Дата поступления рукописи в редакцию: 13.11.2025 г. DOI: 10.24412/2782-3830-2025-11-563-567
Дата принятия рукописи в печать: 17.12.2025 г.

ХАЙРОВА Инна Михайловна,
к.б.н., доцент кафедры хирургии,
акушерства, микробиологии ФГБОУ ВО УрГАУ,
e-mail: khairova70@mail.ru

ШИНГАРЕВА Наталья Игоревна,
к. с/х н., доцент кафедры овощеводства и плодоводства
им. профессора Коняева Н.Ф., ФГБОУ ВО УрГАУ,
e-mail: melo486@mail.ru

РАЖИНА Ева Валерьевна,
к.б.н., доцент кафедры биотехнологии и
пищевых продуктов ФГБОУ ВО УрГАУ,
e-mail: eva.mats@mail.ru

СМИРНОВА Екатерина Сергеевна,
к.с/х.н., доцент кафедры биотехнологии и
пищевых продуктов ФГБОУ ВО УрГАУ,
e-mail: ekaterina-kazantseva@list.ru

ЛОПАЕВА Надежда Леонидовна,
к. б. н., доцент кафедры биотехнологии и
пищевых продуктов ФГБОУ ВО УрГАУ,
e-mail: Lopaeva77@mail.ru

ГОРБУНОВА Олеся Сергеевна,
к. э. н., доцент, доцент кафедры экономики,
бухгалтерского учета и финансового контроля ФГБОУ ВО УрГАУ,
e-mail: os-bakunova@mail.ru

МОРФОМЕТРИЯ ХВОИ СОСНЫ КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВАРИАЦИЙ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. *В данной статье приведен сравнительный анализ исследования изменений морфометрических и патологических показателей хвои сосны обыкновенной, произрастающей в разных экологических условиях на территории Свердловской области. Нашей целью являлось изучить изменения длины хвои сосны и количество некрозов у 15 летнего сосняка в условиях техногенного загрязнения в парках города Екатеринбурга и в экологически чистой зоне соснового бора за городом.*

Ключевые слова: *экозона, техногенное загрязнение, сосна, хвоя, некроз, морфометрия.*

KHAIROVA I.M.,
PhD in Biology, Associate Professor of the
Department of Surgery, Obstetrics, Microbiology Federal State
Budgetary Educational Institution of Higher Education
Ural State Agrarian University

SHINGAREVA N. I.,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Department of Vegetable and Fruit Growing named after Professor N.F. Konyaev,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Ural State Agrarian University

RAZHINA E.V.,
PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Biotechnology and Food Products Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ural State Agrarian University

SMIRNOVA E.S.,
PhD in Agriculture, Associate Professor of the Department of Biotechnology and Food Products Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ural State Agrarian University

LOPAYEVA N. L.,
PhD, Associate Professor, Department of Biotechnology and Food Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ural State Agrarian University

GORBUNOVA O. S.,
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Department of Economics, Accounting, and Financial Control, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ural State Agrarian University

MORPHOMETRY OF PINE NEEDLES AS AN INDICATOR OF ENVIRONMENTAL VARIATIONS IN THE SVERDLOVSK REGION

Annotation*. This article presents a comparative analysis of changes in the morphometric and pathological parameters of Scots pine needles growing under different environmental conditions in the Sverdlovsk region. Our objective was to study changes in pine needle length and the incidence of necrosis in a 15-year-old pine forest under conditions of technogenic pollution in Yekaterinburg parks and in an ecologically clean pine forest zone outside the city.*

Key words*: ecozone, technogenic pollution, pine, needles, necrosis, morphometry.*

Введение. Лесные зоны участвуют в регулировании циклов кислорода, азота, углерода, воды и играют немало важную роль в функционировании почв, поддержании климата, сохранения биоразнообразия, обеспечивают естественную среду обитания растительным и животным сообществам [5]. Одной из важных задач в лесохозяйственной деятельности является сохранение лесных насаждений, а также количественная оценка воздействий на их состояние [6; 7].

Влияние работы предприятий, выхлопных газов автотранспорта оказывают отрицательное воздействие на биологическую структуру растений, особенно в городских массивах и пригородных лесопарках [1; 3]. Влияние факторов среды обитания во многом зависит от рельефа, ветров, время воздействия и других условий произрастания [2; 8].

Оценить экологическое состояние древесных пород можно при помощи морфометрических показателей ассимиляционного аппарата сосны. Длина хвои определяет степень эффективности фотосинтеза, результатом которого является накопления питательных веществ в виде полисахаридов. То есть, хвои является индикатором, указывающая на адаптацию, связанную с условиями произрастания [4; 9].

Материалы и методы. Сбор материалов и оценка состояния древесных пород были проведены в сентябре 2025 года на участках: насаждения сосен в парках около дорог, сосны за городом в сосновом бору.

