

УДК 630\*232.3

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.19

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШИШЕК НА КАЧЕСТВО СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

*В.П. Иванов, д-р биол. наук, проф.*

*С.И. Марченко, канд с.-х. наук, доц.*

*И.Н. Глазун, канд с.-х. наук, доц.*

*Д.И. Нартов, канд с.-х. наук, доц.*

Брянский государственный инженерно-технологический университет,  
просп. Станке Димитрова, д. 3, г. Брянск, Россия, 241037; e-mail: ivpinfo@mail.ru

Состояние репродуктивной сферы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) характеризует биологическую устойчивость насаждений и перспективу их развития в условиях воздействия различных негативных факторов. Плантационное семеноводство должно обеспечивать сохранение качественного генофонда в конкретных условиях. Исследования женской репродуктивной сферы сосны проведены на лесосеменной плантации первого порядка общего назначения, созданной посадкой привитых саженцев в Государственном казенном учреждении Брянской области «Навлинское лесничество». Проанализированы наиболее информативные морфометрические показатели шишек: длина, средний диаметр, масса и коэффициент формы шишки; количество и масса семенных чешуй фертильного яруса. При оценке семенной продуктивности использовали следующие показатели: количество семязачатков и полнозернистых семян; масса и выход полнозернистых семян; количество семян нормальных размеров; масса 1000 шт. семян нормальных размеров; общее количество недоразвитых семян, включая пустые. Полученные данные сравнивали с аналогичными показателями генеративной сферы сосны из буферной зоны заповедника «Брянский лес». Выявлено превышение морфометрических показателей шишек из заповедника по длине, средним значениям диаметра и массы, количеству и массе семенных чешуй над показателями шишек с полей № 1 и 3 лесосеменной плантации. По большинству параметров шишки с поля № 3 превалировали над шишками с поля № 1. Установлено, что шишки сосны из заповедника по большинству показателей более предпочтительны в качестве лесосеменного сырья, чем шишки с плантации. Оценка показателей семенной продуктивности сосны на полях плантации выявила различную способность семян к образованию нормально развитых проростков. Семена из шишек с поля № 1 характеризуются лишь III классом качества (всхожесть 69 %). Низкий показатель всхожести семян с поля № 3 (60 %) не позволяет отнести их к категории кондиционных (пороговое значение для Брянской области составляет 65 %), хотя шишки с этого поля по большинству параметров превосходили шишки с поля № 1. Точную информацию о селекционной ценности лесосеменных объектов сосны обыкновенной можно получить за счет проведения паспортизации лесосеменных плантаций, маркировки деревьев на них по единой методологии для оптимальной организации лесного семеноводства в регионах.

*Ключевые слова:* сосна обыкновенная, женская генеративная сфера, морфометрические показатели, лесосеменная база, проращивание семян, лабораторная всхожесть, посевное качество семян.

---

*Для цитирования:* Иванов В.П., Марченко С.И., Глазун И.Н., Нартов Д.И. Оценка влияния морфометрических параметров шишек на качество семенного материала сосны обыкновенной // Лесн. журн. 2018. № 4. С. 19–30. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.19

*Введение*

Генетическая структура природных популяций фитоценозов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) постепенно изменяется, обеспечивая высокую адаптацию к состоянию природной среды за счет генетического полиморфизма признаков. Возрастающее техногенное воздействие на лесные биогеоценозы отражается на их внутривидовой изменчивости, часто не совпадающей с характером и темпом эволюционного развития [8]. Предотвращение деградации лесных фитоценозов возможно на основе анализа причин и механизмов их антропогенных трансформаций. Нарушение генетической структуры популяций видов длительного жизненного цикла, таких как сосна обыкновенная, ведет к снижению пластичности и адаптивности последующих поколений, что может привести к изменению структуры растительных ценозов и утрате видов, зависимых от породы – эдификатора [4, 5, 7, 22].

Создание постоянной лесосеменной базы основных лесообразователей различных уровней призвано выполнить задачи сохранения их генофонда и формирования в дальнейшем высококачественных древостоев. Состояние репродуктивной сферы сосны обыкновенной способно в определенной степени характеризовать биологическую устойчивость насаждений и помочь увидеть перспективу их развития в конкретных условиях воздействия комплекса экологических и антропогенных факторов. Плантационное семеноводство при повышении продуктивности создаваемых лесных культур может обеспечить сохранение видового генофонда [14]. Хотя существует и иное мнение: рост в высоту (сосны) наследуется до 6 лет, а далее, начиная с 7 лет, наследуемость падает до нуля и действует стабилизирующий отбор. Поэтому «плюсовая» селекция у сосны в плантационном выращивании может быть неперспективна [19].

