www.journal.spb-niilh.ru
ISSN 2079-6080

DOI 10.21178/2079-6080.2016.3.22
УДК 630*232.11

Фитопатологическая оценка успешности географических культур сосны обыкновенной в Серебряноборском опытном лесничестве

© А.А. Шишкина, Г.Б. Колганихина

Phytopathological success assessment of Scots pine provenances in Serebryanoborskoe experimental forestry

A.A. Shishkina, G.B. Kolganikhina (Institute of Forest Science Russian Academy of Sciences)

In the paper, the results of phytopathological investigations on the experimental provenances of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the Serebryanoborskoe experimental forestry of Institute of Forest Science RAS (Moscow Region) are adduced. The Scots pine provenances were created in 1948-1950 under the direction of Professor L.F. Pravdin. Scots pine seeds were received from 34 regions of the former USSR.

The objective of the research consisted in comparative analysis of climatype health status and success determination of Scots pine provenances cultivation. The field researches were conducted with traditional methods of forest phytopathology with the detailed description of each tree on the permanent plots. The 30 various Scots pine climatypes, including local one, are surveyed. Identification of causative agent species of fungi diseases was carried out on collected samples by classical methods and methods of molecular diagnostics.

Results of condition assessment of Scots pine provenances demonstrate existence of some relationship between a condition of trees and their geographical origin. It is established that Scots pine climatypes by an origin from Latvia, Karelia, the Mogilev and Brest Region of Belarus, the Kaluga, Saratov, Tver and Yaroslavl Regions, Altai Krai and Kazakhstan are the most successful. The climatypes from Tatarstan, Sverdlovsk, Vologda and Belgorod Regions are unpromising for introduction in the region under study. Among diseases in the studied Scots pine provenances the greatest role is played by annosum root rot (the causative agent – fungus *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). The most essential harm from the disease is observed in Scots pine plantations by an origin from the Republics of Buryatia, Tatarstan, the Sverdlovsk and Vologda Regions. The

obtained data can be used in a complex success assessment of Scots pine climatype introduction in the region under study.

Key words: Scots pine provenances, pine diseases, annosum root rot, success assessment of climatypes, Moscow Region

Фитопатологическая оценка успешности географических культур сосны обыкновенной в Серебряноборском опытном лесничестве

А.А. Шишкина, Г.Б. Колганихина

В настоящей статье приводятся результаты фитопатологических исследований в опытных географических культурах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Серебряноборском опытном лесничестве Института лесоведения РАН (Московская область). Культуры были созданы в 1948-1950 гг. под руководством профессора Л.Ф. Правдина. Семена сосны были получены из 34 районов бывшего СССР.

Цель работы состояла в сравнительном анализе санитарного состояния климатипов и определении успешности выращивания сосновых культур разного географического происхождения по фитопатологическим показателям. При проведении полевых исследований применялись традиционные методы лесопатологического обследования насаждений с детальным описанием каждого дерева на постоянных пробных площадях. Обследовано 30 различных климатипов сосны, включая местный. Идентификация видов возбудителей грибных болезней осуществлялась по собранным образцам классическими методами и методами молекулярной диагностики.

Результаты оценки состояния географических культур свидетельствуют о существовании некоторой взаимосвязи между состоянием деревьев и их географическим происхождением. Установлено, что наиболее успешными являются климатипы сосны из Латвии, Карелии, Могилевской и Брестской областей Беларуси, Калужской, Саратовской, Тверской и Ярославской областей, Алтайского края и Казахстана.

Неперспективными для внедрения в исследуемом регионе являются климатипы из Татарстана, Свердловской, Вологодской и Белгородской областей. Среди болезней в исследуемых культурах наибольшую роль играет корневая губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). Наиболее существенный вред от болезни наблюдается в посадках сосны происхождением из республик Бурятия, Татарстан, Свердловской и Вологодской областей. Полученные данные могут быть использованы при проведении комплексной оценки успешности внедрения климатипов сосны в исследуемом регионе.

Ключевые слова: культуры сосны обыкновенной, болезни сосны, корневая губка, оценка успешности климатипов, Московская область

Шишкина Анастасия Александровна – аспирант лаборатории лесоводства и биологической продуктивности

E-mail: frbg@mail.ru

Колганихина Галина Борисовна – старший науч. сотр. лаборатории лесоводства и биологической продуктивности, канд. биол. наук

E-mail: kolganihina@rambler.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лесоведения Российской академии наук

143030, Московская область, Одинцовский район, с. Успенское, ул. Советская, д. 21

Тел./факс: +7 (495) 634-52-57

E-mail: root@ilan.ras.ru

Введение

Результаты многолетних опытов с географическими культурами сосны обыкновенной показали существование зависимости между успешностью выращивания деревьев и их происхождением. Местные климатипы часто считаются наиболее перспективными [12, 15, 18.]. В то же время большинство исследований географических культур в Московской области позволили сделать вывод о том, что продуктивностью, нередко превосходящей местную сосну, характеризуются юго-западные (Белоруссия, Украина) и прибалтийские климатипы сосны [14].

Для составления комплексной оценки успешности выращивания географических культур наряду с изучением сохранности и продуктивности климатипов немаловажную роль играет определение их устойчивости к неблагоприятным факторам среды, в том числе к грибным болезням. Этот вопрос изучался, главным образом, в питомниках и молодых культурах, где распространены преимущественно заболевания хвои и побегов, прежде всего, обыкновенное и снежное шютте. Результаты такого рода исследований, проведенных учеными в разных регионах России (В.Я. Поповым в географических культурах Архангельской области, Т.Е. Галдиной в Центральной лесостепи, Н.А. Кузьминой в Красноярском крае и др.) показали, что северные климатипы сосны более зимостойки, чем южные и поэтому более устойчивы к названным болезням [2, 5, 13]. Такие же результаты были получены и европейскими исследователями в Латвии (A. Jansons, I. Baumanis), Швеции (M. Karlman), Бельгии (P. Zhelev, N. Lust), где обыкновенное шютте как опасная болезнь сосновых молодняков чаще всего упоминается в связи с использованием семян южного происхождения [23-26].

Исследования ряда авторов, посвященные изучению особенностей распространения болезней во взрослых географических культурах сосны на примере корневой губки, не установили зависимости между поражаемостью деревьев этой болезнью и их происхождением. Такие результаты получены, в частности, И.Н. Павловым [13] при исследовании закономерностей образования очагов корневой губки в географических культурах сосны обыкновенной, а также M. Karlman [25] в географических культурах сосны скрученной. Однако в работах Е.И. Ладейщиковой отмечается разница в устойчивости климатипов сосны к корневой губке [6]. Наиболее жизнеспособным, по данным автора, является минский климатип, более поражаемым – казанский, сосна черниговская занимает промежуточное положение.

