

Научная статья

УДК: 630*232:631.524.84

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ХВОИ ЕЛИ КОЛЮЧЕЙ В ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

**Иван Игоревич Паникаров¹, Наталья Николаевна Бессчетнова²,
Роман Алексеевич Воробьев³**

^{1,2} Нижегородский государственный агротехнологический университет,
Нижний Новгород, Россия

³ Министерство лесного хозяйства и охраны объектов животного мира
Нижегородской области, Нижний Новгород, Россия

¹ ivan.panikarov@yandex.ru

² besschetnova1966@mail.ru

³ official@les.kreml.nnov.ru

Аннотация. Дана сравнительная оценка длины, диаметра и массы хвои ели колючей, в разных функциональных зонах Нижнего Новгорода в условиях неодинакового антропогенного загрязнения среды. Показана индивидуальная фенотипическая изменчивость исследуемых параметров учетных деревьев и различия, вызванные размещением на участках с неодинаковым уровнем запыленности воздушного бассейна.

Ключевые слова: ель колючая, интродукция, параметры хвои, изменчивость, лимиты значений

Original article

VARIABILITY OF THE PARAMETERS OF THE NEEDLES OF THE PRICKLY SPRUCE IN THE LANDSCAPING FACILITIES OF NIZHNY NOVGOROD

Ivan I. Panikarov¹, Natalia N. Besschetnova², Roman A. Vorobyov³

^{1,2} Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Nizhny Novgorod,
Russia

³ Ministry of Forestry and Protection of Wildlife Objects of the Nizhny
Novgorod region, Nizhny Novgorod, Russia

¹ ivan.panikarov@yandex.ru

² besschetnova1966@mail.ru

³ official@les.kreml.nnov.ru

Abstract. A comparative assessment of the length, diameter and weight of the needles of the prickly spruce in different functional zones of Nizhny Novgorod under conditions of unequal anthropogenic pollution is given. The individual phenotypic variability of the studied parameters of the accounting trees and the differences caused by placement in areas with unequal levels of dustiness of the air basin are shown.

Keywords: prickly spruce, introduction, parameters of needles, variability, limits of values

Листовой аппарат древесных растений служит действенным средством обеспечения газообмена в воздушном бассейне населенных мест и выведения из его объема значительной части пылевых загрязнителей. Вечнозеленые хвойные виды весьма эффективны в указанном аспекте. В их числе представители рода Ель (*Picea* A. Dietr.) занимают достойное место в составе ассортимента объектов городского озеленения, где они представлены аборигенными и интродуцированными видами. В Среднем Поволжье представителями местных популяций выступают ель европейская (*Picea abies* (L.) H.Karst.) и ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) [1–3], а также их межвидовые гибриды. В искусственных насаждениях различного целевого назначения и конструкций часто встречаются ель Глена (*Picea glehnii* (F. Schmidt) Mast.); ель канадская (*Picea glauca* (Moench) Voss); ель шероховатая (*Picea asperata* Masters); ель черная (*Picea mariana* Mill., Britton, Sterns & Poggenburg); ель колючая, форма серебристая (*Picea pungens* Engelm., f. *argentea*); ель колючая, форма голубая (*Picea pungens* Engelm., f. *glauca*); ель сербская (*Picea omorika* (Pančić) Purk.); ель Энгельмана (*Picea engelmannii* Parry ex Engelm.); ель колючая (*Picea pungens* Engelm.); ель аянская (*Picea jezoensis* (Siebold & Zucc.) Carrière); ель корейская (*Picea koraiensis* Nakai) [4–6]. На текущий момент активная работа проводится с елью Шренка (*Picea schrenkiana* Fisch. & C.A.Mey.) [7]. В соответствии с этим они служат объектом всестороннего изучения [1–4, 7]. Исследуют вопросы физиологии [4–6], пигментного состава хвои [1, 3, 8], семенного размножения [9, 10], производства посадочного материала [7, 9]. В соответствии с вышеизложенной целью исследования было выявление масштабов и форм проявления различий морфологических параметров листового аппарата ели колючей в связи с определением ее пылезадерживающей способности.

Объектом исследований явились одновозрастные репродуктивно зрелые деревья ели колючей, размещенные в трех функциональных зонах города, отличающихся друг от друга степенью антропогенной загрязненности: в центральной части у дорожного покрытия, во дворах на относительно отдалении от крупных дорог и в зеленой зоне. В регионе сложились благоприятные для хвойных почвенные и климатические условия, расположены места естественного обитания наиболее значимых в хозяйственном

плане видов – ели европейской (*Picea abies* (L.) Н. Karst.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), созданы их лесные культуры общего и специального назначения [8], селекционно-семеноводческие объекты [1, 2, 3]. Работы проведены в апреле-мае 2023 г. Пробы отбирали на разной высоте (1,8 м и 4,5 м) и по расположению относительно источника загрязнения (границ проезжей части дорог). В каждой зоне учтено по 5 типичных деревьев. Для оценки запыленности листовой поверхности с каждого из них отбиралось по 4 годичных побега с нормально развитыми неповрежденными хвоинками.