Исследования свойств и качеств плюсовых деревьев сосны обыкновенной на объектах единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК), выполненные В.П. Бессчетновым и Н.Н. Бессчетновой, показали их значительные различия по морфометрическим параметрам и качеству семян, шишек и выходу нормально развитых и неразвитых семян под влиянием различных факторов среды [1, 2, 3]. Изменчивость параметров семян обусловлена генотипически, а на проявление их разнообразия оказывают влияние факторы среды и качество прививок, что, по мнению авторов, связано с установленными ими индексами генотипически обусловленной неидентичности плюсовых деревьев сосны. Существенные различия между плюсовыми деревьями сосны по морфометрическим характеристикам нормально развитых шишек зависят от факторов среды, влияние которых составляет от 60 до 87 %. Представляет интерес оценка степени наследственной обусловленности признаков сосны обыкновенной, имеющих хозяйственное, адаптивное и идентификационное значение [5].

В.Ф. Коновалов и Э.Р. Насырова отмечают хорошее состояние, успешный рост, развитые кроны деревьев сосны обыкновенной, продуцирование высококачественных семян на постоянных лесосеменных участках (ПЛСУ) и считают необходимым создание новых лесосеменных участков для увеличения объемов заготовки высококачественных семян [15]. Объективная информация о селекционной ценности лесосеменных объектов сосны обыкновенной – лидера среди хвойных видов, необходима для оптимальной организации лесного семеноводства в регионах.

В целом доминируют положительные оценки состояния постоянной лесосеменной базы и лесосеменных объектов, хотя Ю.П. Ефимов указывает на более осторожный подход и необходимость проведения селекционной инвентаризации насаждений для выделения плюсовых насаждений, отбора плюсовых деревьев, закладки постоянных лесосеменных участков и лесосеменных плантаций (ЛСП) [9].

#### *Объекты и методы исследования*

Исследования проведены в Государственном казенном учреждении Брянской области «Навлинское лесничество» на ЛСП общего назначения (71,8 га), предназначенной для массового получения семян с ценными наследственными свойствами и выращивания высококачественных производственных культур. Исследуемый объект создан посадкой привитых саженцев и относится к лесосеменным плантациям первого порядка [21].

В Брянской области лимитирующими факторами воздействия на природные экосистемы являются повышенный радиационный фон в виде очаговых загрязнений, преимущественно в юго-западных районах, после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г., техногенные выбросы промышленных предприятий, автотранспорта, строительство и эксплуатация линейных и инженерных объектов, рекреационные нагрузки. Поддержание гомеостаза в природных системах обеспечивается совместно адаптацией отдельных особей, реализуемой через коррекцию биохимических и физиологических процессов, и за счет популяционных механизмов [8, 9, 11].

В качестве контроля при изучении морфометрических показателей генеративной сферы сосны обыкновенной использовали шишки в количестве 359 шт. с 10 деревьев в 30–40-летних насаждениях из буферной зоны заповедника «Брянский лес» (далее – заповедник), расположенной примерно в 40 км южнее ЛСП [12, 13]. Шишки до начала марта хранили в неотапливаемом помещении.

Первоначальная идея использования ЛСП для изучения параметров женской генеративной сферы сосны обыкновенной в качестве контроля оказалась несостоятельной. Для ее проверки в декабре 2009 г. на двух смежных полях с деревьев одного клона (№ 17 по А.Н. Ткаченко [21]) были отобраны шишки: на поле № 1 (создано в 1980 г.) – 482 шт. с 17 деревьев; на поле № 3 (1982 г.) – 641 шт. с 22 деревьев. Всего отобрано 1123 шишки.

Промышленные предприятия вблизи изучаемых объектов отсутствуют, очагов радиационного загрязнения не выявлено. В местах проведения исследований почвы подзолистые, на флювиогляциальных песках, иногда в качестве второй почвообразующей породы встречаются моренные суглинки.

В работе использована общепринятая методика анализа морфологических признаков женской генеративной сферы сосны обыкновенной [20], дополненная нами [13], которая достаточно кропотлива, но значительно дешевле биохимических и молекулярно-генетических методов [17]. Анализировали наиболее информативные морфометрические показатели шишек: длину, диаметр (средний по двум взаимно перпендикулярным измерениям), массу и коэффициент формы шишки; количество и массу семенных чешуй фертильного яруса. Оценивали также показатели семенной продуктивности: количество семязачатков и полнозернистых семян, массу и выход полнозернистых семян, количество и массу 1000 шт. семян нормальных размеров, количество пустых семян и общее количество недоразвитых семян.

В лабораторных условиях семена из собранных на ЛСП шишек проращивали для изучения характера ростовых процессов на ранних стадиях онтогенеза сосны обыкновенной. Определяли характеристики посевных качеств полнозернистых семян в соответствии с требованиями ГОСТ 13056.6–97 «Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести».

Здоровые по внешним признакам семена проращивали в пластиковых чашках Петри на двойных подложках из фильтровальной обеззоленной бумаги (по 100 шт. семян на ложе в 4 повторностях), которые ежедневно смачивали дистиллированной водой для предотвращения подсыхания семян и нормального роста корешков проростков. Учет проросших семян проводили на 5, 7, 10 и 15-е сутки. В каждый учетный день проросшие семена с длиной корешка больше длины семени удаляли из чашек Петри и сканировали для последующего измерения длины корешков проростков.