Имеющиеся литературные сведения, на наш взгляд, не являются исчерпывающе полными. Так как в сосняках корневая губка является одним из наиболее вредоносных патогенов, данный вопрос требует дополнительного изучения. Цель настоящей работы состояла в проведении сравнительного анализа санитарного состояния и пораженности корневой губкой климатипов сосны обыкновенной в географических культурах, достигших взрослого возраста, а также определении успешности их выращивания по фитопатологическим показателям.

Объекты и методы исследования

Исследование проводилось в географических культурах сосны обыкновенной в Серебряноборском опытном лесничестве Института лесоведения РАН (Московская область). Культуры были созданы в 1948-1950 гг. под руководством профессора Л.Ф. Правдина. Семена сосны были получены из 34 районов бывшего СССР (от Мурманска до Кавказа и от Риги до Улан-Удэ). Условия местопроизрастания участка, на которые были высажены сеянцы, – свежая простая суборь – являются благоприятными для произрастания высокобонитетных насаждений сосны (бонитет исследуемых культур Iа).

В разное время эти географические культуры изучали Л.И. Гладкова (под руководством Л.Ф. Правдина), А.Д. Вакуров, К.Г. Щер-

бина, М.Д. Мерзленко, Ю.Б. Глазунов, П.Г. Мельник и др. [9, 17]. Оценка успешности культур проводилась по следующим показателям: сохранность посадок, высота, диаметр, запас, годичный прирост, плодоношение, размеры и анатомическое строение хвои и др. В ходе этих исследований было отмечено существенное различие в росте климатипов. Лучшими были признаны климатипы сосны областей центрального физико-географического района, а также сосны из центральной лесостепи, Вятско-Камского, Брянского и Прибалтийско-Полесского районов [17]. Оценка состояния и пораженности грибными болезнями сосны с учетом ее географического происхождения ранее в данных культурах не проводилась.

Материалы были собраны в течение вегетационных периодов 2014-2015 гг. Изучено современное санитарное и фитопатологическое состояние 30 климатипов сосны на 41 постоянной пробной площади (далее – ПП), заложенных ранее сотрудниками Института лесоведения. В качестве контроля были выбраны культуры сосны местного происхождения на 3-х опытных участках разной густоты посадки (три ПП: 4, 8 и 16 тыс. экз./га), расположенных в непосредственной близости от изучаемых географических культур.

При проведении полевых исследований применялись традиционные методы лесопатологического обследования насаждений с детальным описанием каждого дерева на ПП [1, 7, 10]. Категории состояния деревьев определялись по шестибалльной шкале [1]. При этом учитывался комплекс визуальных признаков, характеризующих состояние кроны и ствола дерева: степень дефолиации (%); густота кроны (густая, слабоажурная, ажурная, заметно изреженная; давность усыхания (тонкие ветви и кора на стволе остались, тонкие ветви и кора осыпались); степень дехромации хвои (%); прирост побегов (нормальный, ниже нормального, отсутствует). Для каждого дерева фиксировалось наличие признаков поражения болезнями и другие фауты. С целью проведения диагностики возбудителей болезней отбирались образцы пораженных частей растений, а также мицелий и плодовые тела грибов.

Идентификация видов возбудителей грибных болезней осуществлялась по собранным образцам плодовых тел и гнилей классическими микологическими методами, а также методами молекулярной диагностики в лаборатории лесной генетики ФБУ «Рослесозащита».

Сравнительная оценка успешности климатипов проводилась по следующим трем показателям, характеризующим их фитопатологическое состояние: средневзвешенная категория состояния (СКС); суммарная доля деревьев первой и второй категорий состояния (С1,2); пораженность культур корневой губкой (ПКГ). Степень пораженности заболеванием того или иного климатипа устанавливалась по доли деревьев с признаками болезни: слабая – от 1,0 до 9,9%, средняя – 10,0-19,9, сильная – 20,0% и более. При этом были использованы методические принципы определения успешности климатипов, применяемые в работе П.Г. Мельника и М.Д. Мерзленко [8]. Обработка данных заключалась в расчете абсолютной и относительной успешности климатипов по каждому из взятых фитопатологических параметров (соответственно, $U_{СКС}$, $U_{С1,2}$, $U_{ПКГ}$ и $Q_{СКС}$, $Q_{С1,2}$, $Q_{ПКГ}$) и получении обобщенного показателя успешности ($\varphi_ф$).

Результаты и обсуждение

Для анализа полученных данных обследованные климатипы сосны были условно разделены на 14 групп по общности географического происхождения в соответствии с классификацией А.А. Крюденера [4]. Показатели, характеризующие их фитопатологическое состояние и успешность, приведены в таблице.

Таблица

Показатели фитопатологического состояния и успешности климатипов сосны с разным географическим происхождением семенного материала

Географическое происхождение семенного материала	Пробные площади	Учтено деревьев, шт.	Средневзвешенная категория состояния (СКС)			Суммарная доля деревьев первых двух категорий состояния (С1,2)			Пораженность корневой губкой (ПКГ)			$\varphi_ф$
			Значение СКС, балл	UСКС	QСКС	Значение С1,2, %	$U_{C1,2}$	$Q_{C1,2}$	Значение ПКГ, %	$U_{ПКГ}$	$Q_{ПКГ}$	
1. Озерная область												
Карелия, Олонец	Карелия-16	27	1,63	-0,37	-1,39	81,5	1,34	0,16	0,0	-7,0	-1,0	-0,87
Ленинградская область, Приозерск	Ленинградская обл.-2, Ленинградская обл.-11	113	2,11	0,11	0,41	76,1	-4,06	-0,49	7,1	0,1	0,0	0,30
2. Придвинская область												
Архангельская область, Вельск	Архангельская обл.-5, Архангельская обл.-16	39	1,74	-0,29	-1,03	84,6	5,1	0,61	10,3	2,6	0,36	-0,42
Вологодская область, Тотьма	Вологодская обл.-4	52	2,27	0,24	0,87	67,3	-12,2	-1,48	19,2	11,5	1,63	1,33
Костромская область, Чухлома	Костромская обл.-3	76	2,03	0,00	0,01	82,9	3,4	0,41	5,3	-2,4	-0,34	-0,25
3. Прибалтийская область												
Латвия, Рига	Латвия-13	64	1,69	-0,34	-1,20	87,5	8,0	0,96	0,0	-7,7	-1,09	-1,08
4. Полесье												
Беларусь, Гомельская область	Гомельская обл.-10	28	2,11	0,08	0,29	82,1	2,6	0,31	10,7	3,0	0,43	0,14

