

УДК 582.475.4:712.4.01(045)

*М.В. Ермакова***СОЗДАНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ФОРМ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ОЗЕЛЕНЕНИИ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ¹**

Рассмотрены особенности создания декоративных форм из деревьев сосны обыкновенной. Установлено, что в результате механического повреждения (гибели верхушечной почки или верхушечного побега) и последующих процессов регенерации выделяются два основных направления посттравматических деформаций ствола молодых деревьев сосны: нарушение моноподиального ветвления и возникновение многоствольности. В случае гибели верхушечной почки или верхушечного побега в ранневесенний период происходит активизация роста побегов из почек мутовки и их вертикальная переориентация. После непродолжительного периода относительной многоствольности один из побегов из почек мутовки занимает место центрального побега. Образование многоствольности происходит в случае гибели верхушечного побега в основном в поздневесенний-летний период. Также имеет место усиленный рост побегов из почек мутовки и их вертикальная переориентация. Все побеги, развившиеся из почек мутовки, в дальнейшем сохраняют вертикальную ориентацию с последующим формированием отдельных стволиков. Показано, что процессы механического повреждения-регенерации отражаются и на состоянии древесины ствола в местах повреждений. В областях ствола, где имело место механическое повреждение и последующая регенерация, наблюдается заметное увеличение базисной плотности древесины – на 15-20 % в случае замены побега и на 25-45 % в случае многоствольности. Также увеличивается содержание поздней древесины – на 10-30 % в случае замены побега и на 15-35 % в случае многоствольности. Рекомендовано для создания декоративных форм отбирать деревья сосны не старше 8-10 лет, имеющих средние темпы роста в высоту. Декоративные формы сосны обыкновенной требуют ежегодной корректировки.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, деформации ствола, формирование декоративных форм.

DOI: 10.35634/2412-9518-2022-32-3-260-266

Озеленение современных российских городов и других населенных пунктов – это задача, требующая разнообразного подхода. В том числе это касается и увеличения разнообразия древесных пород, представленных в решениях ландшафтного строительства. При решении этих задач необходимо ориентироваться на введение в ландшафтную архитектуру древесных пород, являющихся аборигенными для конкретных природно-климатических условий [1; 2]. Одной из таких древесных пород для условий Урала, несомненно, является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), на наш взгляд, недостаточно представленная в условиях городской среды.

Сосна обыкновенная характеризуется способностью произрастать и формировать устойчивые и продуктивные насаждения в различных экологических условиях [3; 4]. Для нее характерны значительная экологическая пластичность по отношению к влажности почвы, значительный диапазон между оптимальными и летальными температурами, в пределах которого дерево способно восстанавливаться после термического повреждения [5; 6].

Известно, что сосна обыкновенная довольно часто встречается в условиях городов и населенных пунктов в виде отдельно стоящих деревьев или группы деревьев, оставшихся после вырубki насаждений при подготовке территории под строительство или появившихся как естественное возобновление от имеющихся насаждений лесопарковой зоны. Зачастую такие деревья, особенно в условиях урбанизированных территорий, в силу определенных причин, имеют малоэстетичный вид (искривленные стволы, толстые ветви, неравномерно развитую крону и т. д.) [7], хотя и значительные размеры по высоте. С другой стороны, имеется возможность использовать в озеленении городов специально культивируемые декоративные формы деревьев сосны, отобранные в результате длительной селекционной работы. В тоже время использование таких деревьев достаточно ограничено в силу их высокой стоимости и небольшого количества предлагаемых образцов. Как вариант создания декоративных форм сосны обыкновенной является использование форм, появившихся в результате спонтанных соматических мутаций [8-10], но этот способ является довольно трудоемким и имеет ограниченные возможности.

¹ Работа выполнена в рамках государственного задания Ботанического сада УрО РАН (Номер государственной регистрации АААА-А17-117072810009-8).

Кроме того, как было установлено ранее, возможно формирование своеобразных форм сосны за счет применения при выращивании в питомниках посадочного материала химических препаратов с мутагенными свойствами [11]. Однако нельзя не признать, что этот способ является крайне опасным и неэкологичным.

В свою очередь, как показали наши многолетние исследования [12], имеются существенные возможности формирования декоративных форм сосны из обычных деревьев как искусственного, так и естественного происхождения.