В процессе эксперимента у семян определяли абсолютную всхожесть, энергию прорастания и техническую всхожесть. Дополнительно измеряли длину корешков проростков в дни учета.

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

Следует отметить, что еще на стадии визуального анализа полевого материала были выявлены различия шишек по цвету и размерам: на ЛСП их цвет варьировал от темно-серого до почти черного, в заповеднике они имели коричневый цвет и более крупные размеры. Среди шишек с ЛСП встречались искривленные и с явными следами повреждения насекомыми-вредителями – шишковой огневкой и шишковой смолевкой.

Исследования показали преимущество шишек из заповедника по длине, среднему диаметру и массе, количеству и массе семенных чешуй над шишками с полей № 1 и 3 (табл. 1).

Таблица 1

#### **Характеристика параметров шишек (с ошибкой определения)**

Объект исследований	Длина, см	Диаметр, см	Масса* шишки, г	Коэффициент формы шишек	Количество семенных чешуй, шт.	Масса* семенных чешуй, г
ЛСП:						
поле № 1	4,02±0,03	1,91±0,01	5,12±0,09	2,11±0,01	17,77±0,20	2,62±0,05
поле № 3	4,18±0,03	1,96±0,01	5,59±0,08	2,13±0,01	18,22±0,20	2,83±0,05
Заповедник	4,44±0,04	2,12±0,01	6,44±0,10	2,10±0,02	19,26±0,24	3,40±0,06

\* В воздушно-сухом состоянии.

Шишки поля № 3 превалировали над шишками поля № 1 по большинству параметров. Коэффициент формы шишек варьировал несущественно, несмотря на различия по длине и диаметру, т. е. форма шишек оказалась в целом идентичной на исследуемых полях.

Сравнительный анализ результатов статистической обработки полевого материала с использованием Н-критерия [27] подтвердил существенное различие (при  $p < 0,001$ ) по большинству анализируемых показателей генеративной сферы сосны на полях ЛСП и в заповеднике, исключение – коэффициент формы шишек и количество семенных чешуй.

Изменчивость морфометрических признаков особей относится к важнейшим реакциям популяций на стрессовое воздействие. Возможно, различие параметров шишек полей № 1 и 3 объясняется негативными последствиями совокупного влияния внешних факторов, так как создание ЛСП первого порядка предусматривает использование потомства плюсовых деревьев, отобранных по фенотипу с наиболее ценными хозяйственными и биологическими свойствами. В нормальных условиях генофонд популяции устойчиво сохраняется во времени, однако в условиях меняющейся среды он способен перестраиваться [6, 8, 9, 19, 23–26]. Эффекты от воздействия внешних факторов могут проявляться в первую очередь на клеточном уровне, хотя более выражены морфологические изменения признаков у особей, которые в долгосрочной перспективе могут закрепиться наследственно, а наследуемые генетические изменения более важны для устойчивости и развития популяций. Подобные биологические эффекты могут появляться даже после исчезновения фактора воздействия окружающей среды [5, 7, 12].

Анализ семенной продуктивности, характеризующей репродуктивную способность сосны – одного из основных показателей наследственной перспективы, в целом подтвердил выявленные тенденции в различии параметров шишек на исследуемых объектах. Так, количество семязачатков и полнозернистых семян в шишках из заповедника (табл. 2) превышало аналогичные показатели шишек ЛСП, эти же параметры поля № 3 превосходили данные поля № 1.

Таблица 2

**Характеристика семенной продуктивности шишек (с ошибкой определения)**

Показатель	Поле ЛСП		Заповедник
	№ 1	№ 3	
Количество семязачатков, шт.	35,54±0,41	36,43±0,40	38,53±0,49
Полнозернистые семена, шт.	13,58±0,36	15,76±0,33	17,61±0,44
Масса полнозернистых семян, г	0,10±0,003	0,12±0,003	0,14±0,004
Выход полнозернистых семян, шт.	1,90±0,04	2,02±0,03	2,13±0,04
Нормальные семена, шт.	16,62±0,38	20,36±0,34	21,11±0,47
Пустые семена нормальных размеров, шт.	3,04±0,16	4,60±0,18	3,51±0,24
Недоразвитые семена, шт.	18,92±0,40	16,07±0,32	17,42±0,50
Масса 1000 шт. семян, г	5,87±0,08	5,88±0,07	6,75±0,10

Выход полнозернистых семян и количество семян нормальных размеров для шишек из заповедника также превышали показатели для полей ЛСП, а показатели поля № 3 были выше, чем у поля № 1. Сохраняется незначительное превалирование массы полнозернистых семян из заповедника над данными полей ЛСП. Масса 1000 шт. семян из шишек заповедника выше аналогичных показателей для полей № 1 и 3.