Беларусь, Могилевская область	Могилевская обл.-2	51	1,84	-0,19	-0,67	90,2	10,7	1,29	0,0	-7,7	-1,09	-1,01
5. Привислинская область												
Беларусь, Брестская область, Дрогичин	Брестская обл.-18, Брестская обл.-2	137	1,72	-0,31	-1,10	87,6	8,1	0,97	1,5	-6,2	-0,88	-0,98
6. Центральная область												
Владимирская область	Владимирская обл.-5	100	2,30	0,27	0,97	72,0	-7,5	-0,91	12,0	4,3	0,61	0,83
Калужская область	Калужская обл.-4	48	1,71	-0,32	-1,13	83,3	3,8	0,45	0,0	-7,7	-1,09	-0,89
Смоленская область	Смоленская обл.-12, Смоленская обл.-8, Смоленская обл.-10	190	1,97	-0,06	-0,21	80,3	0,8	0,09	8,9	1,3	0,18	-0,04
Тверская область, Кимры	Тверская обл.-9	118	1,87	-0,16	-0,56	84,7	5,2	0,62	0,0	-7,7	-1,09	-0,76
Ярославская область	Ярославская обл.-8, Ярославская обл.-12	99	1,76	-0,27	-0,95	89,9	10,4	1,25	3,0	-4,7	-0,66	-0,95
7. Южно-русская область												
Белгородская область, Старый Оскол	Белгородская обл.-17	23	2,04	0,01	0,04	69,6	-9,9	-1,20	17,4	9,7	1,37	0,87
Воронежская область, Новохоперск	Воронежская обл.-4	33	2,03	0,00	0,01	84,8	5,3	0,64	9,1	1,4	0,20	-0,14
Орловская область	Орловская обл.-12	60	2,05	0,02	0,08	80,0	0,5	0,06	5,0	-2,7	-0,38	-0,12
Рязанская область, Можары	Рязанская обл.-10, Рязанская обл.-18	71	1,87	-0,16	-0,56	84,5	5,0	0,60	9,9	2,2	0,31	-0,28
8. Волго-Камская область												
Кировская область	Кировская обл.-3	189	2,11	0,08	0,29	77,8	-1,7	-0,21	5,3	-2,4	-0,34	0,06
Пермский край	Пермский край-1	90	2,02	-0,01	-0,03	78,9	-0,6	-0,08	12,2	4,5	0,64	0,23
Татарстан, Елабуга	Татарстан-10	69	2,67	0,64	2,29	65,2	-14,3	-1,73	23,2	15,5	2,19	2,07
Удмуртия, Можга	Удмуртия-1	109	1,90	-0,13	-0,46	80,7	1,2	0,14	10,1	2,4	0,34	-0,08

9. Засурье												
Нижегородская область	Нижегородская обл.-9, Нижегородская обл.-15	140	2,02	-0,01	-0,04	85,7	6,2	0,74	7,1	-0,5	-0,08	-0,29
Саратовская область, Балашов	Саратовская обл.-12	65	1,85	-0,18	-0,63	89,2	9,7	1,17	0,0	-7,7	-1,09	-0,96
10. Среднее Зауралье												
Свердловская область, Верхняя Нейва	Свердловская обл.-11	20	2,80	0,77	2,76	55,0	-24,5	-2,96	20,0	12,3	1,74	2,49
11. Северо-Казахстанский район												
Казахстан, Целиноград	Казахстан-16	35	1,91	-0,12	-0,42	80,0	0,5	0,06	0,0	-7,7	-1,09	-0,52
12. Иртышско-Обский район												
Алтайский край, Змеиногорск	Алтайский край-6	222	1,82	-0,21	-0,74	88,0	8,5	1,02	5,4	-2,3	-0,32	-0,69
13. Саянский район												
Красноярский край	Красноярский край-11	37	2,27	0,24	0,87	73,0	-6,5	-0,79	0,0	-7,7	-1,09	0,19
14. Селенгинско-Аргунский район												
Бурятия, Улан-Удэ	Бурятия-5, Бурятия-11	78	2,46	0,43	1,54	70,5	-9,0	-1,09	21,8	14,1	2,00	1,54
Контроль												
Московская область	4; 8 и 16 тыс. экз./га	285	2,26	0,23	0,83	73,3	-6,2	-0,75	6,0	-1,7	-0,24	0,45

Обследование показало, что санитарное состояние наблюдаемых культур в целом ослабленное. Это выражается, прежде всего, в изреженности крон и наличии дехромации хвои. Кроме того, в культурах присутствуют как диффузно расположенные сухостойные деревья, так и очаги усыхания. Лучшим состоянием по сравнению с контролем характеризуются 11 групп климатипов, худшим – всего 3 (рис. 1, 2). Наиболее благополучными являются культуры сосны, представляющие Прибалтийскую, Привислинскую области и Иртышско-Обский район, которые заняли первые три позиции по показателям СКС и С1,2, а также культуры, представляющие Северо-Казахстанский район, Полесье, Засурье, Центральную и Южно-русскую области, у которых значения СКС не превышают 2,00, а значения С1,2 не ниже 80%. Наименее благополучными в данных условиях оказались климатипы, относящиеся к Селенгинско-Аргунскому физико-географическому району и Среднему Зауралью, причем последний характеризуется самым худшим значением СКС и самой низкой суммарной долей деревьев первой и второй категорий состояния, составляющей всего только 55%.

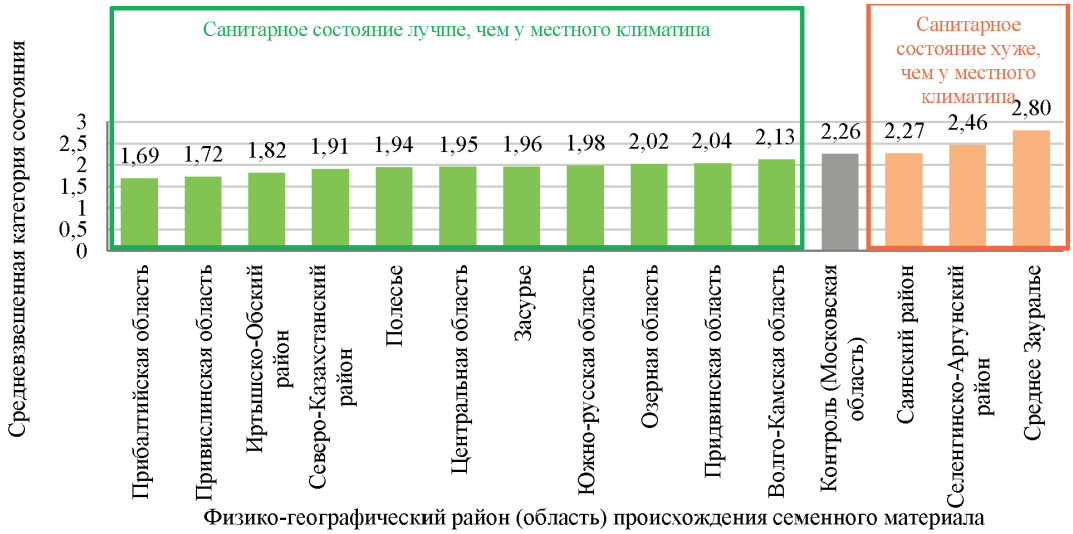

Рис. 1. Средневзвешенные категории состояния по группам климатипов сосны в сравнении с контролем

