

УДК 630*232+630*165:630*174.754

ВНУТРИВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Галдина Т. Е., Ситников К. С., Токорева М. О.

ГОУ ВПО Воронежская Государственная Лесотехническая академия, Воронеж, Россия (394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д.8) tatyana_galdina@mail.ru

Изучение формового разнообразия, географической и экологической изменчивости древесных пород является важным резервом повышения продуктивности и устойчивости вновь создаваемых лесов. Семена – это исходный лесокультурный материал, от качества которого зависит успешность лесовосстановления. В статье приведены результаты изучения морфометрических признаков шишек, семян сосны обыкновенной в географических культурах Центральной лесостепи. Отображена общая картина внутривидовой изменчивости сосны обыкновенной. Представлены данные о влиянии происхождения на грунтовую всхожесть семян. С использованием метода факторного анализа представлена популяционная структура сосны обыкновенной на Европейской части России, в основу которой положено внутривидовая изменчивость генеративных органов.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, внутривидовая изменчивость, географические культуры, климатипы, семена, шишки, популяция.

INTRASPECIFIC VARIETY OF THE ORDINARY PINE GENERATIVE ORGANS IN GEOGRAPHICAL CULTURES OF THE CENTRAL FOREST-STEPPE

Galdina T. E., Sitnikov K. S., Tokoreva M. O.

SEI HPE Voronezh State Academy of Forestry and Technologies, Voronezh, Russia, (394087, Voronezh, Timiryazeva St., 8) tatyana_galdina@mail.ru

Studying of a mold variety, geographical and ecological variability of wood species is an important reserve of efficiency increase and stability of new created forests. Seeds are the initial and forestry – cultural material from quality of which depend the success of forest recreation. The results of studying of morphometric cones indications, seeds of the ordinary pine in geographical cultures of the central forest-steppe are cited in the article. The general pattern of the ordinary pine intraspecific variability is represented. The data of origin influence on the ground seeds germination are presented. The population structure of the ordinary pine in the European part of Russia is presented with use of factor analysis method, in which basis it is put the intraspecific variability of generative organs.

Keywords: ordinary pine, intraspecific variability, geographical cultures, climatic types, seeds, cones, population.

Географические культуры как объекты селекции создавались, прежде всего, преследуя задачу определения для конкретных условий произрастания наиболее приспособленных и продуктивных рас, с целью районирования поставок семян для лесовосстановления. Приобретая в настоящее время более широкое значение, они становятся важнейшими опытами с точки зрения сохранения генофонда локальных популяций, проведения ген-экологических исследований. Служат базой для заготовки семенного и вегетативного материала, отобранного и ценного по комплексу признаков и показателей популяций

Анализ селекционных характеристик *Pinus sylvestris* L. различного географического происхождения позволит более рационально подойти к созданию продуктивных и устойчивых лесных насаждений, что является целью лесного хозяйства.

Морфолого-анатомические признаки показателя шишек и семян сосны обыкновенной являются диагностическими и популяционными показателями вида. Именно эти признаки, начиная с самых ранних работ по систематике сосны, принимали в качестве диагностических (Фомин, 1940; Григорьева, 1930). Наиболее полные сведения по изменчивости морфологических признаков хвои *Pinus sylvestris* L. на территории СНГ приведены в работе Л. Ф. Правдина (1964). Эти данные послужили для разработки внутривидовых таксонов сосны обыкновенной. Региональная изменчивость этих признаков приведена в работах С. А. Мамаева (1973).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом изучения явились географические культуры, заложенные в 1959 году под руководством проф. М. М. Вересина на территории Рамонского лесничества Воронежского лесхоза. Опыт является одним из самых крупных в СНГ. Семена получены через сеть контрольно-семенных станций (популяционные сборы в сухих и свежих борах в условиях – А, В, С). Всего получено 245 образцов, представляющих 228 лесхозов. Крайние пункты заготовки семян по широте – $40^{\circ}43''$ и $64^{\circ}30''$ с. ш., по долготе – $21^{\circ}05''$ и $127^{\circ}38''$ в.д.

