено достоверной связи процентного содержания (равно как и абсолютного содержания) семенных чешуй с массой образующихся семян у шишек с *L*-изомерией.

У *D*-форм наблюдаются достоверные взаимосвязи массы образующихся в шишках семян с длиной, диаметром и массой шишек, а также количеством двусеменных чешуй. У *L*-изомеров этот показатель зависит только от длины и массы шишек, с другими параметрами достоверной корреляции не выявлено.

Необходимо иметь в виду, что плеяды сопряжения разных пар биометрических параметров могут быть различны в зависимости от географического района расположения популяций [9]. В этом аспекте важна региональная апробация поиска коррелятивных признаков для их использования в практической селекции.

Заключение

Правизна-левизна диссимметрии шишек связана с череззернистостью. Характерная для *D*-форм особенность образования одного семени связана с габитуальными параметрами шишек. Количество односемянных чешуй у шишек предопределяет их вариабельность по количеству и массе семян. Масса образующихся в шишках с *L*-изомерией семян в большей степени обусловлена их качеством (массой 1000 шт.), чем флуктуацией параметров шишек (за исключением их длины). Такая закономерность может быть использована для селекции по признакам структуры урожая. При создании орехоносных насаждений следует выбраковывать растения с череззерницей. Для этого требуется исследовать шишки с *D*-изомерией, как наиболее подверженные этому генетическому дефекту. Для отбора особей, продуцирующих крупные шишки (по их длине), необходимо анализировать образцы с левосторонней формой изомерии, поскольку содержание семян в шишках *D*-изомеров ниже по причине череззерницы и не обусловлено длиной шишек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андропова М.М., Корчагов С.А. Рост и развитие сосны кедровой сибирской в Вологодской области // Вестн. МГУЛ–Лесн. вестн. 2015. Т. 19, № 6. С. 45–49.
2. Бабич Н.А., Хамитов Р.С., Хамитова С.М. Селекция и семенная репродукция кедра сибирского. Вологда–Молочное: ВГМХА, 2014. 154 с.
3. Брынцев В.А. Методика определения филлотаксиса (на примере шишек ели европейской): учеб.-метод. пособие. М.: УМЦ, 2004. 35 с.
4. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф. Генетика, селекция, семеноводство кедра сибирского. Красноярск: СибГТУ, 2000. 243 с.
5. Романовский М.Г. Групповая изменчивость количественных признаков. Доклады на заседаниях совместного семинара МГУ леса и Института лесоведения РАН. LAP Lambert Academic Publishing, 2011. 136 с.
6. Савельев С.С. Репродуктивный потенциал клонов плантации сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) на юге Красноярского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2011. 20 с.
7. Титов Е.В. Кедр: царь сибирской тайги. М.: Колос, 2007. 175 с.
8. Титов Е.В. Разнокачественность родителей и рост внутривидовых гибридов кедра сибирского // Лесотехн. журн. 2016. № 1. С. 62–72. DOI: 10.12737/18728
9. Тихонова И.В., Шемберг М.А. Сопряженная изменчивость морфологических признаков сосны обыкновенной на юге Средней Сибири // Лесоведение. 2004. № 1. С. 48–55.
10. Хохрин А.В. Методика отбора правых и левых форм у сосны обыкновенной и других пород // Леса Урала и хозяйство в них. Вып. 5. Свердловск: Урал. лесн. опыт. станция ВНИИЛМ, 1970. С. 110–114.