Возможным решением этой задачи является применение методов механического воздействия. Подобный подход учитывает то обстоятельство, что в молодом возрасте деревья сосны обладают высокой регенерационной способностью по воссозданию нарушенных структур с соответствующей затратой энергии и питательных веществ при повреждении надземной части [13–16].

Цель исследований заключалась в установлении особенностей формирования декоративных форм сосны обыкновенной путем механического воздействия без применения химических стимуляторов.

Материалы и методы исследований

Возможность формирования декоративных форм сосны определялась на основе исследований характеристик посттравматических морфологических деформаций стволов, проведенных в период с 1991 по 2021 гг. в естественных и искусственных сосновых молодняках Среднего Урала [12]. Характеристики посттравматических деформаций стволов устанавливались в сравнении с определением сосны, как дерева одноствольного, с ритмичным нарастанием моноподиального ствола [17; 18].

Для изучения характеристик древесины было отобрано более 250 модельных деревьев сосны обыкновенной в молодняках искусственного и естественного происхождения. Образцы древесины отбирались на отметках 0,1, 0,2... 0,9 высоты ствола. Для определения базисной плотности древесины применялись как метод выталкивающей силы, так и метод максимальной влажности [19; 20]. Макроскопические измерения образцов древесины проводились с помощью бинокулярного микроскопа МБС-10.

Результаты и их обсуждение

Нами предлагаются следующие основные принципы и подходы для формирования декоративных форм сосны обыкновенной:

1. По результатам массового изучения молодых деревьев сосны в насаждениях естественного и искусственного происхождения выделены два основных направления посттравматических деформаций ствола молодых деревьев сосны, возникающих после механического повреждения – нарушение моноподиального ветвления и возникновение многоствольности. Оба вида деформаций возникают в результате гибели верхушечной почки или верхушечного побега до последующих процессов регенерации.

В случае гибели верхушечной почки или верхушечного побега, в основном в ранневесенний период, происходит активизация роста побегов из почек мутовки текущего года с усилением их вертикальной ориентации (рис. 1), образуя своего рода временную многоствольность.

В течение последующих 1–3 лет в результате регенерационных процессов модификации ствола могут происходить по двум основным направлениям. По первому, один из побегов, сформировавшихся из почек мутовки, занимает центральное положение и замещает верхушечный побег. Остальные побеги, постепенно изменяя вертикальную ориентацию на выраженную горизонтальную, формируют мутовку неправильной формы, что приводит к устранению временной многоствольности. На стволе дерева в области, где произошло механическое повреждение с последующей регенерацией, хорошо заметен изгиб. Со временем этот изгиб ствола постепенно нивелируется.

По второму направлению, в случае гибели верхушечного побега, преимущественно в поздневесенний-летний период, также происходит усиленный рост побегов из почек мутовки и их вертикальная переориентация. Однако в этом случае не происходит замещение верхушечного побега побегом из почек мутовки. Все побеги, сформировавшиеся из почек мутовки, сохраняют вертикальную ориентацию. В дальнейшем формируется несколько отдельных стволиков. Стволики, чаще всего в количестве двух, намного реже трех. Отдельные стволики могут иметь или примерно одинаковые размеры или, чаще всего выделяется один более крупный, а остальные значительно уступают по размерам.



Рис. 1. Рост побегов из почек мутовки после гибели верхушечной почки (a) и формирование замещающего верхушечного побега и мутовки неправильной формы (b)

Как показали наши наблюдения, наиболее устойчивой модификацией многоствольности является та, которая сформировалась в нижней части ствола. Для деревьев, у которых многоствольность сформировалась выше основания ствола, например, на его середине, она является временно устойчивой. Далее, в течение 3-5 лет после формирования многоствольности начинают происходить дополнительные процессы деформации. Один из стволиков, самый крупный, сохраняет свою вертикальную ориентацию, а остальные постепенно, с разной скоростью, отклоняются в горизонтальном направлении (рис. 2).