Следует отметить, что внутри групп показатели состояния отдельных климатипов иногда существенно отличаются от показателей по группе в целом и от контроля (табл.). Так, например, группа климатипов, относящихся к Волго-Камской области, является в целом более благополучной (СКС равна 2,13) по сравнению с контролем, однако входящий в нее климатип из Татарстана (СКС равна 2,67) характеризуется более худшим состоянием, чем местный. Также значительное варьирование значения СКС наблюдается у климатипов, представляющих Центральную область. Лучшим состоянием здесь характеризуются культуры из Калужской и Ярославской областей, СКС которых, соответственно, равны 1,71 и 1,76, что сравнимо со значениями этого показателя у лучших групп климатипов. Однако в этой же самой группе находится климатип из Владимирской области, СКС которого (равная 2,30) больше, чем у местного.

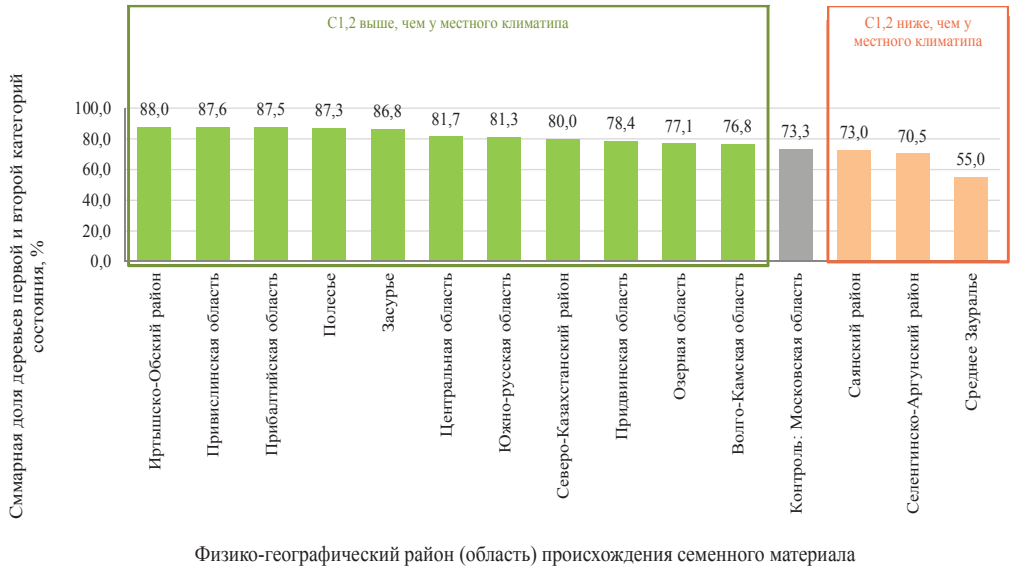

Рис. 2. Суммарная доля деревьев первой и второй категорий состояния по группам климатипов сосны в сравнении с контролем

Так же, как и при анализе СКС, отмечено варьирование значений С1,2 внутри групп. Наиболее существенные различия между С1,2 конкретного климатипа и этого же показателя в среднем по группе наблюдаются у культур из Татарстана (Волго-Камская область), соответственно, 65,2 и 76,8%, Вологодской области (Придвинская область), соответственно, 67,3 и 78,4% и Белгородской области (Южно-русская область), соответственно, 69,6 и 81,3%. Значения С1,2 у перечисленных климатипов хуже по сравнению с контролем. Также сильное варьирование величины С1,2 прослеживается среди климатипов, представляющих Центральную физико-географическую область, где данный показатель в среднем равен 81,7%, наименьшее значение С1,2 (72,0%) отмечено у климатипа из Владимирской области (оно меньше, чем у местного), наибольшее (89,9%) – у климатипа из Ярославской области (по этому показателю его превосходят только культуры из Могилевской области (Полесье), С1,2 здесь составляет 90,2%). Таким образом, внутри одной и той же группы наблюдаются как более, так и менее успешные климатипы по сравнению с культурами, созданными из местного семенного материала.

Известно, что сосна обыкновенная обладает значительной адаптивностью при резких изменениях погодных условий [16, 18], поэтому предрасполагающей причиной ослабления и гибели деревьев на обследованных ПП в первую очередь являются благоприятные для развития корневой губки почвенные условия. Следует отметить, что географические культуры создавались на старопахотных почвах, а это нередко становится причиной возникновения очагов болезни в посадках [3, 11, 19, 20]. Также известно, что условия местопроизрастания на обследованной территории (свежие почвы) благоприятны для распространения патогена. Исследуемые сосновые насаждения являются высокобонитетными, а именно у культур сосны высших бонитетов отмечается наиболее сильная поражаемость корневой губкой [11]. Близость к Московской кольцевой автомобильной дороге (2,5 км) и повышенная рекреационная нагрузка способствуют дополнительному ослаблению деревьев. На некоторых ПП были отмечены механические повреждения стволов деревьев, захламление отдельных участков культур бытовым мусором.

Установлено, что среди грибных патогенов в исследуемых культурах наибольшее распространение имеет корневая губка, а именно гриб *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. [21, 22], что было подтверждено результатами ДНК-анализа собранных образцов гнили корней и плодовых тел из очагов усыхания (рис. 3, 4).

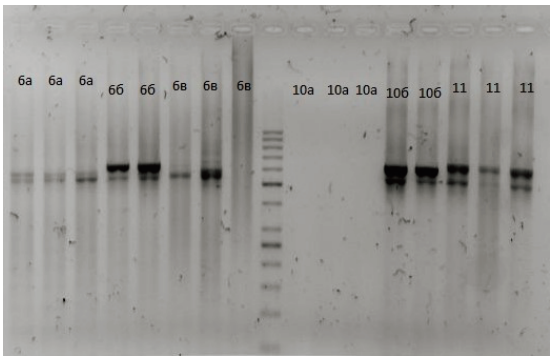

Рис. 3. Электрофореграмма образцов гнили (окрашенные зоны свидетельствуют о присутствии в тканях растений ДНК гриба *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.)