11. Храмова О.Ю. Репродуктивная способность и перспективы хозяйственного использования сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) при интродукции в Поволжье (на примере Нижегородской области): дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2009. 164 с.
12. Чернов Н.Н. Биотектоника – методологическая основа изучения форм в живой природе. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. 137 с.
13. Юрасов П.Б., Лобанов А.И. Диссимметрия шишек хвойных и способ ее определения у лиственницы сибирской // Лесохозяйств. информ. 2001. № 3. С. 19–23.
14. Danell O. Survey of Past, Current and Future Swedish Forest Tree Breeding // Silva Fennica. 1991. Vol. 25, no. 4. Pp. 241–247. DOI: 10.14214/sf.a15621
15. Kurm M., Kaur U., Maaten T., Kiviste A. Pärilikkuse mõjust hariliku männi (*Pinus sylvestris* L.) kasvuomadustele järglaskatsetes [About the Heritability Influence to the Growth Performance in Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Progeny Trials] // Metsanduslikud Uurimused [Forestry Studies]. 2008. Vol. 48. Pp. 79–87.
16. Sivacioglu A., Ayan S. Evaluation of Seed Production of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Clonal Seed Orchard with Cone Analysis Method // African Journal of Biotechnology. 2008. Vol. 7(24). Pp. 4393–4399. DOI: 10.5897/AJB08.776

Поступила 10.01.19

UDC 630*181

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.66

Correlation between Dissymmetry of Siberian Pine Cones and Formation of Seeds in Them

*R.S. Khamitov*¹, Doctor of Agriculture, Prof.; ResearcherID: [Z-1461-2018](#),
ORCID: [0000-0003-1490-3553](#)

*S.A. Korchagov*¹, Doctor of Agriculture, Prof.

*M.D. Merzlenko*², Doctor of Agriculture, Prof., Chief Research Scientist

*V.F. Kovyazin*³, Doctor of Biology, Prof.; ResearcherID: [Y-5917-2018](#),
ORCID: [0000-0002-3118-8515](#)

*E.N. Kuznetsov*⁴, Candidate of Agriculture, Assoc. Prof.

¹Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin, ul. Shmidta, 2, Molochnoe, Vologda, 160555, Russian Federation; e-mail: r.s.khamitov@mail.ru, kors45@yandex.ru

²Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences, ul. Sovetskaya, 21, p/o Uspenskoe, Moscow region, 143030, Russian Federation; e-mail: md.merzlenko@mail.ru

³Saint-Petersburg Mining University, Vasilyevsky Ostrov, 21-ya liniya, 2, Saint Petersburg, 199106, Russian Federation; e-mail: vkedr@mail.ru

⁴St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov, Institutskiy per., 5, Saint Petersburg, 194021, Russian Federation; e-mail: evg_kuznetsov@mail.ru

Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) is a species actively introduced into the taiga zone forests of the East European plain. It is recognized that the improvement of the economically valuable properties and preservation of intraspecific diversity of Siberian pine should be carried out by selection methods. At the same time, seeds of the greatest breeding value have nutritional value. In this regard, it is important to analyse the indirect morphological features related to seed productivity. The studies were carried out in order to reveal the correlation between dissymmetry of Siberian pine cones and their morphometric parameters, and formation of fine-grained seeds. Samples of cones selected in the introduction Zhernokovskaya Siberian pine grove (in 25 km to the East of the town of Gryazovets, Vologda region) were studied. It was found out that left/right dissymmetry of cones is connected with fine-grained seeds. D-isomers (right dissymmetry) of cones are characterized by the formation of a significant amount of single-seeded scales. Their content predetermines a significant fluctuation in amount and weight of seeds. The mass of seeds in the cones for L-isomers (left dissymmetry) is largely determined by the quality of the seeds themselves (mass of 1000 pcs.), than by the variation of cone sizes. The exception is the length of the cones. In the creation of nut-bearing plantations trees with fine-grained seeds have to be

culled. In order to identify trees producing cones with such seeds, it is necessary to examine samples of cones with D-isomerism. Due to the fact that for L-isomers the correlation between size of cones and number of seeds is stronger, it is necessary to use cones with L-isomerism in order to select trees with large-scale cones (based on the cone length).