Изучение опытных культур проводилась на 28 пробных площадях из Европейской части России, произрастающих в Центральной лесостепи. Различия по широте между крайними составили от Воронежской области ($51^{\circ}10''$ с. ш.) до Архангельской ($64^{\circ}30''$ с. ш.), и по долготе – от Калининграда ($21^{\circ}05''$ в.д.) до Перми ($55^{\circ}20''$ в.д.).

Исследования проводились в период с 2006–2011 гг. Для этого в отобранных климатипах закладывалась пробная площадь, на которой проводился сплошной пересчет деревьев с подробным описанием таксационных показателей.

Для изучения морфолого-анатомических показателей шишек и семян отбирали модельные деревья по средним показателям продуктивности, и с каждой модели, в верхней, средней и нижней частях кроны, собирали созревшие шишки.

Для изучения морфометрических показателей шишек и семян за основу была принята методика, предложенная Л. Ф. Правдиным (1978). Полученные материалы подвергались статистической обработке.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В числе признаков, характеризующих морфологию шишек, нами изучались: длина шишки, ее ширина, окраска шишки, форма апофизов чешуи.

В результате обследования нами было выявлено, что в изучаемых происхождениях шишки имеют продолговатую форму (Эстонский экотип), широкую форму (Калининградский, Рязанский), остальные экотипы, в том числе и местные, имеют яйцевидную форму шишек.

Строение поверхности семенной чешуи, или форма апофизов, характеризуется сильной изменчивостью.

При изучении формы апофиза нами были приняты следующие, более дробные, группы, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1. Распределение происхождений по форме апофизов семенной чешуи

Группа	Характеристика	Наименование климатипа
а	апофизы гладкие, поверхность щитка гладкая по всей шишке;	Черниговский экотип, Калининградский, Днепропетровский, Сумский
б	апофизы в виде пирамидки вытянуты по всей шишке;	Волынский, Эстонский, Архангельский, Вологодский
б1	апофизы в виде пирамидок только с освещенной стороны шишки, на теневой стороне шишки они гладкие;	Дрогобынский, Харьковский, Минский, Житомирский
б2	апофизы в виде пирамидок в верхней части шишки, в нижней части они гладкие с обеих сторон или почти гладкие;	Псковский, Латвийский, Новгородский, Литовский, Марийский, Воронежские
в	апофизы загнуты к основанию шишки в виде крючка, одинаково по всей шишке;	Ленинградский
в1	апофизы загнуты в виде крючка только с освещенной стороны, с теневой стороны они в виде пирамидок;	Белгородский, Курский
в2	на освещенной стороне шишки, в верхней части ее, апофизы в виде пирамидок, в нижней части загнуты в виде крючка к основанию, на теневой стороне апофизы гладкие;	Карельский
в3	на освещенной стороне шишки, в верхней части ее, апофизы в виде пирамидок, в нижней части загнуты в виде крючка кверху, на теневой стороне апофизы гладкие.	Рязанский, Калужский, Московский, Ярославский, Калининский, Смоленский, Калужский

Изменчивость окраски зрелой шишки сосны обыкновенной сильно варьирует, поэтому учесть цвета всех оттенков не представлялось возможным. Все разнообразие шишек по их окраске нами было сведено в три группы:

1) **серой окраски** – Воронежская (Хреновое), Воронежская (Боровое), Рязанская, Белгородская, Московская (Каширский л.), Псковская, Ярославская, Новгородская, Дрогобынская, Вологодская, Калининская, Литовская, Минская, Курская;

2) **коричневой окраски** – Ленинградская (Рощинский), Карельская ССР, Калужская (Козельский л.), Смоленская, Архангельская;

3) **окраски беж** – Калининградская, Житомирская, Черниговская, Волынская, Эстонская, Днепропетровск, Латвийская, Харьковская, Марийская, Сумская.