В шишках из заповедника выявлено повышенное количество пустых (по сравнению с полем № 1) и недоразвитых (по сравнению с полем № 3) семян, что не характеризует положительно семенную продуктивность, хотя по большинству параметров женской репродуктивной сферы сосны шишки из заповедника в качестве лесосеменного сырья более предпочтительны.

Сравнение показало, что пустых семян отмечено больше в шишках с поля № 3, недоразвитых – с поля № 1. Шишки из заповедника по этим параметрам занимают промежуточное положение. В целом тенденция преимущества качества шишек из заповедника подтверждается и по этим параметрам.

Проведенное сравнение технической всхожести семян ЛСП с требованиями ГОСТ 14161–86 «Семена хвойных древесных пород. Посевные качества» выявило различную способность их к образованию нормально развитых проростков в установленные сроки. Оказалось, что семена из шишек с поля № 1 можно характеризовать III классом качества (всхожесть 69 %), а низкий показатель всхожести семян с поля № 3 (60 %) не позволяет отнести их к категории кондиционных (для Брянской области – 65 %). Следует отметить, что шишки поля № 3 по большинству изученных параметров превосходят шишки поля № 1.

Сравнение технической всхожести (способности семян образовывать проростки на 15-е сутки) показало превышение этого показателя у семян поля № 1 (67,8 %) над семенами поля № 3 (58,9 %), что свидетельствует об изменении вектора формирования качественных семян, выявленном на стадии лабораторных исследований.

Изучение энергии прорастания – способности семян «дружно» прорастать на 7-е сутки (половина времени проращивания), выявило более высокий показатель (50,0 %) у семян поля № 3 (на поле № 1 – 48,1 %). В целом показатели вписываются в общую тенденцию формирования женской репродуктивной сферы сосны на изучаемых полях ЛСП.

Зафиксированное максимальное количество проросших семян на 7-е сутки: с поля № 1 – 53,7 %, с поля № 3 – 67,0 %. Это вполне логично и согласуется с биологическими особенностями вида, хотя следует отметить значительное превосходство показателя для поля № 3 (табл. 3).

Таблица 3

**Характеристика прорастания семян и длина проростков  
(с ошибкой определения) по дням учета**

№ поля	Количество проросших семян, %	Длина проростков, см	Коэффициент изменчивости С, %	Точность опыта Р, %
<i>5-е сутки</i>				
1	19,47	9,01±0,10	30,24	1,10
3	17,77	9,27±0,14	27,04	1,48
<i>7-е сутки</i>				
1	53,74	12,50±0,11	40,97	0,89
3	67,02	13,98±0,15	36,81	1,04
<i>10-е сутки</i>				
1	21,80	13,50±0,18	38,36	1,31
3	14,83	14,42±0,46	52,76	3,17
<i>15-е сутки</i>				
1	4,98	13,13±0,45	47,81	3,42
3	0,37	16,10±1,77	57,15	11,00

Но на 5, 10 и 15-е сутки этот показатель у семян с поля № 1 превышал показатели семян с поля № 3, причем весьма значительно на 10-е и 15-е сутки. Следует отметить достаточно высокое значение коэффициента изменчивости признака (свыше 27 %), а на поле № 3 он даже был выше 50 % на 10-е и 15-е сутки, что может указывать на генетическую неоднородность исходного материала, использованного при создании ПЛСУ, но, возможно, это является следствием повреждения шишек насекомыми-вредителями.

Как правило, посевные качества семян сосны обыкновенной с ЛСП должны соответствовать требованиям ГОСТ 14161–86, хотя довольно часто наблюдается несоответствие ростовых эффектов на ранних стадиях онтогенеза (особенно в лабораторных условиях) и на более поздних стадиях. Анализ показал, что только семена с поля № 1 по отдельным параметрам соответствуют III классу качества. Наблюдаемые различия по большинству изучаемых параметров женской генеративной сферы сосны обыкновенной (на полях № 1 и 3) вызывают вопросы о качестве и генетической однородности семенного материала одного клона сосны обыкновенной, а также об оптимальности условий ЛСП для формирования высококачественного посевного материала сосны.

Вопрос о необходимости использования генетических маркеров при идентификации плюсовых деревьев и сохранении генофонда сосны обыкновенной ставили А.И. Видякин [7], К.Г. Зацепина, А.К. Экарт, В.В. Тараканов [10], исследования на уровне генома сосны с использованием молекулярных маркеров проведены Ж.М. Мухиной и Е.В. Дубиной [16]. Предварительная оценка методов идентификации клонов сосны на ЛСП свидетельствует о трудностях выбора какого-то конкретного способа [5, 18]. На современном этапе развития лесосеменной базы сосны обыкновенной весьма актуальны проблемы паспортизации ЛСП и точности маркировки деревьев на них по единой методологии. Это поможет снять возникающие вопросы, так как потомство одного клона подразумевает высокую однородность получаемого семенного материала.

