

При этом древостой в пойме реки угнетается, усыхает и сменяется заболоченными участками и травянистой растительностью (см. рис.). Для заготовки кормов бобры уходят на расстояние до 65 м от уреза воды. Изъятие крупных деревьев из состава прибрежных фитоценозов растягивает период восстановления лесных ресурсов на несколько десятилетий.

Значительное влияние на состояние лесных экосистем оказывает и строительная деятельность бобра. Для поднятия уровня воды бобры строят плотины, перегораживающие водотоки, замедляющие течение рек и ручьев и часто приводящие к образованию крупных бобровых прудов. В настоящее время плотины встречаются на участках рек Вонюх, Нелка, Сеха, Понга, Лондушка, Черная, Робля, Талица и на многочисленных ручьях. Средняя длина плотин в заповеднике составляет $19,22 \pm 6,14$ м, ширина гребня плотины $0,99 \pm 0,11$ м, высота гребня – $0,89 \pm 0,13$ м ($n = 39$). Наиболее протяженная плотина, длина которой составила 200 м, ширина 1 м, высота гребня – 1,5 м, была обнаружена на небольшой речке – Талице. Тело плотин обычно содержит 50–80 % грунтовой массы и 20–50 % древесной, представленной осиной, берёзой с включениями ивы и ели [4]. Бобровые пруды на территории заповедника и его охранной зоны могут достигать площади 5 га и существуют, обычно, до тех пор, пока бобры поддерживают уровень воды, регулярно ремонтируя плотину. Подтопление уже в первый год приводит к постепенному усыханию вначале ели и сосны до 46 %, на второй год и лиственных деревьев. После ухода бобров из поселения в результате истощения кормовых ресурсов или в результате гибели бобровой семьи, плотина разрушается, и бобровый пруд может быть спущен. В этом случае на месте пруда формируется так называемый «бобровый луг», покрытый травянистой растительностью.

Таким образом, влияние бобра на трансформацию лесных экосистем заключается в выборочном изъятии ряда видов древесных растений, вследствие чего происходит изменение состава фитоценозов. Осинники с включением хвойных пород и березы по берегам рек сменяются на ассоциации, в которых начинает доминировать ольха серая, после ухода бобров с территории поселения на другой кормовой участок, активно растут ива, черемуха и рябина. Сооружение плотин приводит к затоплению участков лесов и формированию бобровых прудов, по берегам которых располагаются заросли ольхи серой и ивы. На части прежних прудов с подтоплением и сохраняющимися каналами долгое время доминируют травянистые сообщества, представленные в основном хвощами, осоками, тростником, а на подсыхающих участках злаками.

Список литературы

1. Завьялов Н. А., Крылов А. В., Бобров А. А., Иванов В. К., Дгебуадзе Ю.Ю. Влияние речного бобра на экосистемы малых рек. М. : Наука, 2005. 186 с.
2. Завьялов Н. А. Средообразующая деятельность бобра (*Castor fiber* L.) в европейской части России // Труды государственного природного заповедника «Рдейский». Вып. 3. Великий Новгород, 2015. 320 с.
3. Дежкин В. В., Дьяков Ю. В., Сафонов В. Г. Бобр. М.: Агропромиздат, 1986. 256 с.
4. Зайцев В. А., Сиротина М. В., Мурадова Л. В., Ситникова О. Н. Бобры заповедника «Кологривский лес» // Бобры в заповедниках Европейской части России. Труды гос. заповедника «Рдейский». Т. 4. Великие Луки : Великолукская типография, 2018. С.125–180.

УДК 630.532

З. Я. Нагимов,

д. с.-х. н., профессор кафедры ЛТиЛУ, директор Института леса и природопользования, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург, РФ,
nagimovz@m.usfeu.ru

М. Р. Кожевников,

аспирант 1 года обучения кафедры ЛТиЛУ, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург, РФ,
mrx230596@yandex.ru

И. В. Шевелина,

к. с.-х. н., доцент, зав. кафедрой ЛТиЛУ, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург, РФ,
shevelinaiv@m.usfeu.ru

В. З. Нагимов,

к. с.-х. н., доцент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург, РФ,
nagimovz@m.usfeu.ru