На базе обработанного полевого материала (таблица 2) выявлено, что размеры зрелых шишек (длина и ширина), являющиеся важным признаком при изучении систематики и внутривидовой изменчивости вида, очень изменчивы ($C_v=12-36\%$).

Таблица 2. Изменчивость размеров шишек сосны обыкновенной

Наименование климата	Координаты пунктов сбора семян		Длина, мм				Ширина, мм				Отношение длины к ширине			
	с. ш.	в. д.	Мср	$\pm m$	C, %	P %	Мср	$\pm m$	C, %	P %	Мср	$\pm m$	C, %	P %
Карельская ССР	64° 30'	35° 00'	34,86	0,55	13	1,58	23,45	0,48	17	2,05	1,52	0,04	20	2,14
Архангельская	63° 45'	37° 40'	35,99	0,52	12	1,44	18,48	0,26	12	1,41	1,95	0,03	12	1,41
Вологодская	60° 15'	37° 05'	36,34	0,67	16	1,84	18,65	0,24	11	1,29	1,97	0,03	15	1,73
Ленинградская (Рощинский л-з)	60° 15'	29° 40'	35,14	0,63	15	1,79	21,25	0,36	15	1,69	1,67	0,03	15	1,79
Эстонская	59° 25'	23° 17'	35,77	0,65	15	1,82	19,16	0,35	16	1,83	2,53	0,02	12	1,42
Псковская	58° 17'	25° 05'	35,63	0,66	16	1,86	23,61	0,64	24	2,71	1,54	0,03	19	2,19
Псковская	58° 15'	25° 05'	34,21	1,20	15	3,50	18,08	0,27	13	1,49	1,89	0,02	10	1,12
Новгородская	58° 00'	33° 15'	34,34	0,70	17	2,04	19,69	0,34	14	1,73	1,75	0,03	12	1,42
Ярославская	57° 48'	38° 40'	33,36	0,68	18	2,03	20,49	0,41	18	2,00	1,63	0,03	18	2,02
Латвийская	57° 28'	21° 35'	35,29	0,60	15	1,70	17,96	0,25	13	1,39	1,96	0,02	10	1,21
Калининская	56° 48'	35° 50'	31,97	0,56	15	1,75	17,88	0,28	13	1,57	1,78	0,03	12	1,46
Смоленская	55° 49'	31° 05'	36,7	0,72	16	1,96	19,2	0,34	15	1,77	1,89	0,02	10	1,18
Тверская	54° 55'	21° 05'	39,64	0,79	17	1,99	19,72	0,28	13	1,42	2,02	0,03	13	1,53
Литовская	54° 50'	24° 20'	33,69	0,81	18	2,40	18,12	0,30	13	1,65	1,86	0,03	14	1,86
Рязанская	52° 40'	42° 55'	40,93	0,74	14	1,81	20,53	0,35	13	1,71	2,00	0,02	10	1,32
Московская (Каширский л-з)	54° 35'	38° 15'	35,55	0,69	16	1,94	17,88	0,26	12	1,45	1,97	0,03	13	1,6
Минская	54° 20'	39° 50'	36,27	0,69	16	1,90	18,65	0,31	14	1,66	1,94	0,02	10	1,21
Калужская (Козельский л-з)	54° 05'	35° 45'	38,79	0,87	17	2,24	20,39	0,41	15	2,01	1,91	0,03	11	1,48
Калужская (Козельский л-з)	54° 05'	35° 45'	36,87	0,88	19	2,39	19,05	0,41	17	2,15	1,94	0,04	15	1,86
Воронежская (Боровое)	51° 50'	39° 30'	38,22	0,79	16	2,06	19,5	0,31	13	1,59	1,95	0,03	10	1,31
Сумская	51° 40'	33° 20'	38,39	0,80	18	2,08	20,53	0,37	15	1,80	1,87	0,02	11	1,26
Курская	53° 05'	46° 40'	39,43	0,62	13	1,57	21,25	0,39	14	1,84	1,86	0,02	11	1,44
Черниговская	54° 05'	42° 40'	29,12	1,32	36	4,53	19,39	0,34	14	1,75	1,95	0,03	13	1,58
Белгородская	51° 20'	37° 45'	35,85	0,70	16	1,95	19,4	0,32	14	1,65	1,83	0,02	11	1,32
Волынская	51° 15'	23° 45'	39,88	0,71	15	1,78	20,4	0,38	16	1,91	1,96	0,03	13	1,54
Воронежская (Хреновое)	51° 10'	40° 20'	35,08	0,75	18	2,14	19,15	0,35	16	1,83	1,84	0,04	16	1,88