Принято считать, что изменчивость древесных растений в популяциях и естественный отбор лучших особей способствуют формо- и видообразованию в эволюционном процессе. Наряду с этим, изменчивость является основой для селекции методом искусственного отбора, который наиболее доступен и распространен в практике лесной селекции.

#### *Заключение*

Постоянная лесосеменная база создается трудом высококвалифицированных инженерно-технических работников и рабочих с условием использования высококачественного посадочного и прививочного материала. Несоблюдение этих условий может негативно отразиться на перспективе получения качественного семенного материала. Кроме того, формирование женской генеративной сферы сосны обыкновенной на ЛСП происходит в весьма специфических условиях. В разреженном древостое изменяются ветровой режим, освещенность деревьев, прогрев воздуха, шишек, что одновременно с положительными условиями для формирования семян способствует развитию насекомых-вредителей (шишковая огневка, шишковая смолевка и др.). На ЛСП из-за перекрестного опыления близкородственных особей снижается гетерозис гибридного потомства, который в естественных условиях происходит в результате внутривидовых скрещиваний географически отдаленных особей.

Исследования показали, что по большинству показателей шишки сосны из заповедника «Брянский лес» оказались более предпочтительны в качестве лесосеменного сырья. Выявлена различная способность семян к образованию нормально развитых проростков. Семена из шишек с поля № 1 характеризуются лишь III классом качества (всхожесть 69 %), а низкая всхожесть семян с поля № 3 (60 %) не позволяет отнести их к категории кондиционных.

Снижение качества посевного материала в результате негативного действия комплекса факторов и близкородственного скрещивания организмов (инбридинга) показывает, что ЛСП не всегда гарантирует получение семенного материала высоких кондиций. Разработка единой государственной программы и региональных программ оценки потомства основных лесообразователей на объектах ЕГСК России будет способствовать повышению качества лесосеменного сырья.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Комплексная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам хвои // Вестн. Казан. ГАУ. 2012. № 2(24). С. 88–91.
2. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа // Лесн. журн. 2012. № 2. С. 58–74. (Изв. высш. учеб. заведений).
3. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по морфологическим параметрам семян // Вестн. МГУЛ–Лесн. вестн. 2013. № 3(95). С. 11–17.
4. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесн. журн. 2013. № 2. С. 45–57. (Изв. высш. учеб. заведений).
5. Бессчетнова Н.Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев: моногр. Н.Новгород: Нижегород. гос. с.-х. акад., 2015. 586 с.
6. Вахнина И.Л., Макаров В.П. Морфобиологическая характеристика генеративных органов сосны в природно-техногенных условиях (Восточное Забайкалье) // Вестн. МГУЛ–Лесн. вестн. 2014. Т. 18, № 5. С. 20–25.
7. Видякин А.И. Эффективность плюсовой селекции древесных растений // Хвойные бореальной зоны. 2010. Т. 27, № 1-2. С. 18–24.
8. Гераськин С.А., Удалова А.А., Дикарева С.Н., Мозолин Е.М., Черног Е.В., Прыткова Ю.С., Дикарев В.Г., Новикова Т.А. Биологические эффекты хронического облучения в популяциях растений // Радиационная биология. Радиоэкология. 2010. Т. 50, № 4. С. 374–382.
9. Ефимов Ю.П. Программа развития семеноводства сосны обыкновенной в Центрально-Черноземном регионе России // Актуальные направления научных исследований XXI в.: теория и практика. 2013. № 4. С. 102–107.
10. Зацепина К.Г., Экарт А.К., Тараканов В.В. Генотипирование деревьев на клонных плантациях хвойных лесообразующих видов в Западной Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2012. Т. 30, № 1-2. С. 67–71.
11. Иванов В.П., Марченко С.И., Глазун И.Н., Нартов Д.И., Иванов Ю.В. Использование показателей развития женской генеративной сферы сосны обыкновенной в экологическом мониторинге // Экология и промышленность России. 2012. № 8. С. 56–59.
12. Иванов В.П., Марченко С.И., Глазун И.Н., Паничева Д.М., Иванов Ю.В. Формирование женских шишек и семян *Pinus sylvestris* (Pinaceae) в зоне воздействия выбросов цементного производства (Брянская область) // Растительные ресурсы. 2013. Вып. 4. С. 547–557.
13. Иванов В.П., Марченко С.И., Зайцева Л.В., Иванов Ю.В. Методические аспекты определения биометрических параметров шишек сосны обыкновенной // Вестн. МГУЛ–Лесн. вестн. 2012. № 1(84). С. 42–47.
14. Ивановская С.И. Эффективность использования объектов постоянной лесосеменной базы для сохранения генофонда сосны обыкновенной в Беларуси // Сиб. лесн. журн. 2014. № 4. С. 59–63.



15. Коновалов В.Ф., Насырова Э.Р. Состояние и закономерности роста сосны обыкновенной на лесосеменных объектах республики Башкортостан // Вестн. МГУЛ–Лесн. вестн. 2016. Т. 20, № 2. С. 60–65.