ОЦЕНКА ПЛОЩАДИ ПОВЕРХНОСТИ ХВОИ СОСНЫ

При определении площади поверхности хвоинки ее периметр поперечного сечения корректно измеряется при помощи цифрового микроскопа Levenhuk 870T. Установлено, что периметр поперечного сечения увеличивается в направлении от базальной части хвоинки к апикальной до отметки 0,7–0,8 длины. При определении площади поверхности хвоинок наиболее оптимальны решением является нахождение среднего значения этого показателя среднеарифметическим путем по данным, полученным на отметках, соответствующих 0,1, 0,5 и 0,9 длины хвоинки.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, цифровой микроскоп, длина хвои, периметр поперечного сечения хвои, площадь поверхности хвои.

Z. Ya. Nagimov,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation, nagimovzy@m.usfeu.ru

M. R. Kozhevnikov,

First year graduate student, Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation, max230596@yandex.ru

I. V. Shevelina,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of Forest Taxation and Forest Management Department, Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation, shevelinaiv@m.usfeu.ru

V. Z. Nagimov,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation, nagimovvz@m.usfeu.ru

ESTIMATION OF THE SURFACE AREA OF PINE NEEDLES

The surface area of the needles is determined through the perimeter of the cross-section, which is correctly measured using a digital microscope Levenhuk 870T. It was found that the perimeter of the cross-section increases in the direction from the basal part of the needles to the apical part to the level of 0.7–0.8 length. The most optimal solution for determining the surface area of the needles is to find the average value of this indicator by the mean from the data obtained at the marks corresponding to 0.1, 0.5 and 0.9 of the length of the needles.

Keywords: Scots pine, digital microscope, perimeter of the cross-section of needles, surface area of needles.

На современном этапе на фоне увеличения техногенных выбросов в окружающую среду значительно возрастает социальное и средозащитное значение лесов. При оценке средозащитной роли лесных насаждений важнейшим показателем является площадь поверхности ассимиляционного аппарата (хвои, листвы), от которой зависит фильтрационная эффективность лесного полога и объемы трансформации поллютантов. В тоже время этот показатель сравнительно редко используется при экологических исследованиях и оценках. В первую очередь это объясняется трудоемкостью определения площади поверхности ассимиляционного аппарата и отсутствием общепризнанных методов ее оценки [1–3].

Целью настоящего исследования является оценка различных способов определения площади поверхности хвои сосны с использованием современных цифровых микроскопов.

В настоящее время одним из распространенных и обоснованных подходов при определении площади поверхности хвои является вычисление ее через периметр поперечного сечения и длину. При этом измерение первого показателя достаточно сложный процесс, так как хвоинки сосны имеют несколько сторон и разнообразные формы. Поэтому многие методические подходы основаны не на непосредственных измерениях периметра поперечного сечения хвои, а на определении его при помощи специальных формул с использованием толщины и ширины хвоинок [1, 2]. Такие подходы на фоне большого разнообразия формы хвои не могут гарантировать надежные результаты.

Современные технические средства и цифровые микроскопы позволяют непосредственно на срезах с высокой точностью измерить периметр поперечного сечения хвои. При этом для корректного определения площади поверхности хвои необходимо обосновать количество измерений периметра и выявить отметки на хвоинке, являющиеся наиболее информативными для нахождения его среднего значения.

Для решения поставленных задач была собрана хвоя сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на срубленном дереве, имеющего следующие таксационные показатели: возраст – 100 лет; диаметр на высоте груди – 14,2 см; длина – 14,17 м, класс санитарного состояния – третий. Из трех частей кроны (верхней, средней и нижней) случайным образом отбирались по 25 хвоинок второго года жизни. Таким образом, общий объем экспериментального материала составил 75 хвоинок. У каждой хвоинки измерялась длина (l) при помощи сертифицированного цифрового штангенциркуля «Калиброн 1-150», с точностью 0,01 мм. Затем каждая хвоинка делилась на 10 одинаковых по длине частей, равных $0,1l$. Для измерения периметра хвоинки, при помощи лезвия были взяты поперечные срезы на следующих отметках: у основания хвоинки (нулевой отметке), $0,1l$, $0,2l$, ..., $0,9l$. Они помещались под тринокулярный цифровой микроскоп Levenhuk 870T. Полученные снимки обрабатывались в специальной программе TourView. Для каждой хвоинки определялся периметр поперечного сечения, начиная от нулевой отметки и кончая отметкой $0,9l$. Таким образом, было произведено 750 измерений периметров.