Житомирская	50° 59'	28° 52'	38,69	0,71	15	1,84	19,78	0,33	13	1,67	1,97	0,02	8	1,04
Харьковская	49° 45'	36° 20'	37,16	0,63	15	1,69	19,89	0,33	14	1,66	1,88	0,03	14	1,58
Марийская	48° 42'	56° 20'	36,12	0,58	13	1,61	18,65	0,26	11	1,39	1,93	0,03	12	1,42
Днепропетровск	48° 20'	35° 12'	36,41	0,73	17	2,00	19,85	0,32	14	1,61	1,84	0,02	12	1,34
Дрогобынская	48° 18'	23° 45'	37,27	0,73	17	1,96	18,77	0,31	14	1,65	1,99	0,03	11	1,28

Причем, факторами их изменчивости являются не только генетические особенности отдельных деревьев и популяций, но и экологические условия произрастания. Были установлены пределы колебания этих признаков ($D_{x_{cp}} = 29,1-40,9$ и $Ш_{x_{cp}}=17,9-23,5$), выявлены некоторые особенности их географической изменчивости, однако четких закономерностей их вариации не выявлено. Из таблицы видно, что наибольшую длину шишек имеют: Калининградский, Курский, Рязанский, Житомирский. Воронежский (Боровое), Волынский, Калужский, Сумский экотипы (38,22–40,93 см), координаты которых с севера на юг располагаются от 56° 05' до 50° 59' с. ш. (проходят через координаты местных экотипов). Наименьшую длину имеют Черниговский, Ярославский, Калининский и Литовский экотипы (29,12–36,69 см), расположенные от 57° 48' до 56° 48' с. ш., то есть севернее, чем экотипы, имеющие большую длину шишек.

Наиболее широкими шишками характеризуются Ленинградский, Карельский, Волынский, Ярославский, Псковский, Калужский, Курский, Сумский экотипы (20,39–23,63 см), которые расположены севернее и в пределах координат местных экотипов (64° 30'–51° 40' с. ш.). Ширина шишек этих экотипов превосходит ширину шишек местных экотипов. Наиболее узкие шишки у Московского, Латвийского, Калининского экотипов (17,88–17,96), которые расположены от 57° 28' до 54° 35' с. ш. с севера на юг.

Размеры семенной чешуи семян имеют как диагностическое, так и филогенетическое значения (В. Н. Сукачева, 1924). Он указывает, что различия по размерам семян являются не простыми наследственными модификациями, обусловленными различиями в условиях жизни, а отклонениями, довольно строго наследуемыми даже при глубокой перемене условий существования.

В наших исследованиях установлено (таблица 3), что вариация размеров семян изменяется от низкого до повышенного уровня ($C_v=7,2-39\%$). При этом, какой-либо географической закономерности в характере вариации этих признаков не прослеживается. Географическая изменчивость показателей размера семян проявляется как в широтном, так и в долготном направлениях.