16. Мухина Ж.М., Дубина Е.В. Молекулярные маркеры и их использование в селекционно-генетических исследованиях // Науч. журн. КубГАУ. 2011. № 66(02). С. 1–11.

17. Пат. 2572313 Российская Федерация. Способ определения параметров сосны обыкновенной для оценки качества ее женской генеративной сферы / Иванов В.П., Марченко С.И., Нартов Д.И., Иванов Ю.И.; БГИТА. № 2014122834/13; опубл. 10.01.2016, Бюл. № 1.

18. Рабун А.С. Методы идентификации клонов сосны обыкновенной на лесосеменных плантациях // Вестн. МГУЛ–Лесн. вестн. 2013. № 3(95). С. 7–10.

19. Рогозин М.В. Селекция сосны обыкновенной для плантационного выращивания: моногр. Пермь: Перм. гос. нац.-исслед. ун-т, 2013. 200 с.

20. Романовский М.Г., Хромова Л.В. Образование семян при самоопылении сосны обыкновенной // Лесоведение. 1992. № 5. С. 3–9.

21. Ткаченко А.Н. Лесное сортовое семеноводство в лесхозах Брянской области // Брянск: БГИТА, 1999. 96 с.

22. Durkaya A., Durkaya B., Atmaca S. Predicting the Above-ground Biomass of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Stands in Turkey // Energy Sources, Part A. 2010. Vol. 32, iss. 5. Pp. 485–493.

23. Korshikov I.I., Demkovich A.E. Genetic Polymorphism of Plus-Tree Clones and Their Seed Progeny in the Scotch pine Clone Plantation // Cytology and Genetics. 2010. Vol. 44, no. 1. Pp. 28–36.

24. Mukassabi T.A., Polwart A., Coleshaw T., Thomas P.A. Scots pine Seed Dynamics on a Waterlogged Site // Trees. 2012. Vol. 26, iss. 4. Pp. 1305–1315.

25. Sivacioğlu A. Genetic Variation in Seed and Cone Characteristics in a Clonal Seed Orchard of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Grown in Kastamonu-Turkey // Romanian Biotechnological Letters. 2010. Vol. 15, no. 6. Pp. 5695–5701.

26. Sivacioğlu A., Ayan S., Gelik D.A. Clonal Variation in Growth, Flowering and Cone Production in a Seed Orchard of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Turkey // African Journal of Biotechnology. 2009. Vol. 8(17). Pp. 4084–4093.

27. Vanek O., Prochazkova Z., Matejka K. Analysis of the Genetic Structure of a Model Scots pine (*Pinus sylvestris*) Seed Orchard for Development of Management Strategies // Journal of Forest Science. 2013. Vol. 59, iss. 10. Pp. 377–387.

Поступила 26.02.18

UDC 630\*232.3

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.19

### Impact Assessment of Morphometric Characteristics of Cones on the Quality of Scots Pine Seed Material

V.P. Ivanov, Doctor of Biological Sciences, Professor

S.I. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

I.N. Glazun, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

D.I. Nartov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Bryansk State Engineering Technological University, pr. Stanke Dimitrova, 3, Bryansk, 241037, Russian Federation; e-mail: ivpinfo@mail.ru

The state of the reproductive system of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) characterizes the biological stability of plantations and the prospects for their development under the impact

---

For citation: Ivanov V.P., Marchenko S.I., Glazun I.N., Nartov D.I. Impact Assessment of Morphometric Characteristics of Cones on the Quality of Scots Pine Seed Material. *Lesnoy zhurnal* [Forestry journal], 2018, no. 4, pp. 19–30. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.19

of various negative factors. Plantation seed industry should ensure the qualitative gene resources in specific conditions. Studies of the female reproductive sphere of pine are carried out on the first-order seed plantation created by planting grafted seedlings in the National Public Establishment of the Bryansk region “Navlinskoe forestry”. The most informative morphometric parameters of cones are analyzed: the length, average diameter, mass and shape of the cone, the number and weight of the seed scales of the fertile tier. We use the following indicators to assess the seed productivity: the number of ovules and full-grained seeds, mass and yield of full-grained seeds, number of normal sized seeds, weight of 1000 pcs. seeds of normal size, total number of undeveloped seeds, including empty ones. The obtained data are compared with similar characteristics of generative sphere of pine from the buffer zone of the Bryansk Forest reserve. The excess of morphometric parameters of cones from the reserve along the length, average values of diameter and mass, number and weight of seed scales over cones indices from the fields no. 1 and no. 3 of the seed-bearing plantation has been revealed. For most of the parameters, the cones from the field no. 3 prevail over the cones from the field no. 1. Pine cones from the reserve are preferable for most indicators as seed-bearing raw material than cones from the plantation. Evaluation of the indicators of seed productivity of pine on the plantation fields reveals the different ability of seeds to form normally developed seedlings. Seeds of cones from the field no. 1 are characterized only by the 3d class of quality (germination is 69 %). A low indicator of seed germination from the field no. 3 (60 %) does not allow indicating them as conditional (the threshold value for the Bryansk region is 65 %), although the cones from this field exceed the cones from the field no. 1 by the majority of parameters. We can obtain accurate information on the selection value of forest seed orchards of Scots pine due to the certification of forest seed plantations, marking trees according to a unified methodology for the optimal organization of forest seed production in the regions.