В результате установлены характеристики листового аппарата (хвои) учетных деревьев ели колючей для каждой из функциональных зон. Обнаружена их неоднородность по признакам, определяющим потенциал пыле-задерживающей способности (табл. ниже).

Изменчивость хвои в разных функциональных зонах Нижнего Новгорода¹

Зоны	M±m	СКО	max.	min.	Δlim	Cv, %	P, %
Длина хвоинок, см (признак 1)							
Зона 1	1,82 ± 0,055	0,24	2,34	1,40	0,94	13,49	3,02
Зона 2	2,06 ± 0,082	0,36	2,86	1,46	1,40	17,71	3,96
Зона 3	2,14 ± 0,048	0,21	2,56	1,78	0,78	10,05	2,25
Total ₁	2,00 ± 0,040	0,31	2,86	1,40	1,46	15,46	2,00
Диаметр хвоинок, мм (признак 2)							
Зона 1	0,99 ± 0,047	0,21	1,59	0,72	0,87	21,47	4,80
Зона 2	0,97 ± 0,015	0,07	1,12	0,87	0,26	6,91	1,54
Зона 3	1,00 ± 0,027	0,12	1,21	0,71	0,50	12,08	2,70
Total ₂	0,98 ± 0,019	0,14	1,59	0,71	0,88	14,62	1,89
Ширина хвоинок, мм (признак 3)							
Зона 1	0,83 ± 0,040	0,18	1,17	0,42	0,75	21,88	4,89
Зона 2	0,81 ± 0,020	0,09	0,99	0,62	0,37	11,26	2,52
Зона 3	0,87 ± 0,020	0,09	1,05	0,68	0,37	10,48	2,34
Total ₃	0,83 ± 0,017	0,13	1,17	0,42	0,75	15,40	1,99
Площадь поверхности одной хвоинки, см² (признак 4)							
Зона 1	4,63 ± 0,215	0,96	7,50	3,08	4,41	20,76	4,64
Зона 2	5,18 ± 0,191	0,86	6,53	3,52	3,01	16,50	3,69
Зона 3	5,66 ± 0,141	0,63	6,55	4,11	2,43	11,15	2,49
Total ₄	5,16 ± 0,119	0,92	7,50	3,08	4,41	17,81	2,30

¹Статистики: M – среднее арифметическое; ±m – ошибка репрезентативности выборочного среднего; СКО – среднеквадратическое отклонение; max – абсолютный максимум; min – абсолютный минимум; Δlim – диапазон лимитов; Cv – коэффициент вариации, %; P – относительная ошибка или точность опыта, %.

В частности, по одному из ключевых показателей, определяющих площадь хвои – ее длине – средние значения были от (1,82 ± 0,05) см (зона 1) до (2,14 ± 0,05) см (зона 2). Такое соотношение их оценок сформировало превышение в 1,176 раза, или на 0,13 см. Обобщенное для всего массива данных

среднее (вариант Total₁) установилось на уровне $(2,00 \pm 0,04)$ см. Общий диапазон лимитов ($\Delta\text{lim} = \text{max} - \text{min}$) достиг 1,46 см ($\text{max} = 2,86$ см; $\text{min} = 1,40$ см), а их отношение – 2,043. В обобщенных оценках по коэффициенту вариации ($C_v = 15,46\%$) установленная изменчивость в большей мере соответствовала низкому уровню шкалы Мамаева ($C_v = 7...15\%$). В пределах отдельной функциональной зоны города она относилась к тому же уровню, хотя и была несколько меньше: от 10,05 % (зона 3) до 17,71 % (зона 2).

Параметром, влияющим на формирование листовой поверхности хвои, выступает ее средний диаметр. Он оказался достаточно стабильным, со средними значениями от $(0,97 \pm 0,01)$ мм (зона 2) до $(1,00 \pm 0,03)$ мм (зона 3). Отмеченный баланс оценок создал превышение в 1,027 раза или на 0,01 мм. Обобщенное среднее (Total₂) составило $(0,98 \pm 0,02)$ мм, диапазон лимитов – 0,88 мм, а их отношение – 1,027. Коэффициент вариации в его обобщенных оценках ($C_v = 14,62\%$) представлял изменчивость как соответствующую низкому уровню шкалы Мамаева ($C_v = 7...15\%$). Разброс значений в пределах отдельной функциональной зоны не выровнен, и мог быть причислен к очень низкому ($C_v < 7\%$), низкому ($C_v = 7...15\%$) и среднему ($C_v = 16...25\%$) уровню принятой в проводимом анализе шкалы.