В нашей предыдущей работе было показано, что средние значения толщины и ширины хвоинки, а, следовательно, периметра поперечного сечения, не находятся на ее серединке из-за веретенообразной формы [4]. Результаты данных исследований свидетельствуют, что по всему массиву хвоинок периметр поперечного сечения у основания хвоинки колеблется от 1,737 до 3,687 мм, на отметке 0,3l – от 2,456 до 3,996 мм, на 0,5l – от 2,618 до 4,396 мм и на 0,9l – от 2,049 до 4,281 мм. Этот показатель в верхней части кроны в среднем составляет 3,5277 мм, в средней части – 2,851 мм и нижней – 2,895 мм. Средняя длина хвоинок закономерно уменьшается от верхней части кроны (46,77 мм) к нижней (36,85 мм). Приведенные материалы показывают, что для определения площади поверхности хвоинки необходимо вычислить средний периметр ее поперечного сечения на основе данных, полученных на нескольких поперечных срезах.

Площадь поверхности каждой хвоинки определялась различными способами.

Первый способ заключался в суммировании площадей поверхности всех 10 секций хвоинки. Для каждой секции этот показатель определялся как произведение периметра на середине секции на ее длину. Причем периметр на середине секции устанавливался как полусумма периметров в начале и конце секции.

По *второму* способу средний периметр поперечного сечения устанавливался по трем периметрам, определенным на отметках 0,1l, 0,5l и 0,9l, а площадь поверхности хвоинки определялся по формуле:

$$F = \frac{P_{0,1} + P_{0,5} + P_{0,9}}{3} l, \quad (1)$$

где F – площадь поверхности хвоинки, мм²;

$P_{0,1}$, $P_{0,5}$, $P_{0,9}$ – периметр поперечного сечения хвои на отметках 0,1l, 0,5l и 0,9l, соответственно.

По *третьему* способу периметры поперечного сечения определялись на отметках 0,25l, 0,5l и 0,75l, а площадь поверхности хвоинки вычислялся по формуле:

$$F = \frac{P_{0,25} + P_{0,5} + P_{0,75}}{3} l, \quad (2)$$

где $P_{0,25}$, $P_{0,5}$, $P_{0,75}$ – периметр поперечного сечения хвои на отметках 0,25l, 0,5l и 0,75l, соответственно.

Четвертый способ основан на использовании двух периметров поперечного сечения ($P_{0,2}$, $P_{0,8}$), измеренных на отметках 0,2l и 0,8l:

$$F = \frac{P_{0,2} + P_{0,8}}{2} l, \quad (3)$$

Пятый, наиболее простой способ предполагал определение площади поверхности хвоинки как произведение периметра поперечного сечения на середине хвоинки на все ее длину:

$$F = P_{0,5} l, \quad (4)$$

Из всех способов определения площади поверхности хвоинки, безусловно, наиболее точным является первый. Однако он наиболее трудоемкий. Поэтому представляет интерес оценка точности определения исследуемого показателя другими способами. С этой целью данные, полученные вторым, третьим, четвертым и пятым способами сравнивались с данными первого способа. Результаты соответствующих математико-статистических расчетов представлены в таблице.

Т а б л и ц а

Ошибки различных способов определения площади поверхности хвоинок

| Способ | Ошибки измерения, % | | |
|--|---------------------|-----------|-------|
| | систематическая | случайная | общая |
| Второй – по периметрам на отметках 0,1l, 0,5l и 0,9l | 2,14 | 8,98 | 1,04 |
| Третий – по периметрам на отметках 0,25l, 0,5l и 0,75l | 9,64 | 9,11 | 1,06 |
| Четвертый – по периметрам на отметках 0,2l и 0,8l | 6,41 | 9,31 | 1,08 |
| Пятый – по периметру на серединке хвои (на отметке 0,5l) | 12,37 | 10,9 | 1,26 |

Анализ приведенных в таблице данных свидетельствует, что из четырех оцениваемых способов наилучшие результаты при определении площади поверхности хвоинок обеспечивает второй, когда средний периметр поперечного сечения вычисляется по данным, полученным на отметках 0,1l, 0,5l и 0,9l. Этот способ характеризуется наименьшими значениями систематических ошибок (2,14 %) и ошибок отдельных измерений (8,98 %). При этом общие ошибки для 75 хвоинок составляет всего 1,04 %.