*Keywords:* Scots pine, female generative sphere, morphometric characteristic, forest-seed establishment, germination, laboratory germination, sowing quality of seed.

#### REFERENCES

1. Besschetnov V.P., Besschetnova N.N. Kompleksnaya otsenka plyusovykh derev'ev sosny obyknovennoy po parametram khvoi [Integrated Assessment of Plus Trees of a Scots Pine on the Needles Parameters]. *Vestnik Kazanskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta* [Vestnik of the Kazan State Agrarian University], 2012, no. 2, pp. 88–91.
2. Besschetnov V.P., Besschetnova N.N. Seleksionnaya otsenka plyusovykh derev'ev sosny obyknovennoy metodami mnogomernogo analiza [Scots Pine Elite Trees Selective Estimation by Means of Multivariate Analysis Method]. *Lesnoy zhurnal* [Forestry journal], 2012, no. 2, pp. 58–74.
3. Besschetnov V.P., Besschetnova N.N. Mnogomernaya otsenka plyusovykh derev'ev sosny obyknovennoy (*Pinus sylvestris* L.) po morfologicheskim parametram semyan [The Multivariate Analysis of the Plus-Trees of a Scots Pine (*Pinus Sylvestris* L.) on Morphometrical Parameters of Seeds]. *Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin], 2013, no. 3(95), pp. 11–17.
4. Besschetnov V.P., Besschetnova N.N. Obrazovanie i lignifikatsiya ksilemy plyusovykh derev'ev sosny obyknovennoy [Formation and Lignification of Xylem of Scotch Pine Elite Trees]. *Lesnoy zhurnal* [Forestry journal], 2013, no. 2, pp. 45–57.
5. Besschetnova N.N. *Sosna obyknovennaya (Pinus sylvestris L.). Reproductivnyy potentsial plyusovykh derev'ev* [Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Reproductive Potential of Plus Trees]. N. Novgorod, NSAA Publ., 2015. 586 p. (In Russ.)
6. Vakhnina I.L., Makarov V.P. Morfobiologicheskaya kharakteristika generativnykh organov sosny v prirodno-tekhnogennykh usloviyakh (Vostochnoe Zabaykalye) [Morphobiological Characteristics of Pine Generative Organs in the Natural and Anthropogenic Conditions (Eastern Zabaikal'sk)]. *Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin], 2014, vol. 18, no. 5, pp. 20–25.

7. Vidyakin A.I. Effektivnost' plusovoy selektsii drevesnykh rasteniy [Efficiency of Plus Selection of Trees]. *Khvoynye boreal'noy zony* [Conifers of the Boreal Area], 2010, vol. 27, no. 1-2, pp. 18–24.

8. Geras'kin S.A., Udalova A.A., Dikareva N.S., Mozolin E.M., Chernonog E.V., Prytkova Yu.S., Dikarev V.G., Novikova T.A. Biologicheskie efekty khronicheskogo oblucheniya v populyatsiyakh rasteniy [Biological Effects of Chronic Irradiation in Plant Populations]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation Biology. Radioecology], 2010, vol. 50, no. 4, pp. 374–382.

9. Efimov Yu.P. Programma razvitiya semenovodstva sosny obyknovnoy v Tsentral'no-Chernozemnom regione Rossii [The Program of Development of Scots Pine Seed in the Central Black Earth Region of Russia]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI v.: teoriya i praktika* [Actual Directions of Scientific Researches of the 21st Century: Theory and Practice], 2013, no. 4, pp. 102–107.

10. Zatsepina K.G., Ekart A.K., Tarakanov V.V. Genotipirovanie derev'ev na klonovykh plantatsiyakh khvoynykh lesoobrazuyushchikh vidov v Zapadnoy Sibiri [Genotyping of Trees in Clonal Plantations of Coniferous Forest-Forming Species in Western Siberia]. *Khvoynye boreal'noy zony* [Conifers of the Boreal Area], 2012, vol. 30, no. 1-2, pp. 67–71.

11. Ivanov V.P., Marchenko S.I., Glazun I.N., Nartov D.I., Ivanov Yu.V. Ispol'zovanie pokazateley razvitiya zhenskoy generativnoy sfery sosny obyknovnoy v ekologicheskom monitoringe [Application of Indicators of Scotch Pine's Female Generative Sphere Development in Environmental Monitoring]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and Industry of Russia], 2012, no. 8, pp. 56–59.