С целью определения общего состояния деревьев вычисляли коэффициент обесхвоенности кроны методом случайной выборки и их визуальной оценки в количестве 10 экземпляров на каждом участке. Морфометрическое изучение хвои сосны изучали путем измерения длины хвои возрастом 15 лет. Материалы обработаны статистически. Проведено обследование физиологического и патологического состояния хвоинок по относительному числу некрозов от общего числа обследованных листовых пластин с деревьев при помощи оптических приборов при

увеличении 4х [16, с. 18]. Отобрано и изучено по 50 хвоинок с деревьев на каждом участке. Всего обследовано 1500 листовых пластинок с участка.

Результаты и обсуждение.

Визуальная оценка древостоев по состоянию кроны сосны обыкновенной, отобранных методом случайной выборки на каждом из двух обследованных участков, показала, что в зоне лесопарка возле дорог, коэффициент обесхвоенности кроны древесной породы был выше, чем в естественном сосняке, что указывает на плохое состояние деревьев сосны на обследованном участке. Так при визуальном обследовании 30 деревьев в зоне лесопарка, расположенных возле дорог показало, что густая крона с насыщенной зеленой окраской в нижней части дерева меньше, чем в естественном сосняке за городом (13 и 24). Средний уровень густоты кроны, обладающая признаками усыхания в нижней трети кроны у сосен в парке выше по сравнению с соснами за городом (7 и 5). Густота кроны ниже среднего, где наблюдаются сухие ветви в среднем ярусе древесной породы составило больше в парках, чем в сосновом бору (19 и 5). Низкий уровень густоты кроны, проявляющейся яркой изреженностью с частично живыми ветвями составил в парках 3 сосны, а в сосновом бору – 1 дерево. Отсюда следует, что показатель обесхвоенности кроны составил в парковой зоне – 35%, а в сосновом бору – 12%. Рассмотрим морфометрические показатели длины хвои в зоне парка и сосновом бору (*рис.1*)

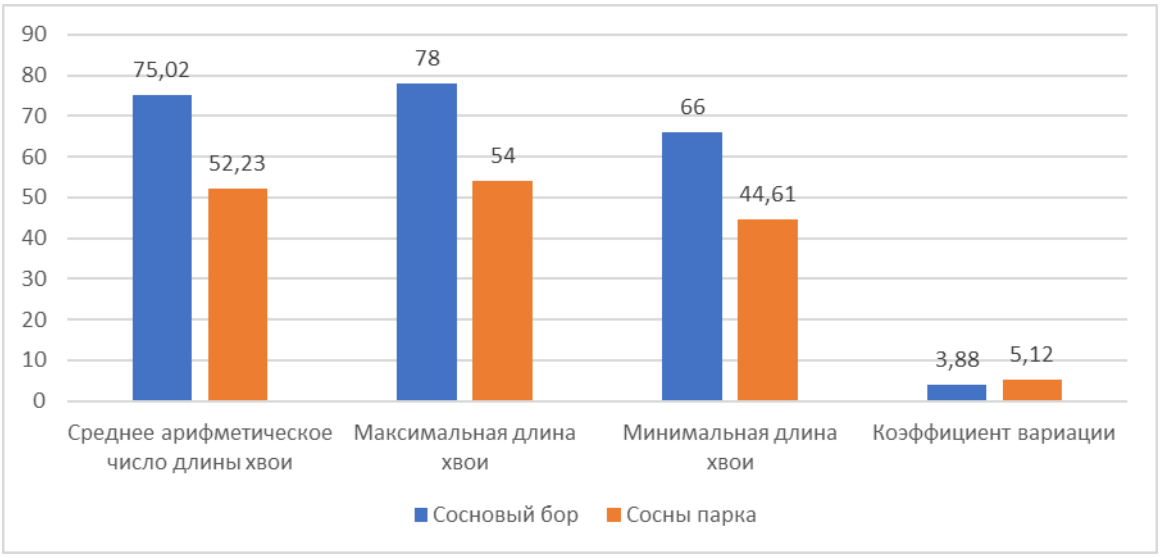


Рисунок 1. Морфометрические показатели (длина, мм) хвои сосны обыкновенной в разных экологических условиях произрастания

Анализ морфометрических показателей листовых пластинок растений служит объективным инструментом для оценки состояния лесных насаждений в разных экологических условиях. Согласно, полученных данных на территории лесопарковых зон, расположенных возле дорог, у сосен возрастом 15 лет, длина хвои показала наименьший средний показатель 52,23 мм, чем хвоя в сосновом бору за городом 75,02 мм. По полученным результатам, можно сделать вывод, что разница длины хвои в данных экологических условиях невысокая.

Экологическое загрязнение также влияет на изменчивость состава эфирных масел в хвое. В ходе работы были изучены патологические изменения хвои сосны, характеризующиеся отмиранием тканей листовых пластинок – некрозы. Причинами образования некрозов могут быть различные от засухи, морозных явлений до загрязнения воздуха и почвы, а также другие отрицательные факторы. В *таблице 1* приведены количественные показатели некрозов на хвое сосны в разных экологических условиях.