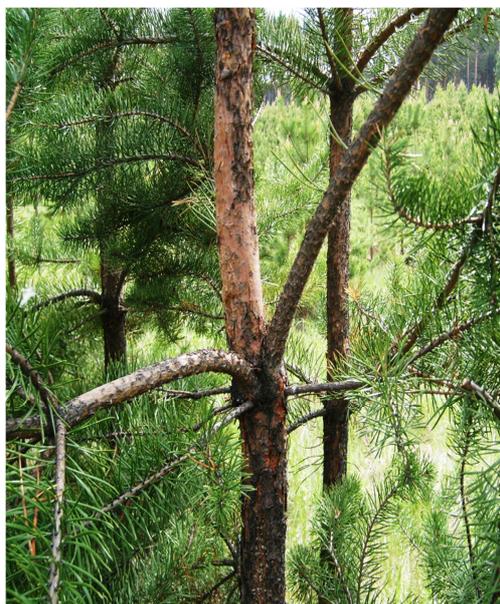


Рис. 2. Отклонение стволиков в горизонтальном направлении

Следует отметить, что установленные деформации могут встречаться неоднократно и на одном и том же стволе в различных комбинациях. Это зависит от частоты и глубины повреждений ствола. Подобное сочетание деформаций дает значительную возможность для формирования разнообразных декоративных форм деревьев сосны.

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что при формировании декоративных форм у молодых деревьев сосны необходимо учитывать очень важный аспект – процесс регенерации обуславливает постепенное восстановление одноствольности с последующим ростом центрального побега в высоту. При формировании декоративных форм требуется ежегодная корректи-

ровка роста центрального побега путем его полного или частичного удаления. Однако формирование декоративных форм сосны не может ограничиваться только контролем за центральным побегом. Вследствие удаления центрального побега, боковые ветви и дополнительные стволы получают конкурентные преимущества и могут усиливать свой рост. Кроме того, ветви могут изменять пространственную ориентацию. Таким образом, требуется ежегодный контроль не только за ростом центрального побега, но и всех остальных дополнительных побегов и ветвей. Соответственно, при отборе для формирования декоративных форм нежелательно отбирать самые крупные, быстрорастущие молодые деревья. Также нежелательно отбирать отстающие в росте деревья. При отборе, на наш взгляд, следует ориентироваться на деревья средние по размерам и темпам роста в высоту, у которых также отмечаются наиболее высокие физико-механические свойства древесины [21; 22].

При формировании декоративных форм из молодых деревьев сосны обыкновенной также необходимо учитывать, что реакция дерева на повреждение во многом зависит от глубины и серьезности повреждений [5]. Процесс заживления выражается в затягивании ран благодаря образованию каллуса и формированию нового камбия посредством превращения каллуса в новые камбиальные клетки. Общий объем каллуса зависит от размеров раны. Камбий, в свою очередь, продуцирует толстостенные клетки ксилемы и лучей. Наиболее успешное заживление ран после повреждения наблюдается у здоровых молодых деревьев.

Проведенный анализ показал, что у деревьев без повреждений изменение базисной плотности древесины по стволу носит равномерный характер, плавно снижаясь от основания к вершинке, что подтверждается имеющимися литературными данными [23–25]. У деревьев, имевших механические повреждения, такого плавного изменения не наблюдается. В тех областях ствола, где имело место механическое повреждение и последующая регенерация, наблюдается заметное увеличение плотности древесины. Примеры изменения базисной плотности приведены на рис. 3.