Наибольшую длину семян имеют: Вологодский, Эстонский, Волынский, Житомерский и Калужские экотипы (4,7–5,33 мм), наименьшую – Псковский, Ярославский, Белгородский, Воронежский (3,63–3,9).

Наибольшей шириной семян характеризуются: Калужский, Курский, Белгородский, Волынский экотипы (3,0–3,8мм), наименьшей – Карельский, Эстонский, Псковский (1,88–2,06).

Наибольшую толщину имеют: Карельский, Черниговский, Курский, Марийский, Белгородский экотипы (1,94–2,0), наименьшую – Новгородский, Ярославский, Московский и Калужские экотипы (1,03–1,15).

Таблица 3. Изменчивость размеров семян сосны обыкновенной

№ п/п	Наименование экотипа	Длина, мм				Ширина, мм				Толщина, мм			
		Мср	±m	С, %	Р, %	Мср	±m	С, %	Р, %	Мср	±m	С, %	Р, %
1	Карельская ССР	3,77	0,14	15	3,71	2,06	0,06	12	2,91	1,94	0,04	8	2,06
2	Архангельская	3,91	0,18	18	2,68	2,16	0,12	24	2,53	1,83	0,11	14	3,01
3	Вологодская	5,33	0,33	11	6,19	2,67	0,33	22	12,35	1,17	0,17	29	14,55
4	Ленинградская	4,55	0,14	13	3,07	2,6	0,13	23	5,0	1,23	0,09	33	7,31
5	Эстонская	4,75	0,25	11	5,26	1,88	0,13	13	6,91	1,75	0,25	29	14,28
6	Псковская	4,27	0,13	15	3,04	2,46	0,13	24	5,28	2	0,07	16	3,5
7	Псковская	3,81	0,1	11	2,62	2,06	0,06	12	2,91	1,91	0,05	16	2,62
8	Новгородская	4,5	0,29	13	6,44	2,25	0,25	22	11,11	1,13	0,13	22	11,5
9	Ярославская	3,9	0,11	12	2,82	2,16	0,09	17	4,16	1,03	0,03	11	2,9
10	Тверская	4,29	0,13	11	3,09	2,57	0,14	20	5,46	1,36	0,12	34	8,82
11	Брянская	4,21	0,12	13	2,85	2,47	0,12	21	4,85	1,34	0,09	31	6,71
12	Литовская	4,83	0,14	13	2,85	3,18	0,26	21	3,01	1,24	0,16	20	2,83
13	Рязанская	4,5	0,22	22	4,89	2,64	0,12	22	4,55	1,93	0,07	17	3,62
14	Московская	4,65	0,11	11	2,37	2,6	0,11	19	4,23	1,15	0,08	11	6,99
15	Минская	4,15	0,1	9	2,41	2,23	0,12	19	5,38	1,42	0,05	13	3,66
16	Калужская	4,93	0,12	9	2,43	2,6	0,13	20	5,0	1,07	0,05	16	4,67
17	Калужская	4,71	0,11	10	2,33	3,06	0,13	18	4,24	1,06	0,04	15	3,77
18	Воронежская	4,39	0,13	11	2,96	2,36	0,17	27	7,2	1,9	0,07	14	3,68
19	Сумская	4,38	0,14	15	3,19	2,5	0,13	24	5,2	1,48	0,11	33	7,43
20	Курская	4,43	0,14	12	3,16	3	0,15	18	3,94	1,96	0,04	7	2,04
21	Черниговская	4,22	0,13	13	3,08	2,22	0,1	19	4,5	2	0,08	12	2,83
22	Белгородская	3,63	0,26	20	7,16	3	0,18	18	6,0	1,94	0,06	9	3,09
23	Волынская	5,15	0,13	12	2,52	3,05	0,09	13	2,95	1,9	0,07	16	3,69
24	Воронежская	3,85	0,15	14	3,90	2,54	0,14	21	5,51	1,65	0,14	32	8,49
25	Житомерская	4,7	0,15	14	3,19	2,15	0,08	19	3,72	1,88	0,05	12	2,69
26	Харьковская	4,85	0,26	18	2,28	2,25	0,18	17	2,73	1,93	0,15	13	2,70
27	Марийская	4,15	0,08	9	1,93	2,35	0,11	21	4,68	1,95	0,05	11	2,59
28	Дрогобынская	0,17	0,5	11	3,64	2,17	0,12	16	5,53	1,89	0,07	12	3,7