12. Ivanov V.P., Marchenko S.I., Glazun I.N., Panicheva D.M., Ivanov Yu.V. Formirovanie zhenskikh shishek i semyan *Pinus sylvestris* (Pinaceae) v zone vozdeystviya vybrosov tsementnogo proizvodstva (Bryanskaya oblast') [The Development of Female Cones and Seeds in *Pinus Sylvestris* (Pinaceae) in the Emission Zone of Cement Factory (Bryansk Region)]. *Rastitel'nye resursy*, 2013, no. 4, pp. 547–557.

13. Ivanov V.P., Marchenko S.I., Zaytseva L.V., Ivanov Yu.V. Metodicheskie aspekty opredeleniya biometricheskikh parametrov shishek sosny obyknovnoy [Methodological Aspects of Scots Pine Cones Biometrics Determination]. *Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin], 2012, no. 1(84), pp. 42–47.

14. Ivanovskaya S.I. Effektivnost' ispol'zovaniya ob'ektov postoyannoy lesesemnoy bazy dlya sokhraneniya genofonda sosny obyknovnoy v Belarusi [Efficiency of Using Permanent Seed Sources for Conservation of Genetic Pool of Scots pine (*Pinus Sylvestris* L.) in Belarus]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Journal of Forest Science], 2014, no. 4, pp. 59–63.

15. Konovalov V.F., Nasyrova E.R. Sostoyanie i zakonomernosti rosta sosny obyknovnoy na lesesemennykh ob'ektakh respubliki Bashkortostan [State and Growth Regularities of Scots pine Forest Seed at the Objects of the Republic of Bashkortostan]. *Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin], 2016, vol. 20, no. 2, pp. 60–65.

16. Mukhina Zh.M., Dubina E.V. Molekulyarnye markery i ikh ispol'zovanie v selektsionno-geneticheskikh issledovaniyakh [Molecular Markers and How to Use Them in Breeding and Genetic Researches]. *Nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Scientific Journal of KubSAU], 2011, no. 66, pp. 386–496.

17. Ivanov V.P., Marchenko S.I., Nartov D.I., Ivanov Yu.I. *Sposob opredeleniya parametrov sosny obyknovnoy dlya otsenki kachestva ee zhenskoy generativnoy sfery* [A Method for Determining the Parameters of Scots pine for Assessing the Quality of Its Female Generative Sphere]. Patent RF, no. 2572313, 2016.

18. Rabtsun A.S. Metody identifikatsii klonov sosny obyknovnoy na lesesemennykh plantatsiyakh [Methods of Identification of Clones of the Pine Ordinary on the Forest Seed Plantations]. *Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin], 2013, no. 3(95), pp. 7–10.

19. Rogozin M.V. *Selektsiya sosny obyknovennoy dlya plantatsionnogo vyrashchivaniya* [Selection of Scots pine for Plantation Cultivation]. Perm, PSU Publ., 2013. 200 p. (In Russ.)

20. Romanovskiy M.G., Khromova L.V. *Obrazovanie semyan pri samoopylenii sosny obyknovennoy* [Seed Development in Self-Pollination of *Pinus sylvestris* L.]. *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science], 1992, no. 5, pp. 3–9.

21. Tkachenko A.N. *Lesnoe sortovoe semenovodstvo v leskhozakh Bryanskoy oblasti* [Forest Varietal Seed Growing in the Forestry Enterprises of the Bryansk Region]. Bryansk, BSETA Publ., 1999. 96 p. (In Russ.)

22. Durkaya A., Durkaya B., Atmaca S. Predicting the Above-ground Biomass of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Stands in Turkey. *Energy Sources, Part A*, 2010, vol. 32, iss. 5, pp. 485–493.

23. Korshikov I.I., Demkovich A.E. Genetic Polymorphism of Plus-Tree Clones and Their Seed Progeny in the Scotch pine Clone Plantation. *Cytology and Genetics*, 2010, vol. 44, no. 1, pp. 28–36.

24. Mukassabi T.A., Polwart A., Coleshaw T., Thomas P.A. Scots pine Seed Dynamics on a Waterlogged Site. *Trees*, 2012, vol. 26, iss. 4, pp. 1305–1315.

25. Sivacioğlu A. Genetic Variation in Seed and Cone Characteristics in a Clonal Seed Orchard of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Grown in Kastamonu-Turkey. *Romanian Biotechnological Letters*, 2010, vol. 15, no. 6, pp. 5695–5701.

26. Sivacioğlu A., Ayan S., Gelik D.A. Clonal Variation in Growth, Flowering and Cone Production in a Seed Orchard of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 2009, vol. 8(17), pp. 4084–4093.25.

27. Vanek O., Prochazkova Z., Matejka K. Analysis of the Genetic Structure of a Model Scots pine (*Pinus sylvestris*) Seed Orchard for Development of Management Strategies. *Journal of Forest Science*, 2013, vol. 59, iss. 10, pp. 377–387.

Received on February 26, 2018

---