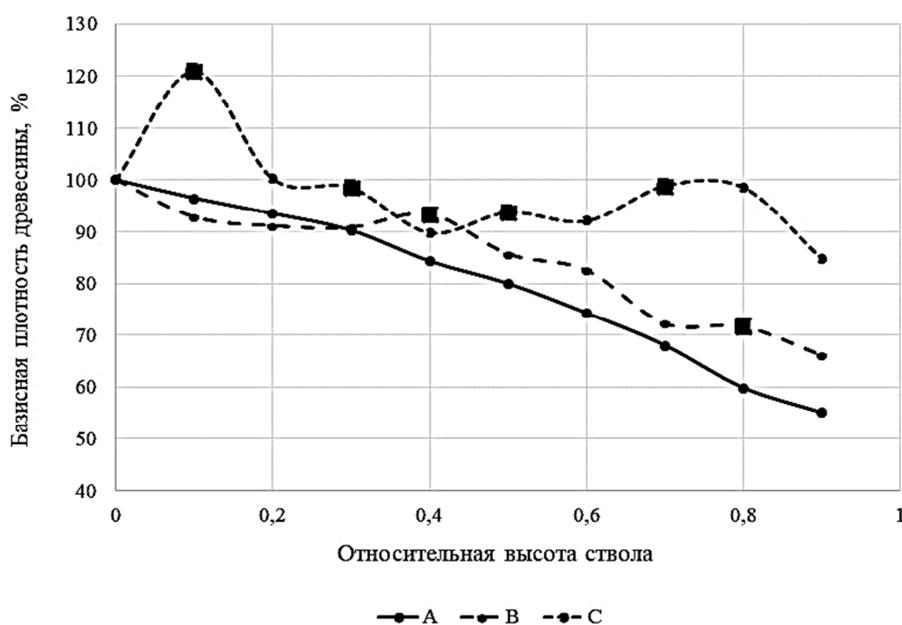


Рис. 3. Изменение базисной плотности древесины по стволу дерева (А – дерево без повреждений, В – дерево с заменой побега, С – дерево с многостольностью (крупным значками указаны места повреждений))

Изменение базисной плотности и содержания поздней древесины у деревьев с механическими повреждениями ствола

Тип модификации	Увеличение показателей древесины по сравнению с деревьями без механических повреждений, %	
	Базисная плотность древесины	Содержание поздней древесины
Замена побега	15–20	10–30
Многостольность	25–45	15–35

Анализ данных и характеристик древесины модельных деревьев показал, что в областях, где произошло механическое повреждение и последующая регенерация ствола, значительно увеличивается базисная плотность древесины и содержание поздней древесины (таблица), что свидетельствует о существенном изменении физико-механических свойств ствола. Это также необходимо учитывать при формировании декоративных форм деревьев сосны обыкновенной.

На наш взгляд, высота деревьев со сформированными декоративными формами не должна превышать 2–2,5 м. Соответственно, для формирования декоративных форм следует использовать молодые деревья сосны не старше 8–10-го биологического возраста. Это позволит как сохранить механическую устойчивость деревьев, так и даст возможность без дополнительных затрат проводить необходимые ежегодные мероприятия по поддержанию декоративности.

Заключение

По результатам наших исследований можно сделать определенное заключение о перспективной возможности использования молодых деревьев для создания декоративных форм сосны обыкновенной в озеленении.

При создании декоративных форм необходимо использовать молодые деревья сосны с биологическим возрастом не более 10 лет и демонстрирующие средние темпы роста в высоту. Задачи выбора должны учитывать наиболее оптимальный период для создания той или иной декоративной формы. Вследствие значительных изменений физико-механических форм ствола не следует выбирать для создания декоративных форм деревья сосны высотой более 2–2,5 м. Созданные декоративные формы требуют ежегодной коррекции как ствола или стволов, так и боковых ветвей деревьев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теодоронский В.С., Горбачева В.И., Горбачев В.И. Озеленение населенных мест с основами градостроительства. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 128 с.
2. Базавлук В.А., Предко Г.В. Основы градостроительства и планировка населенных мест: жилой квартал. Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во Юрайт, 2020. 90 с.
3. Габеев В.Н. Экология и продуктивность сосновых лесов. Новосибирск: Наука, 1990. 229 с.
4. Санников С.Н., Санникова Н.С., Петрова И.В. Естественное лесовозобновление в Западной Сибири (эколого-географический очерк). Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2004. 199 с.
5. Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М.: Лесная промышленность, 1983. 462 с.
6. Физиология сосны обыкновенной / Судачкова Н.С., Гирс Г.И., Прокушкин С.Г. и др.; отв. ред. Г.М. Лисовский. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. 248 с.
7. Кобяков А.В., Рысин С.Л. Опыт разработки перспективных типов лесных культур для урбанизированных территорий // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия «Лес. Экология. Природопользование». 2011. № 2 (12). С. 39–46.
8. Торчик В.И. Перспективы использования спонтанных соматических мутаций в селекции декоративных форм сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Наука и инновации. 2011. № 8. С. 67–70.
9. Торчик В.И., Холопук Г.А. Декоративные формы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) селекции Центрального Ботанического сада НАН Беларуси // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира: Материалы международной конференции, посвященной 85-летию Центрального Ботанического сада НАН Беларуси. Минск: Изд-во Медисонт, 2017. Ч. 1. С. 310–314.
10. Auders A., Spicer D. Encyclopedia of conifers. Working, Royal Horticultural Society, 2013. 1500 p.
11. Фрейберг И.А., Ермакова М.В., Стеценко С.К. Модификационная изменчивость сосны обыкновенной в условиях пестицидного загрязнения: Монография. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2004. 76 с.
12. Ермакова М.В. Особенности структуры подроста сосны в условиях ненарушенных и слабонарушенных лесных фитоценозов Среднего Урала // Вестник ПГТУ. Серия «Лес. Экология. Природопользование». 2014. № 2. С. 36–45.
13. Bryant J.H., Stuart F.S., Klein D.R. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory // Oikos. 1983. Vol. 40. No 3. Pp. 357–368.
14. Heikkilä R., Löytyniemi K. Growth response of young Scots pines to artificial shoot breaking simulating moose damage // Silva Fennica. 1992. Vol. 26. № 1. Pp. 19–26.
15. Уткина И.А., Рубцов В.В. Влияние архитектурных моделей растений на их взаимодействие с насекомыми-фитофагами // Вестник Тверского гос. ун-та. Серия: Биология и экология. 2008. Вып. 9. С. 262–266.