Среди таких показателей, как чистота, масса 1000 штук, энергия прорастания и доброкачественность, именно всхожесть является основным показателем качества семян, характеризующим семена как возможность образования нормально развитых проростков.

Грунтовая всхожесть – один из важных показателей, характеризующий посевные качества семян. Особых закономерностей влияния происхождения на грунтовую всхожесть не обнаружено. Очень низким показателем грунтовой всхожести характеризуются северные экотипы (Карельский, Архангельский, Вологодский, Ленинградский (3,8–11,3 %), а также Эстонский, Сумской, Белгородский экотипы. Высокими показателями характеризуются: Латвийский (76,9 %), Минский (62,2 %), Воронежский экотипы.

Для изучения популяционной структуры сосны обыкновенной в изучаемых областях нами использовались методы многомерного анализа (факторный) (Животовский, 1991).

Корреляционный анализ изученных морфометрических признаков и показателей шишек и семян географических культур сосны обыкновенной позволил выявить корреляционные связи между длиной и шириной семени (0,734). Обратная зависимость наблюдается между шириной шишек и отношением длины шишек к их ширине (-0,587).

Использование факторного (метод главных компонент) анализа (рис. 1) показало, что каждый из изученных климатипов образуют локальные популяции *Pinus sylvestris* L.: Южно-карельская (1); Вологодская (3); Ленинградская (4); Эстонская (5); Псковская (6); Псковская (7); Новгородская (8); Тверская (10); Центрально-литовская (11, 13); Центрально-полеская (9, 20); Центрально-черноземная (21, 23); Центрально-черноземная (12, 17, 19); Двинско-мезенско-беларусская (2, 14); Верхнеднепровская (15, 16) Сумская (18); Волынская (22); Житомерская (24); Харьковская (25); Марийская (26); Дрогобынская (27).

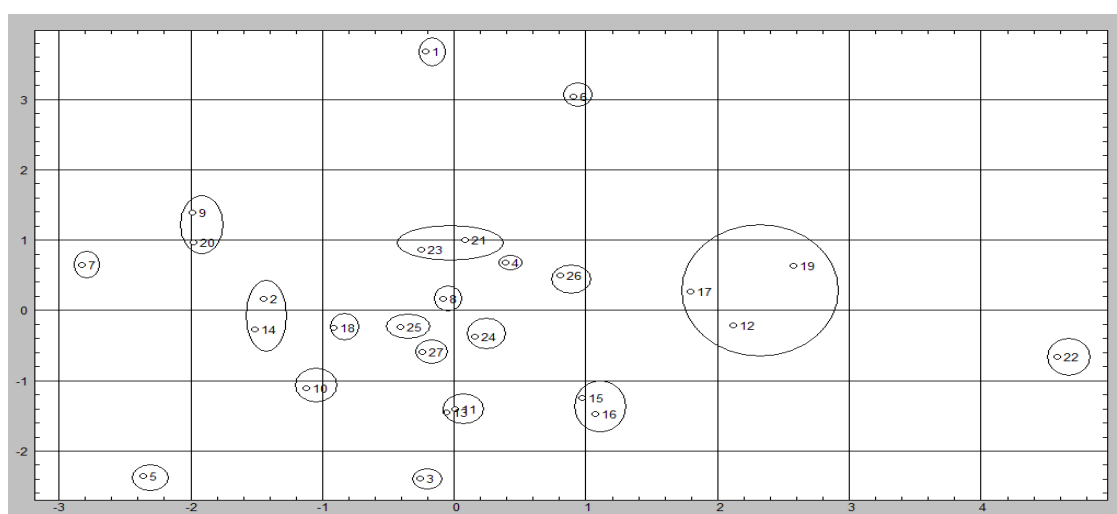


Рис. 1. Распределение климатипов сосны обыкновенной на основе факторного анализа по морфометрическим признакам шишек и семян (обозначения см. в таблице 2)