Рис. 4. Плодовые тела корневой губки на старом сухостое сосны в исследуемых культурах

Усыхание, вызванное этим патогеном, отмечено на большинстве обследованных ПП (71%), плодовые тела гриба обнаружены более чем на половине участков (54%). Прослеживается значительная связь между санитарным состоянием климатипов и пораженностью их корневой губкой (коэффициент корреляции равен 0,69). Показано, что с повышением степени пораженности насаждений болезнью дифференциация деревьев по состоянию становится интенсивнее (рис. 5).

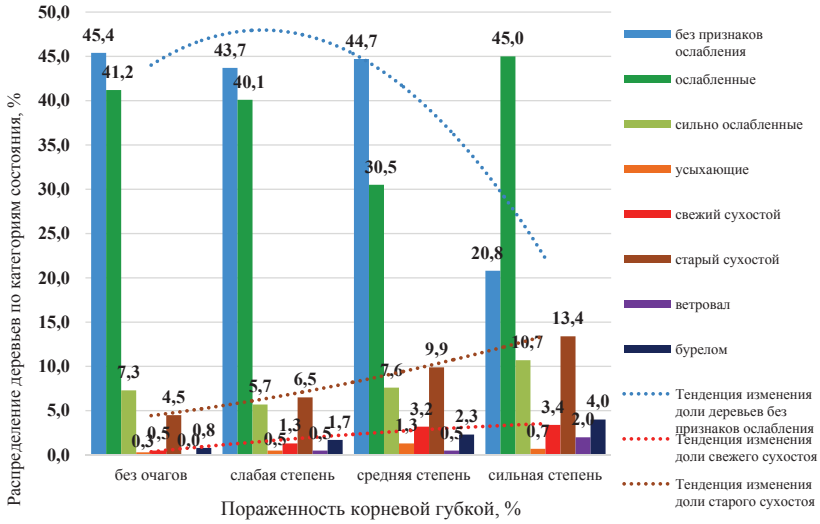

Рис. 5. Распределение деревьев по категориям состояния на ПП с разной степенью поражения корневой губкой

При отсутствии болезни в культурах доля деревьев, относящихся к первым двум катего-

риям состояния – «без признаков ослабления» и «ослабленные» – составила 86,6%. В то же время на участках с очагами корневой губки наблюдается перераспределение деревьев из первых в последующие категории состояния. Так, при сильной степени поражения доля деревьев первых двух категорий состояния составила уже 65,8% при значительном преобладании ослабленных деревьев. В целом же с увеличением степени поражения культур болезнью прослеживается тенденция к уменьшению доли деревьев без признаков ослабления и увеличению доли сухостойных деревьев.

Сравнительный анализ пораженности групп климатипов корневой гнилью показал, что у 9 из них среднее значение ПКГ меньше, чем у местного климатипа, включая 3 группы, где заболевание не было зарегистрировано вовсе, у 5 – превышает его (рис. 6). Пораженность заболеванием большинства групп слабая, у культур, представляющих Волго-Камскую и Придвинскую области – средняя. Самыми неблагополучными, так же как и по другим параметрам, оказались климатипы, относящиеся к Среднему Зауралью и Селенгинско-Аргунскому району.

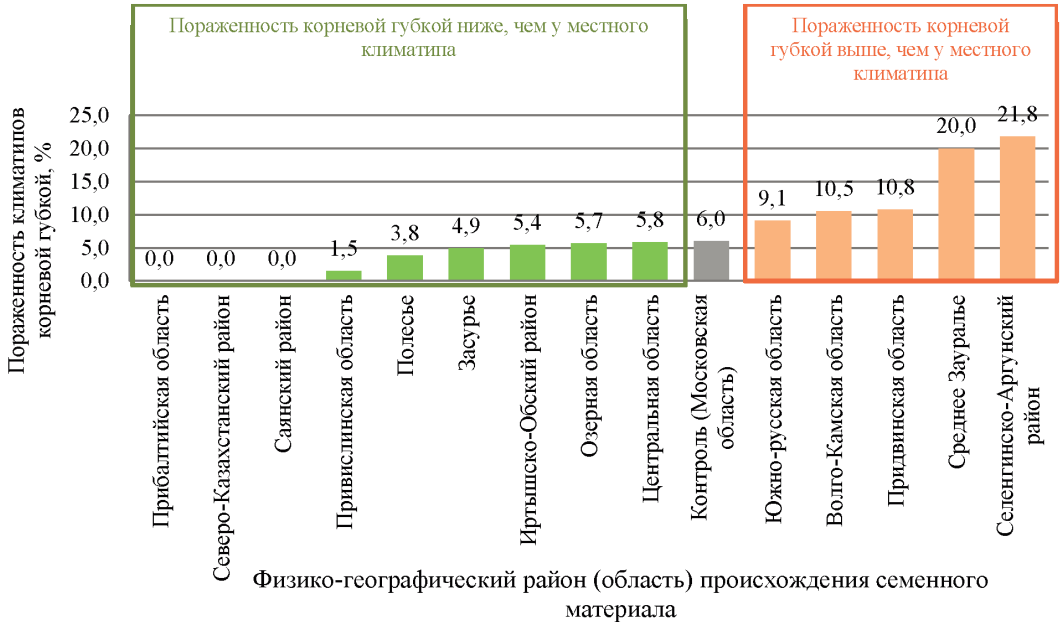

Рис. 6. Пораженность корневой губкой по группам климатипов сосны в сравнении с контролем

При сравнении ПКГ отдельных климатипов внутри групп также наблюдается неоднородная картина. Так, у культур, входящих в Волго-Камскую область, степень поражения корневой губкой разных климатипов варьирует от слабой (5,3%, Кировская область) до сильной степени (23,2%, Татарстан). В некоторых случаях в группах со слабой степенью поражения отмечены климатипы с отсутствием больных деревьев. Среди них культуры из Могилевской (Полесье), Саратовской (Засурье), Тверской и Калужской (Центральная область) областей, а также Карелии (Озерная область).

Учитывая варьирование значений рассматриваемых параметров внутри выделенных групп, результаты комплексной фитопатологической оценки успешности приведены ниже и по группам в целом, и по отдельным климатипам (рис. 7, 8).

В результате анализа обобщенных показателей успешности групп климатипов ($\varphi_ф$)

они были условно разделены по следующим трем градациям: успешные, с удовлетворительным состоянием и неблагополучные (рис. 7). При этом к успешным были отнесены все группы, у которых значение обобщенного показателя успешности меньше или равно -1,5, к неперспективным – больше или равно +1,5 ($\varphi_ф$, приближенное к нулю, означает среднее значение данного показателя по всей выборке). Таким образом, контрольный климатип характеризуется удовлетворительным состоянием ($\varphi_ф$ = 1,16). В число успешных вошли 6 групп климатипов, из них самые перспективные – это Прибалтийская, Привислинская области и Иртышско-Обский район, у котрых среднее значение $\varphi_ф$ меньше -2,0). Две группы климатипов – Селенгинско-Аргунский район и Среднее Зауралье – являются неперспективными для выращивания в условиях объекта исследования.