16. Buckley G., Slater D, Ennos A.R. Angle of inclination affects the morphology and strength of bifurcations in hazel (*Corylus avellana* L.) // *Arboricultural Journal*. 2015. Vol. 37 (2). Pp. 99–112. DOI: 10.1080/03071375.2015.1064265.
17. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 378 с.
18. Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Карпухина С.А., Баландин С.А. Биоморфология растений: иллюстрированный словарь. Учебное пособие. М., 2005. 256 с.
19. Полуобяринов О.И. Плотность древесины. М.: Лесная промышленность, 1976. 160 с.
20. Столяров Д.П., Полуобяринов О.И., Декатов А.А. Использование ядер древесины в лесоводственных исследованиях: Методические рекомендации. Л.: ЛенНИИЛХ, 1988. 43 с.
21. Рябоконт А.П. Качество древесины при разной интенсивности роста сосновых насаждений // *Лесное хозяйство*. 1990. № 11. С. 26–28.
22. Zobel В J. Genetics of wood production. Jett. Berlin; Heidelberg; N.Y.; London; Paris; Tokio; Hong Kong: Springer-Verlag, 1995. 337 p.
23. Полуобяринов О.И., Столяров Д.П., Балкунов В.Г. Закономерности распределения плотности древесины в деревьях разновозрастного елового насаждения // *Лесоводство, лесные культуры и почвоведение*. Л.: Изд-во ЛЛТА, 1975. Вып. IV. С. 82–94.
24. Nogueira M., Valdenete P., Vale A.T. Densidade basica da Madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* proveniente de cerrado: Relacao com a densidade basica media r variacao radial e axial // *Rev. Avrore*. 1997. №. 4. Pp.547–554.
25. Nishimura P.H., Laroque C.P. Tree-ring evidence of larch sawfly outbreaks in western Labrador, Canada // *Canadian Journal of Forest Research*. 2010. №. 40. Pp.1542–1549.

Поступила в редакцию 23.06.2022

Ермакова Мария Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Ботанический сад УрО РАН
620130, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а
E-mail: M58_07@mail.ru