Выводы. В настоящее время именно вопросы биоразнообразия связываются с генетическим уровнем популяционной организации вида, в значительной степени уточняющим и разрешающим важнейшие проблемы внутривидовой систематики и биогеографии. Поэтому исследования этого вопроса имеют прикладное значение.

Из выше представленного материала исследования морфометрических признаков сосны обыкновенной наблюдается достаточно широкий разброс признаков, свидетельствующий о формовом разнообразии сосны обыкновенной, а также географической и экологической изменчивости.

Из результатов обследования 28 климатипов сосны обыкновенной в географических культурах Центральной лесостепи следует следующее:

– изучение некоторых фенотипических признаков шишек, семян сосны обыкновенной показало, что преобладает изменчивость, вносимая генотипом дерева, которую необходимо учитывать при селекционном процессе;

– на основании многомерного анализа изученных признаков и показателей в географических культурах лесостепной зоны выделены популяции сосны обыкновенной с учетом их эволюции, изоляции и дифференциации;

– географические культуры как стационарный объект исследований может использоваться для решения целого комплекса теоретических и практических вопросов, направленных на повышение продуктивности наших лесов.

Список литературы

1. Вересин М. М., Шутяев А. М. Испытание потомств географических популяций сосны обыкновенной в Воронежской области // Межвуз. сб. науч. тр. Защитное лесоразведение и лесные культуры. – Воронеж, 1987. – Вып. 5. – С. 27-33.
2. Видякин А. И. Индексная оценка признаков популяционной структуры сосны обыкновенной // Лесоведение. – 1991. – № 1. – С. 57-62.
3. Галдина Т. Е. Сосна обыкновенная из таежных и смешанных лесов в географических культурах центральной лесостепи: Дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. – Воронеж, 2003. – 127 с.
4. Галдина Т. Е. Внутривидовое разнообразие форм сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в географических культурах центральной лесостепи // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: Материалы XIII Международной научной конференции. – Красноярск: СибГТУ, 2010. – С.26-29.
5. Галдина Т. Е. Сосны обыкновенной из таежных и смешанных лесов в географических культурах Центральной лесостепи // Автореферат дис... к.с.-х.н. – Воронеж: ВГЛТА, 2003. – 20 с.

6. Дворецкий М. Л. Пособие по вариационной статистике [Текст] / М. . Дворецкий. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 102 с.
7. Животовский Л. А. Популяционная биометрия [Текст] / Л. А. Животовский. – М.: Наука, 1991. – 271 с.
8. Ирошников А. И. Географические культуры хвойных в Южной Сибири [Текст] / А. И. Ирошников // Географические культуры и плантации хвойных в Сибири. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 3-110.
9. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений [Текст] / С. А. Мамаев. – М.: Наука, 1973. – 284 с.
10. Правдин Л. Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. [Текст] / Л. Ф. Правдин – М.: Наука, 1964. – 190 с.
11. Фомин Ф. И. Опыт районирования семенного хозяйства обыкновенной сосны на основе изучения её климатических экотипов / Ф. И. Фомин // Исследования по лесосеменному делу. Сб. тр. – Л.: Гослестехиздат, 1940. – С. 5-128.

Рецензенты:

Чернодубов А. И., д.с.-х.н., профессор кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации ВГЛТА, г. Воронеж.

Ефимов Ю. П., д.с.-х.н., главный научный сотрудник, ФГУП НИИИЛГиС, г. Воронеж.