Поверхность листового аппарата ели в значительной мере определяется шириной хвоинки. Ее средние величины принимали значения от $(0,81 \pm 0,01)$ мм (зона 2) до $(0,87 \pm 0,02)$ мм (зона 3). Отмеченный характер соотношения указанных оценок сформировал превышение в 1,074 раза, или на 0,03 мм. Обобщенное для всего массива среднее (Total₃) оказалось равным $(0,83 \pm 0,02)$ мм, а соответствующий ему общий диапазон лимитов достиг 0,75 мм ($\text{max} = 1,17$ мм; $\text{min} = 0,42$ мм), при их отношении – 2,759. Коэффициент вариации рассматриваемого признака в его обобщенных оценках ($C_v = 15,40\%$) позволил отнести изменчивость к преимущественно низкому уровню шкалы Мамаева ($C_v = 7...15\%$). Изменчивость в пределах отдельной функциональной зоны и в этом случае неравномерна и относилась к низкому ($C_v = 7...15\%$) и среднему ($C_v = 16...25\%$) уровням той же шкалы.

Площадь поверхности отдельной хвоинки определяет возможности пылеудержания деревьев. В данном контексте рассеяние значений невелико, и их средние арифметические величины по вариантам опыта сравнительно выравнены: от $(4,63 \pm 0,215)$ см² до $(5,66 \pm 0,141)$ см². Разница составила 1,03 см², а отношение – 1,222. Лимиты ($\text{max} = 7,50$ см²; $\text{min} = 3,08$ см²) образовали общий диапазон в 4,41 см² и отношение, равное 2,759. Коэффициент вариации в обобщенном по всем участкам массиве данных ($C_v = 17,81\%$) соответствовал среднему уровню ($C_v = 16...25\%$) ранее выбранной шкалы, при том что в разрезе отдельных опытных участков получены преимущественно аналогичные оценки: $C_v = 20,76\%$ (зона 1) и $C_v = 16,50\%$ (зона 2). Несколько меньше они были на участке в зоне 3: $C_v = 11,15\%$.

Вывод. Ель колючая способна формировать в условиях Нижнего Новгорода нормально развитый листовый аппарат, параметры которого способны обеспечить эффективное выполнение ее деревьями, достигшими репродуктивной фазы онтогенеза, пылезадерживающей функции.

Список источников

1. Генотипическая обусловленность пигментного состава хвои плюсовых деревьев ели европейской / Н. Н. Бессчетнова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 1. С. 63–76. DOI 10.17238/issn0536-1036.2019.1.63
2. Таксационные показатели клонов плюсовых деревьев ели европейской в архиве клонов в Нижегородской области / Р. А. Воробьев [и др.] // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. XLI, № 1. С. 12–23. DOI 10.53374/1993-0135-2023-1-12-2
3. Многомерная оценка плюсовых деревьев ели европейской (*Picea abies*) по пигментному составу хвои / П. В. Ершов [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 233. С. 78–99.
4. Содержание крахмала в тканях побегов разных видов ели (*Picea A. Dietr.*) в условиях интродукции / Н. Н. Бессчетнова [и др.] // Лесной журнал. Известия высших учебных заведений. 2017. № 4. С. 57–68. DOI 10.17238/issn0536-1036.2017.4.57
5. Корреляция содержания крахмала в тканях побегов представителей рода ель (*Picea A. Dietr.*) / Н. Н. Бессчетнова, [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (49). С. 19–22. DOI 10.12737/article_5b34ff5f201623.29401443
6. Содержание запасных питательных веществ в клетках тканей годичных побегов представителей рода ель (*Picea L.*) в условиях Нижегородской области / Н. Н. Бессчетнова [и др.] // Известия вузов. Лесной журнал. 2019. № 6. С. 52–61. DOI 10.17238/issn0536-1036.2019.6.52.
7. Growth of Schrenk's Spruce (*Picea schrenkiana*) Seedlings Related to the Pre-Sowing Stimulating Seed Treatment / A. V. Kul'kova [et al.] // Lesnoy Zhurnal [Russian Forestry Journal]. 2022. № 4. С. 39–51. DOI 10.37482/0536-1036-2022-4-39-51
8. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Щербаков А. Ю. Популяционная структура географических культур ели европейской в оценках пигментного состава хвои // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 237. С. 113–134. DOI 10.21266/2079-4304.2021.237
9. Влияние технологических элементов на рост и развитие семян ели европейской при контейнерном выращивании / Н. Н. Бессчетнова [и др.] // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии : матер. междунар. научн.-

практ. конф. (Нижний Новгород, 26 сентября 2019 года). Нижний Новгород : Нижегородская ГСХА, 2019. С. 107–114.

10. Стимулирующий эффект препарата ЭкоФус в предпосевной обработке семян ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst.) / Н. Н. Бессчетнова [и др.] // Агрехимический вестник. 2017. № 2. С. 41–44.