M.V. Ermakova

CREATION OF DECORATIVE FORMS OF SCOTS PINE FOR THE GREENING OF URBANIZED ENVIRONMENT

DOI: 10.35634/2412-9518-2022-32-3-260-266

The features of creating decorative forms from Scots pine trees are considered. It has been established that, as a result of mechanical damage (death of an apical bud or an apical shoot) and subsequent regeneration processes in pine trunks, two main directions of post-traumatic deformations of young pine trunks stand out - violation of monopodial branching and occurrence of multi-stemming. In the case of the death of an apical bud or apical shoot, in early spring, the growth of shoots from whorl buds is activated and their vertical reorientation occurs. After a short period of relative multi-stemming, one of the shoots from whorl buds takes the place of the central shoot. Formation of multi-stemming occurs in the case of the death of an apical shoot, mainly in late spring-summer period. There is also an increased growth of shoots from whorl buds and their vertical reorientation. All shoots formed from whorl buds retain their vertical orientation in the future with subsequent formation of several separate stems. It is shown that the processes of mechanical damage-regeneration are also reflected in the condition of trunk wood in the places of damage. In trunk areas where mechanical damage and subsequent regeneration took place, a noticeable increase in the basic density of wood is observed – by 15–20 % in case of shoot replacement and by 25–45 % in case of multi-stemming. The content of late wood also increases – by 10–30 % in case of shoot replacement and by 15–35 % in case of multi-stemming. It is recommended, to create decorative forms, to select pine trees no older than 8–10 years old, with an average growth rate in height. Decorative forms of Scots pine require annual adjustments.

Keywords: Scots pine, trunk deformation, creation of decorative forms.

REFERENCES

1. Teodoronskiy V.S., Gorbacheva V.I., Gorbachev V.I. *Ozelenenie naseleennykh mest s osnovami gradostroitel'stva* [Landscaping of populated areas with the basics of urban planning], Moscow: "Akademiya" Publ., 2013, 128 p. (in Russ.).
2. Bazavluk V.A., Predko G.V. *Osnovy gradostroitel'stva i planirovka naseleennykh mest: zhiloy kvartal* [Fundamentals of urban planning and planning of populated areas: residential area], Moscow: Yurayt Publ., 2020, 90 p. (in Russ.).
3. Gabeyev V.N. *Ekologiya i produktivnost sosnovykh lesov* [Ecology and productivity of pine forests], Novosibirsk: Nauka Publ., 1990, 229 p. (in Russ.).