For citation: Khamitov R.S., Korchagov S.A., Merzlenko M.D., Kovyazin V.F., Kuznetsov E.N. Correlation between Dissymmetry of Siberian Pine Cones and Formation of Seeds in Them. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2019, no. 4, pp. 66–73. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.4.66

Keywords: Siberian pine, forest tree breeding, cones, dissymmetry, fine-grained seeds.

REFERENCES

1. Andronova M.M., Korchagov S.A. The Growth and Development of Siberian Stone Pine in the Vologda Region. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin], 2015, vol. 19, no. 6, pp. 45–49.
2. Babich N.A., Khamitov R.S., Khamitova S.M. *Selection and Seed Reproduction of Siberian Pine*. Vologda–Molochnoe, Vologda SDFP Publ., 2014. 154 p.
3. Bryntsev V.A. *Procedure of Determination of Phyllotaxis (On the Example of European Spruce Cones): Study Guide*. Moscow, UMTs Publ., 2004. 35 p.
4. Matveeva R.N., Butorova O.F. *Genetics, Selection, Seed Growing of Siberian Pine*. Krasnoyarsk, SibGTU Publ., 2000. 243 p.
5. Romanovskiy M.G. *Group Variability of Quantitative Characters. Reports at Meetings of the Joint Seminar of MSFU and the Institute of Forest Science of RAS*. LAP Lambert Academic Publishing, 2011. 128 p.
6. Savel'ev S.S. *Breeding Potential of Siberian Pine (Pinus Sibirica Du Tour) Plantation Clones in the South of Krasnoyarsk Krai*: Cand. Biol. Sci. Diss. Abs. Krasnoyarsk, 2011. 20 p.
7. Titov E.V. *Cedar: The Tsar of the Siberian Taiga*. Moscow, Kolos Publ., 2007. 152 p.
8. Titov E.V. The Heterogeneity of Parents and the Growth of Intraspecific Hybrids of Siberian Cedar. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry Engineering Journal], 2016, no. 1, pp. 62–72. DOI: 10.12737/18728
9. Tikhonova I.V., Shemberg M.A. Interrelated Variability of Morphological Characteristics in Scots Pine in the South of Central Siberia. *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science], 2004, no. 1, pp. 48–55.
10. Khokhrin A.V. Methods of Selection of Right and Left Forms of Scots Pine and Other Species. *Forests of the Ural and Their Forest Management. Iss. 5*. Sverdlovsk, Ural'skaya lesnaya opyt'naya stantsiya VNIILM Publ., 1970, pp. 110–114.
11. Khramova O.Yu. *Reproductive Ability and Prospects of Economic Use of Siberian Pine (Pinus Sibirica Du Tour) during Introduction in Povolzhye (Case Study of Nizhny Novgorod Region)*: Cand. Agric. Sci. Diss. Moscow, 2009. 164 p.
12. Chernov N.N. *Biotectionics – A Methodological Basis for Studying the Forms in Nature*. Yekaterinburg, USFEU Publ., 2013. 137 p.
13. Yurasov P.B., Lobanov A.I. Dissymmetry of Coniferous Cones and the Method of Its Determination in Siberian Larch. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2001, no. 3, pp. 19–23.
14. Danell O. Survey of Past, Current and Future Swedish Forest Tree Breeding. *Silva Fennica*, 1991, vol. 25, no. 4, pp. 241–247. DOI: 10.14214/sf.a15621
15. Kurm M., Kaur U., Maaten T., Kiviste A. Pärilikkuse mõjust hariliku männi (*Pinus sylvestris* L.) kasvuomadustele järglaskatsetes [About the Heritability Influence to the Growth Performance in Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Progeny Trials]. *Metsanduslikud Uurimused* [Forestry Studies], 2008, vol. 48, pp. 79–87.
16. Sivacioglu A., Ayan S. Evaluation of Seed Production of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Clonal Seed Orchard with Cone Analysis Method. *African Journal of Biotechnology*, 2008, vol. 7(24), pp. 4393–4399. DOI: 10.5897/AJB08.776

Received on January 10, 2019