В целом на основании проведенных исследований можно отметить следующее. Цифровой микроскоп Levenhuk 870T с соответствующим программным обеспечением позволяет корректно измерить периметр поперечного сечения хвоинки. В направлении от базальной части хвоинки к апикальной (до отметки 0,7–0,8l) наблюдается выраженное увеличение ее периметра поперечного сечения. При определении площади поверхности хвоинок наиболее оптимальны решением является нахождение среднего значения этого показателя среднеарифметическим путем по данным, полученным на отметках, соответствующих 0,1, 0,5 и 0,9 длины хвоинки.

Список литературы

1. Уткин А. И., Ермолова Л. С., Уткина И. А. Площадь поверхности лесных растений. Сущность. Параметры. Использование. М. : Наука, 2008. 292 с.
2. Цельникер Ю. Л. Упрощенный метод определения поверхности хвои сосны и ели. Лесоведение. 1982. № 4. С. 85–88.
3. Гиль А. Т. Метод и техническая реализация устройства для измерения площади поверхности листьев (хвои) при измерении фотосинтеза. Бюллетень ГНБС, 2017. Вып. 125. С. 114–118.
4. Шевелина И. В., Нагимов З. Я., Тимофеева Е. Е., Кожевников М. Р. Разработка методики оценки площади поверхности хвои сосны обыкновенной // Леса России и хоз-во в них. 2019. № 4(71). С. 18–26.

УДК 581.5 (470.317)

Н. В. Рыжова,

к. б. н., доцент кафедры ЛДП, ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет», г. Кострома, РФ,
ienjdfy@mail.ru

Н. С. Соколов,

студент 2 курса, ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет», г. Кострома, РФ,
ssnikita2001@gmail.com

ОБСЛЕДОВАНИЕ ДЕРЕВЬЕВ СКВЕРА НА ПЕРЕКРЕСТКЕ УЛИЦ КРЕСТЬЯНСКАЯ И ИВАНОВСКАЯ В ГОРОДЕ КОСТРОМЕ

Древесные растения городских насаждений подвергаются воздействию неблагоприятных факторов среды, и как следствие у них возникают различные повреждения. Эти повреждения вредят самому древесному растению, а также вызывают изменение его внешнего вида. Одной из основных задач городских зеленых насаждений является создание эстетического облика населенного пункта, поэтому определение повреждаемости деревьев стало целью нашего исследования.

Ключевые слова: городские насаждения, древесная растительность, повреждения деревьев, балл санитарного состояния, индекс состояния.

N. V. Ryzhova,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Kostroma State University, Kostroma, Russia,
ienjdfy@mail.ru

N. S. Sokolov,

2nd year student, Kostroma State University, Kostroma, Russia,
ssnikita2001@gmail.com

SURVEY OF THE TREES OF THE SQUARE AT THE INTERSECTION KRESTYANSKAYA AND IVANOVSKAYA STREETS IN THE CITY OF KOSTROMA

Woody plants of urban plantings are exposed to adverse environmental factors, and as a result, they have various damages. These damages harm the woody plant itself, and also cause a change in its appearance. One of the main tasks of urban green spaces is to create an aesthetic appearance of the locality, so the determination of the damage to trees was the goal of our study.

Keywords: urban plantings, woody vegetation, tree damage, sanitary condition score, condition index.

Зеленые массивы оказывают влияние на экологическое состояние городской среды: регулируют количество осадков, обогащают атмосферу кислородом, предохраняют почвенный покров от водной и ветровой эрозии, препятствуют оврагообразованию, предохраняют водные источники от высыхания и загрязнения.

Древесная городская растительность, как средовосстанавливающая система, обеспечивает комфортные условия для проживания людей в городе, влияет на газовый состав воздуха и степень его загрязненности, снижает влияние шумового фактора и является источником эстетического отдыха людей.