4. Sannikov S.N., Sannikova N.S., Petrova I.V. *Yestestvennoye lesovozobnovleniye v Zapadnoy Sibiri (ekologo-geograficheskiy ocherk)* [Natural reforestation in Western Siberia (ecological and geographical essay)], Ekaterinburg: UrO RAN Publ., 2004, 199 p. (in Russ.).
5. Kramer P.D., Kozlovskiy T.T. *Fiziologiya drevesnykh rasteniy* [Physiology of woody plants], Moscow: Lesnaya promyshlennost' Publ., 1983, 462 p. (in Russ.).
6. Sudachkova N.S., Girs G.I., Prokushkin S.G. et al. *Fiziologiya sosny obyknovnoy* [Physiology of Scotch pine], Lisovskiy G.M. (ed.), Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-niye, 1990, 248 p. (in Russ.).
7. Kobayakov A.V., Rysin S.L. [Experience of long-term types forest plantations development for urban territories], in *Vestn. Mariyskogo Gos. Tekhn. Univ. Ser. "Les. Ekologiya. Prirodopolzovaniye"* [Vestnik of Mari State Technical University. Series "Forest. Ecology. Nature management"], 2011, no. 2(12), pp. 39–46 (in Russ.).
8. Torchik V.I. [Prospects for the use of spontaneous somatic mutations in the breeding of ornamental forms of scots pine (*Pinus sylvestris* L.)], in *Nauka i innovatsii* [The Science and Innovations], Minsk, 2011, no. 8, pp. 67–70 (in Russ.).
9. Torchik V.I., Kholopuk G.A. [Ornamental forms of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) selection of the central botanical garden of the nas of Belarus], in *Mater. Mezhd. Konf., posvyashch. 85-letiyu Tsentralnogo Botanicheskogo sada NAN Belarusi "Rol' botanicheskikh sadov i dendrariyev v sokhraneni, izuchenii i ustoychivom ispol'zovanii raznoobraziya rastitel'nogo mira"*, Minsk: Medisont Publ., 2017, part 1, pp. 310–314 (in Russ.).
10. Auders A., Spicer D. *Encyclopedia of conifers*. Working, Royal Horticultural Society, 2013, 1500 p.
11. Freyberg I.A., Yermakova M.V., Stetsenko S.K. *Modifikatsionnaya izmenchivost sosny obyknovnoy v usloviyakh pestitsidnogo zagryazneniya* [Modification variability of Scotch pine under conditions of pesticide pollution], Ekaterinburg: UrO RAN Publ., 2004, 76 p. (in Russ.).
12. Ermakova M.V. [Peculiarities of structure of scotch pine young growths in the conditions of virgin and lightly disturbed forest communities in Middle Urals], in *Vestnik PGTU. Ser. "Les. Ekologiya. Prirodopolzovaniye"* [Vestnik of Volga State University of Technology. Series "Forest. Ecology. Nature management"], 2014, no. 2, pp. 36–45 (in Russ.).
13. Bryant J.H., Stuart F.S., Klein D.R. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory, in *Oikos*, 1983, vol. 40, no. 3, pp. 357–368.
14. Heikkilä R., Löytyniemi K. Growth response of young Scots pines to artificial shoot breaking simulating moose damage, in *Silva Fennica*, 1992, vol. 26, no. 1, pp. 19–26.
15. Utkina I.A., Rubtsov V.V. *Vliyaniye arkhitekturnykh modeley rasteniy na ikh vzaimodeystviye s nasekomymi-fitofagami* [Influence of architectural models of plants on their interaction with phytophagous insects], in *Vestn. Tverskogo Gos. Univ. Ser.: Biologiya i ekologiya* [Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology], 2008, vol. 9, pp. 262–266 (in Russ.).
16. Buckley G., Slater D., Ennos A.R. Angle of inclination affects the morphology and strength of bifurcations in hazel (*Corylus avellana* L.), in *Arboricultural Journal*, 2015, vol. 37(2), pp. 99–112. DOI: 10.1080/03071375.2015.1064265.
17. Serebryakov I.G. *Ekologicheskaya morfologiya rasteniy* [Ecological morphology of plants], Moscow: Vysshaya shkola Publ., 1962, 378 p. (in Russ.).
18. Zhmylev P.Yu., Alekseev Yu.E., Karpukhina S.A., Balandin S.A. *Biomorfologiya rasteniy: illyustrirovannyi slovar* [Plant Biomorphology: An Illustrated Dictionary], Moscow, 2005, 256 p. (in Russ.).
19. Poluboyarinov O.I. *Plotnost drevesiny* [Wood density], Moscow: Lesnaya promyshlennost' Publ., 1976, 160 p. (in Russ.).
20. Stolyarov D.P., Poluboyarinov O.I., Dekatov A.A. *Ispolzovaniye kernov drevesiny v lesovodstvennykh issledovaniyakh: Metodicheskiye rekomendatsii* [The use of wood cores in silvicultural research: Guidelines], Leningrad: LenNIIKKh Publ., 1988, 43 p. (in Russ.).
21. Ryabokon' A.P. *Kachestvo drevesiny pri raznoy intensivnosti rosta osnovnykh nasazhdeniy* [The quality of wood at different growth rates of pine plantations], in *Lesnoye khozyaystvo*, 1990, no. 11, pp. 26–28 (in Russ.).
22. Zobel B J. *Genetics of wood production*. Jett. Berlin; Heidelberg; N.Y.; London; Paris; Tokio; Hong Kong: Springer-Verlag, 1995, 337 p.
23. Poluboyarinov O.I., Stolyarov D.P., Balkunov V.G. *Zakonomernosti raspredeleniya plotnosti drevesiny v derevyakh raznovozrastnogo yelovogo nasazhdeniya* [Patterns of wood density distribution in trees of spruce stands of different ages], in *Lesovodstvo, lesnyye kultury i pochvovedeniye*. Leningrad: LLTA Publ., 1975, iss. IV, pp. 82–94 (in Russ.).
24. Nogueira M., Valdenete P., Vale A.T. Densidade basica da Madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* proveniente de cerrado: Relacao com a densidade basica media r variacao radial e axial, in *Rev. Avrore*, 1997, no. 4. pp. 547–554.
25. Nishimura P.H., Laroque C.P. Tree-ring evidence of larch sawfly outbreaks in western Labrador, Canada, in *Canadian Journal of Forest Research*, 2010, no. 40, pp. 1542–1549.

Received 23.06.2022

Ermakova M.V., Doctor of Agriculture, Leading researcher
Ural Branch: Institute Botanic Garden of RAS
8 Marta st., 202a, Yekaterinburg, Russia, 620130
E-mail: M58_07@mail.ru