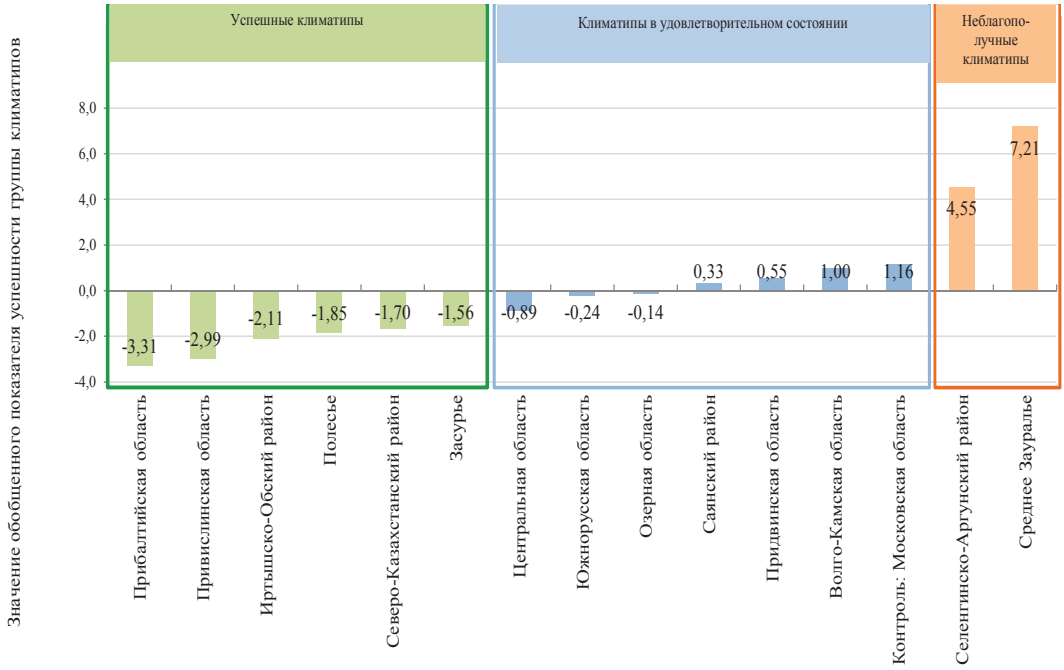

Рис. 7. Результаты оценки успешности групп климатипов сосны по фитопатологическим показателям

Внутри некоторых групп выявлены существенные различия по успешности между отдельными климатипами. Прежде всего, это касается Центральной области, в пределах которой 3 климатипа являются успешными (из Ярославской, Калужской и Тверской областей), один (из Смоленской области) характеризуется удовлетворительным состоянием и еще один (из Владимирской области) является неперспективным. Также значение $\varphi_ф$ заметно отличается от среднего по группе у климатипов из Белгородской (Южно-русская область) и Вологодской (Придвинская область) областей. Они являются неперспективными климатипами, в то время как все остальные представители упомянутых групп характеризуются удовлетворительным состоянием.

При сравнении результатов комплексной фитопатологической оценки успешности отдельных климатипов они также были разделены на три группы: успешные, с удовлетвори-

тельным состоянием, неблагополучные (рис. 8). При этом к успешным были отнесены климатипы, у которых значение $\varphi_ф$ меньше или равно -0,50, к неперспективным – больше или равно +0,50. Исходя из проведенного анализа, можно заключить, что в общей сложности 23 инорайонных климатипа сосны превосходят культуры, созданные из местного семенного материала. Наиболее благополучными являются посадки сосны из Латвии (Прибалтийская область), Карелии (Озерная область), Могилевской и Брестской областей Беларуси (Привислинская область), Саратовской (Засурье), Калужской, Тверской и Ярославской (Центральная область) областей. По нашим наблюдениям, самыми успешными являются климатипы из северо-западных относительно объекта исследования районов, а также некоторые климатипы из соседних регионов. Исключение составляют культуры сосны из Алтайского края (Иртышско-Обский район) и Казахстана (Северо-Казахстанский район), которые характеризуются благополучным состоянием, несмотря на то, что имеют происхождение из весьма удаленного от объекта исследования региона.

Неперспективными для внедрения в исследуемом регионе являются климатипы из Татарстана (Волго-Камская область), Бурятии (Селенгинско-Аргунский район), Свердловской (Среднее Зауралье), Вологодской (Придвинская область), Белгородской (Южно-Русская область) и Владимирской (Центральная область) областей.

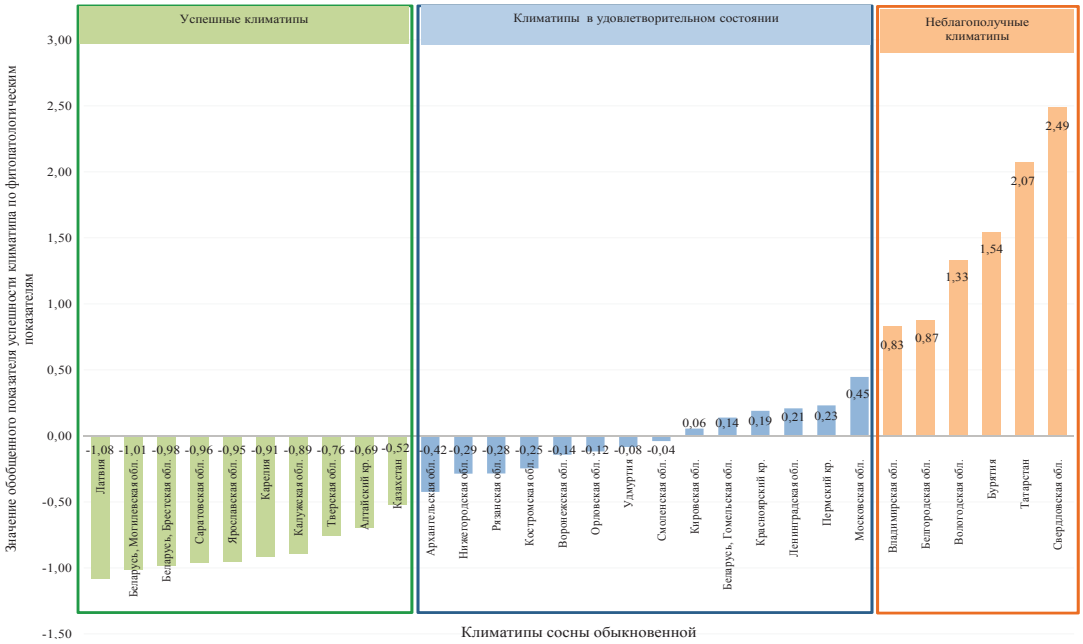

Рис. 8. Результаты оценки успешности климатипов сосны по фитопатологическим показателям