Таблица 1. Некрозы на хвое сосны обыкновенной в разных условиях произрастания (в процентах %). Свердловская область

Показатели	Зона / Возраст сосны 15 лет	
	Сосновый бор за городом	лесопарковых зон, расположенных возле дорог
Общее число (n) обследованных листовых пластинок	50	50
Пятнистость (%)	1,8	13,6
Усыхание (%)	0,9	1,4

В период обследований было установлено, что воздействие загрязнений на ассимилляционный аппарат сосны проявлялось в уменьшении длины хвоинок и в увеличении патологических изменений хвои. Так, в зоне лесопарка возле дорог пятнистость на хвое сосны достигала от 13,6 % по сравнению с 1,8 % повреждений этого типа в сосновом бору за городом.

Заключение. Результаты исследования хвои сосен в зоне лесопарка возле дорог и сосен за городом в сосновом бору показали уменьшение длины хвои сосны под воздействием загрязнений. Выявлено, что изменение условий произрастания сосны оказывает воздействие на размер ассимиляционного аппарата и увеличивает число патологических повреждений хвои.

Список литературы:

[1] Пшеничникова, Л.С. Оценка рубок промежуточного пользования в сосновых древостоях [Текст]: / Л.С. Пшеничникова // Хвойные бореальной зоны. –2008. – Т. 25. –No 1-2. – С. 80-83.

[2] Матвеев, С.М. Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной лесостепи [Текст]: монография / С.М. Матвеев. –Воронеж: Изд-во ВГЛТУ, 2003. – 272 с.

[3] Черненькова, Т. В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение [Текст]: монография / Т. В. Черненькова. –М.: Наука, 2002. – 190 с.

[4] Григоренко, А. В., Грибов, А. И. Морфометрические параметры хвои, элементный состав хвои и компонентный состав эфирного масла Pinus sylvestrisL. Минусинского бора в условиях антропогенного загрязнения [Текст] // Вестник Пермского университета. – 2015. – No 4. – С. 359-365.

[5] Богданова Я.А., Прохорова Н.В., Кавеленова Л.М. Анализ условий экологического пространства, формирующего бриофлоры искусственных сосняков Бузулукского бора и Красносамарского лесного массива [Текст] // Самарский научный вестник. – 2021. – Т.10, №2. – С. 18-23.

[6] Чадаев В.А., Шхагапсоев С.Х. Теоритические аспекты стратегий жизни дикорастущих видов растений [Text] // Юг России: экология, развитие. – 2016. – Т. 11, №4. – С. 93-109.

[7] Schweier, J., Magagnotti, N. et al. Sustainability Impact Assessment of Forest Operations: a Review [Text] // Curr Forestry Rep. – 2019. – V. 5, 101–113.

[8] Siry, J. P., Cubbage F., Potter K. M., McGinley K. Current perspectives on sustainable forest management: North America [Text] // CFR. – 2018. – N 4. –pp.138–149.

[9] Tyukavina, O. N., Neverov, N. A., Klevtsov, D. N. Influence of growing conditions on morphological and anatomical characteristics of pine needles in the northern taiga [Text] // Journal of Forest Science. – 2019. – V. 65. – pp. 33–39.

References:

[1] Pshenichnikova, L.S. Assessment of intermediate-use felling in pine stands [Text]: / L.S. Pshenichnikova // Conifers of the Boreal Zone. – 2008. – Vol. 25. – No 1-2. – Pp. 80-83.

[2] Matveyev, S.M. Dendroindication of the dynamics of the state of pine plantations in the Central forest-steppe [Text]: monograph / S.M. Matveyev. – Voronezh: VGLTU Publishing House, 2003. – 272 p.

[3] Chernenkova, T. V. Reaction of forest vegetation to industrial pollution [Text]: monograph / T. V. Chernenkova. – Moscow: Nauka, 2002. – 190 p.

[4] Grigorenko, A. V., Gribov, A. I. Morphometric parameters of pine needles, elemental composition of pine needles, and component composition of the

essential oil of Pinus sylvestrisL. of the Minusinsk Forest under conditions of anthropogenic pollution [Text] // Bulletin of Perm University. – 2015. – No 4. – Pp. 359-365.

[5] Bogdanova Ya.A., Prokhorova N.V., Kavelenova L.M. Analysis of the Environmental Conditions that Shape the Bryoflora of Artificial Pine Forests in the Buzuluksky Bor and Krasnosamarsky Forest Area [Text] // Samara Scientific Bulletin. – 2021. – Vol. 10, No. 2. – Pp. 18-23.

[6] Chadaev V.A., Shkhagapsoev S.H. Theoretical aspects of life strategies of wild plant species [Text] // South of Russia: ecology, development. - 2016. – Vol. 11, No. 4. – pp. 93-109.

[7] Schweier, J., Magagnotti, N. et al. Sustainability Impact Assessment of Forest Operations: a Review [Text] // Curr Forestry Rep. – 2019. – V. 5, 101–113.

[8] Siry, J. P., Cubbage F., Potter K. M., McGinley K. Current perspectives on sustainable forest management: North America [Text] // CFR. – 2018. – N 4. –pp.138–149.

[9] Tyukavina O. N., Neverov N. A., Klevtsov D. N. Influence of growing conditions on the morphological and anatomical characteristics of pine needles in the northern taiga [Text] // Scientific Journal of Forestry. – 2019. – Vol. 65. – pp. 33-39.