Выводы

1) Сравнительный анализ фитопатологического состояния разных климатипов сосны обыкновенной в географических культурах, достигших взрослого возраста, показал, что успешность их выращивания неодинакова. Сосны из Латвии (Прибалтийская область), Карелии (Озерная область), Могилевской и Брестской областей Беларуси (Привислинская область), Саратовской (Засурье), Калужской, Тверской и Ярославской (Центральная область) областей по благополучности заметно превосходят культуры, созданные из местного семенного материала. В то же время сосновые посадки происхождением из Татарстана (Волго-Камская область), Бурятии (Селен-

гинско-Аргунский район), Свердловской (Среднее Зауралье), Вологодской (Придвинская область), Белгородской (Южно-Русская область) и Владимирской (Центральная область) областей отличаются худшим по сравнению с контролем состоянием. Определенной взаимосвязи между фитопатологическим состоянием сосновых культур и географическим происхождением семенного материала в условиях объекта проведения исследований не выявлено, хотя северо-западные климатипы в целом более успешны.

2) Усыхание деревьев в исследуемых культурах обусловлено, главным образом, поражением их корневой губкой. Наиболее сильно болезнь распространена в культурах происхождением из Бурятии (Селенгинско-Аргунский район), Татарстана (Волго-Камская область) и Свердловской области (Среднее Зауралье).

3) Полученные данные могут быть использованы при проведении комплексной лесокультурно-фитопатологической оценки успешности внедрения климатипов сосны в исследуемом регионе.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президента РФ для государственной поддержки ведущей научной школы Российской Федерации НШ-1858.2014.4.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронцов, А.И. Технология защиты леса / А.И. Воронцов, Е.Г. Мозолевская, Э.С. Соколова. – М.: Экология, 1991. – 304 с.
2. Галдина, Т.Е. Состояние географических культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Центральной лесостепи / Т.Е. Галдина, М.М. Романова, М.О. Токорева // Научный журнал КубГАУ, № 77 (03). – 2012. – С. 1-11.
3. Кобец, Е.В. Методические рекомендации по защите хвойных пород от корневой губки в лесах европейской части России / Е.В. Кобец. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2001. – 16 с.
4. Крюденер, А.А. Основы классификации типов насаждений / А.А. Крюденер. – Петербург: Тип. Главного управления уделов, 1917. – 318 с.
5. Кузьмина, Н.А. Селекция сосны обыкновенной по устойчивости к грибным патогенам в географических культурах / Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин // Хвойные бор. зоны, 2009. – Т. 26. – № 1. – С. 76-81.
6. Ладейщикова, Е.И. Устойчивость хвойных пород и перспективы селекции сосны / Е.И. Ладейщикова // Корневая губка. Поиск эффективных мер защиты хвойных насаждений от болезни. – Харьков: Изд-во «Прапор», 1974. – С. 15-22.
7. Методы мониторинга вредителей и болезней леса: справочник [Болезни и вредители в лесах России. Том III.] / Под общ. ред. В.К. Тузова. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 200 с.
8. Мельник, П.Г. Результат выращивания климатипов сосны в географических культурах северо-восточного Подмосковья / П.Г. Мельник, М.Д. Мерзленко // Лесотехнический журнал, 2014. – № 4. – С. 36-42.
9. Мерзленко, М.Д. Успешность роста алтайского климатипа сосны в условиях Подмосковья / М.Д. Мерзленко, Ю.Б. Глазунов, П.Г. Мельник // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2014. – № 10 (120). – С. 59-65.
10. Мозолевская, Е.Г. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса / Е.Г. Мозолевская, О.А. Катаев, Э.С. Соколова. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 152 с.

11. Негруцкий, С.Ф. Корневая губка / С.Ф. Негруцкий. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 196 с.

12. Огиевский, В.Д. Избранные труды / В.Д. Огиевский. – М.: Лесная пром-сть, 1966. – 356 с.

13. Павлов, И.Н. Закономерности образования очагов *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. S. Str. в географических культурах сосны обыкновенной (Минусинская котловина) / И.Н. Павлов, К. Корхонен, П.В. Губарев, В.Л. Черепнин, О.А. Барабанова, А.Г. Миронов, А.А. Агеев // Хвойные бор. зоны, 2008. – Т. 25. – № 1-2. – С. 28-36.

14. Писаренко, А.И. Искусственные леса. Ч. 2. / А.И. Писаренко, Г.И. Редько, М.Д. Мерзленко. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1992. – 240 с.

15. Правдин, Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция / Л.Ф. Правдин. – М.: Наука, 1964. – 192 с.

16. Савва, Ю.В. Адаптация сосны обыкновенной к изменению климатических условий / Ю.В. Савва, Е.А. Ваганов // Доклады Академии наук, 2002. – Т. 385, № 1. – С. 135-138.

17. Серебряноборское опытное лесничество: 65 лет лесного мониторинга. – М.: Тов.-во науч. изд. КМК, 2010. – 260 с.

18. Синадский, Ю.В. Сосна. Ее вредители и болезни / Ю.В. Синадский. – М.: Наука, 1983. – 344 с.

19. Стороженко, В.Г. Эволюционные принципы поведения дереворазрушающих грибов в лесных биогеоценозах / В.Г. Стороженко. – Тула: Гриф и К, 2014. – 184 с.

20. Федоров, Н.И. Корневые гнили хвойных пород / Н.И. Федоров. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 160 с.

21. Шишкина, А.А. Распространение корневой губки в географических культурах сосны обыкновенной на территории Серяноборского опытного лесничества / А.А. Шишкина, Г.Б. Колганихина // Современная микология в России. – 2015. – Т. 4. – С. 275-277.

22. Шишкина, А.А. Особенности распространения дереворазрушающих грибов в географических культурах сосны обыкновенной на территории Серяноборского опытного лесничества // Материалы IX Международной конференции «Проблемы лесной фитопатологии и микологии» / А.А. Шишкина, Г.Б. Колганихина // Минск, 2015. – С. 254-258.

23. Dietrichson, J. Provenance and resistance to *Scleroderris lagerbergii* Gremmen. (*Crumenula abietina* Lagerb.). The international Scots pine provenance experiment of 1938 at Matrand. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen. 1968. 25: pp. 395-410.

24. Jansons, A., Baumanis, I., Growth dynamics of Scots Pine geographical provenances in Latvia. Baltic Forestry, 2005. – Vol. 11. – No. 2 (21): pp. 29-37.

25. Karlman, M. Damage to *Pinus contorta* in northern Sweden with special emphasis on pathogens. Studia Forestalia Suecica, No 176, 1986. 42 p.

26. Zhelev, P., Lust, N. Provenance study of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Belgium. I. Evaluation of phenoptypical traits. Silva Gandavensis, 1999, vol. 64, pp. 24-36.

REFERENCES

1. Vorontsov A.I., Mozolevskaya E.G., Sokolova E.S. *Tekhnologiya zashhity lesa*. Moscow: Ekologiya, 1991, 304 p. (In Russian).
2. Galdina T.E., Romanova M.M., Tokoreva M.O. Sostoyanie geograficheskikh kul'tur sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) v usloviyakh Tsentral'noj lesostepi. *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2012, no. 77 (03), pp. 1-11. (In Russian).
3. Kobets E.V. *Metodicheskie rekomendatsii po zashhite khvojnykh porod ot kornevoj gubki v lesakh evropejskoj chasti Rossii*. Pushkino: VNIILM, 2001, 16 p. (In Russian).
4. Kryudener A.A. *Osnovy klassifikatsii tipov nasazhdenij*. St. Petersburg: Tipografija glavnogo upravleniya udelov, 1917, 318 p. (In Russian).
5. Kuz'mina N.A., Kuz'min S.R. *Selektsiya sosny obyknovennoj po ustojchivosti k gribnym patogenam v geograficheskikh kul'turakh*. KHvojnye boreal'noy zony. 2009, vol. 26, no. 1, pp. 76-81. (In Russian).
6. Ladejshhikova E.I. Ustojchivost' khvojnykh porod i perspektivy selektsii sosny. In *Kornevaya gubka. Poisk ehffektivnykh mer zashhity khvojnykh nasazhdenij ot bolezni*. KHar'kov: Prapor, 1974, pp. 15-22. (In Russian).
7. *Metody monitoringa vreditelej i boleznej lesa: spravochnik [Bolezni i vrediteli v lesakh Rossii. Vol. III.]*. Moscow: VNIILM, 2004, 200 p. (In Russian).
8. Mel'nik P.G., Merzlenko M.D. Rezul'tat vyrashhivaniya klimatipov sosny v geograficheskikh kul'turakh severo-vostochnogo Podmoskov'ya. *Lesotekhnicheskij zhurnal*, 2014, no. 4, pp. 36-42. (In Russian).
9. Merzlenko M.D., Glazunov U.B., Mel'nik P.G. Uspeshnost' rosta altajskogo klimatipa sosny v usloviyakh Podmoskov'ya. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014, no. 10 (120), pp. 59-65. (In Russian).
10. Mozolevskaya E.G., Kataev O.A., Sokolova E.S. *Metody lesopatologicheskogo obsledovaniya ochagov stvolovykh vreditelej i boleznej lesa*. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1984, 152 p. (In Russian).
11. Negrutskij S.F. *Kornevaya gubka, 2nd Edition*. Moscow: Agropromizdat, 1986, 196 p. (In Russian).
12. Ogievskij V.D. *Izbrannye trudy.* Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1966, 356 p. (In Russian).
13. Pavlov I.N., Korkhonen K., Gubarev P.V., CHerepnin V.L., Barabanova O.A., Mironov A.G., Ageev A.A. Zakonomernosti obrazovaniya ochagov *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. S. Str. v geograficheskikh kul'turakh sosny obyknovennoj (Minusinskaya kotlovina). *KHvojnye borealnoy zony*. 2008, vol. 25, no. 1-2, pp. 28-36. (In Russian).
14. Pisarenko A.I., Red'ko G.I., Merzlenko M.D. *Iskusstvennye lesa. Part 2.* Moscow: VNIITSlesresurs, 1992, 240 p. (In Russian).
15. Pravdin L.F. *Sosna obyknovennaya. Izmenchivost', vnutrividovaya sistematika i selektsiya*. Moscow: Nauka, 1964, 192 p. (In Russian).
16. Savva U.V., Vaganov E.A. Adaptatsiya sosny obyknovennoj k izmeneniyu klimaticheskikh uslovij. *Doklady Akademii nauk*. 2002, vol. 385, no. 1, pp. 135-138. (In Russian).
17. *Serebryanoborskoe opytnoe lesnichestvo: 65 let lesnogo monitoringa*. Moscow: Tovarishhestvo nauchnykh izdanij KMK, 2010, 260 p. (In Russian).
18. Sinadskij U.V. *Sosna. Ee vrediteli i bolezni*. Moscow: Nauka, 1983, 344 p. (In Russian).
19. Storozhenko V.G. *Evolyutsionnye printsipy povedeniya derevorazrushayushhikh gribov v lesnykh biogeotsenozakh*. Tula: Grif i K., 2014, 184 p. (In Russian).

20. Fedorov N.I. *Kornevye gnili khvojnykh porod*. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1984, 160 p. (In Russian).

21. Shishkina A.A., Kolganikhina G.B. Rasprostranenie kornevoj gubki v geograficheskikh kul'turakh sosny obyknovennoj na territorii Sereryanoborskogo opytnogo lesnichestva. *Proceedings of the 3rd International Mycological Forum "Sovremennaya mikologiya v Rossii"*, 2015, vol. 4, pp. 275-277. (In Russian).

22. Shishkina A.A., Kolganikhina G.B. Osobennosti rasprostraneniya derevorazrushayushhikh gribov v geograficheskikh kul'turakh sosny obyknovennoj na territorii Sereryanoborskogo opytnogo lesnichestva. *Proceedings of the 9th International Conference "Problemy lesnoj fitopatologii i mikologii"*. Minsk, 2015, pp. 254-258. (In Russian).

23. Dietrichson J. Provenance and resistance to *Scleroderris lagerbergii* Gremmen. (*Crumenula abietina* Lagerb.). The international Scots pine provenance experiment of 1938 at Matrand. *Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen*. 1968, no. 25, pp. 395-410.

24. Jansons A., Baumanis I. Growth dynamics of Scots Pine geographical provenances in Latvia. *Baltic Forestry*. 2005, vol. 11, no. 2 (21), pp. 29-37.

25. Karlman M. Damage to *Pinus contorta* in northern Sweden with special emphasis on pathogens. *Studia Forestalia Suecica*. 1986, no. 176, pp. 1-42.

26. Zhelev P., Lust N. Provenance study of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Belgium. I. Evaluation of phenoptypical traits. *Silva Gandavensis*. 1999, vol. 64, pp. 24-36.

Статья поступила в редакцию 11.07.2016