

Научная статья

УДК: 630\*18+630\*164.8

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕМЯН ЕЛИ КОЛЮЧЕЙ В ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

Евгений Иванович Мамонов<sup>1</sup>, Владимир Петрович Бессчетнов<sup>2</sup>,  
Роман Алексеевич Воробьев<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Нижегородский государственный агротехнологический университет,  
Нижний Новгород, Россия

<sup>3</sup> Министерство лесного хозяйства и охраны объектов животного мира  
Нижегородской области, Нижний Новгород, Россия

<sup>1</sup> zmamonov@list.ru

<sup>2</sup> lesfak@bk.ru

<sup>3</sup> official@les.kreml.nnov.ru

**Аннотация.** Исследованы линейные параметры и масса семян ели колючей (*Picea pungens* Engelm., f. *glauca*), собранных в двух локациях г. Нижнего Новгорода с различной антропогенной нагрузкой. Характеристики семян репродуктивно зрелых деревьев на участках с разным уровнем загрязнения неодинаковы: по длине:  $4,03 \pm 0,02$  мм (участок, удаленный от дорог) и  $3,98 \pm 0,03$  мм (участок, граничащий с автомагистралью).

**Ключевые слова:** ель колючая, интродукция, антропогенная нагрузка, параметры семян, изменчивость

Original article

## MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF PRICKLY SPRUCE SEEDS IN LANDSCAPING OBJECTS OF NIZHNY NOVGOROD

Evgeny I. Mamonov<sup>1</sup>, Vladimir P. Besschetnov<sup>2</sup>, Roman A. Vorobyov<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Nizhny Novgorod State Agrotechnological University,  
Nizhniy Novgorod, Russia

<sup>3</sup> Ministry of Forestry and Protection of Wildlife Objects of the Nizhny  
Novgorod region, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>1</sup> zmamonov@list.ru

<sup>2</sup> lesfak@bk.ru

<sup>3</sup> official@les.kreml.nnov.ru

**Abstract.** The linear parameters and the weight of the seeds of prickly spruce (*Picea pungens* Engelm., f. *glauca*) collected in two locations of Nizhny Novgorod

with different anthropogenic load were studied. The characteristics of the seeds of reproductively mature trees, in areas with different levels of pollution, are not the same: in length:  $4.03 \pm 0.02$  mm (a site remote from roads) and  $3.98 \pm 0.03$  mm (a site bordering a highway).

**Keywords:** prickly spruce, introduction, anthropogenic load, seed parameters, variability

Действенным инструментом стабилизации экологической обстановки современных урбозкосистем выступают создаваемые на их территории древесные насаждения. Выполнение ими своих санитарно-гигиенических, декоративно-эстетических и рекреационно-бальнеологических функций определяется уровнем соответствия экологических условий городской среды биологическим особенностям используемых растений. В их числе весьма эффективны представители рода Ель (*Picea* A. Dietr.), в частности ель колючая форма голубая (*Picea pungens* Engelm., f. *glauca*). Успешность ее переноса в Среднее Поволжье обусловлена наличием здесь естественных насаждений ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), способных в зоне трансгрессии ареалов образовывать фертильные гибриды, номенклатурно обозначаемые как ель финская (*Picea* × *fennica* (Regel) Kom.) [1–4]. В регионе накоплен богатый опыт интродукции и хозяйственного использования многих видов ели [5–8], проводится их планомерное и многопрофильное изучение [5–10].

Объектом исследования выбраны одновозрастные репродуктивно зрелые деревья ели колючей, дислоцированные в двух локациях г. Нижнего Новгорода с разным уровнем антропогенной нагрузки и неодинаковой степенью загрязнения окружающей среды. Первый участок расположен на сравнительном удалении от транспортных магистралей и промышленных предприятий на территории дендрологического парка Нижегородского агротехнологического университета. Второй находится в непосредственной близости от проезжей части автомагистрали с напряженным транспортным режимом. С модельных деревьев, выделенных для каждой зоны, одновременно было собрано по 10 шишек, из которых были извлечены семена, подвергавшиеся биометрированию.

Зафиксированы отчетливые фенотипические различия в количественных морфологических характеристиках крылышка и семени ели колючей, учетные деревья которой произрастали на участках с неодинаковым фоном антропогенного загрязнения окружающей среды (табл. 1, 2). Так, на участке, расположенном на сравнительном удалении от транспортных магистралей и промышленных предприятий (см. табл. 1), средняя длина крылышка семени (признак 1) составила  $6,05 \pm 0,04$  мм, а его ширина (признак 2) –  $4,90 \pm 0,03$  мм. Те же параметры на площади, которая находилась в непосредственной близости от проезжей части городской автомагистрали (см. табл. 2), были несколько меньше и составили  $5,82 \pm 0,03$  мм и  $4,89 \pm 0,03$  мм

соответственно. Расхождения в оценках невелики, и превышение больших из них над меньшими составили: 0,23 мм, или в 1,040 раза (длина) и 0,004 мм, или в 1,001 раза (ширина).

*Таблица 1*

Параметры крылышка и семени ели колючей на первом участке<sup>1,2</sup>

Признаки	М	СКО	max	min	$\Delta_{lim}$	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Признак 1	6,05	0,63	7,50	4,00	3,50	0,04	10,44	151,51	0,66
Признак 2	4,90	0,53	7,50	3,00	4,50	0,03	10,80	146,43	0,68
Признак 3	1,25	0,15	1,86	0,91	0,95	0,01	12,37	127,82	0,78
Признак 4	29,76	5,14	52,50	15,00	37,50	0,33	17,27	91,56	1,09
Признак 5	4,03	0,33	5,00	3,50	1,50	0,02	8,23	192,06	0,52
Признак 6	1,94	0,23	2,50	1,00	1,50	0,01	12,05	131,25	0,76
Признак 7	0,005	0,002	0,008	0,001	0,007	0,0001	40,07	39,46	2,53
Признак 8	2,12	0,35	4,00	1,60	2,40	0,02	16,78	94,23	1,06
Признак 9	1,15	0,46	2,00	0,25	1,75	0,03	39,90	39,62	2,52
Признак 10	0,40	0,21	1,59	0,08	1,51	0,01	51,83	30,51	3,28

<sup>1</sup> Статистики: М – среднее арифметическое; СКО – стандартное отклонение; max – максимальное значение; min – минимальное значение;  $\Delta_{lim}$  – диапазон значений;  $\pm m$  – ошибка выборочного среднего; Cv – коэффициент вариации, %; t – критерий Стьюдента; P – относительная ошибка или точность опыта, %.

<sup>2</sup> Признаки: 1) длина крылышка, мм; 2) ширина крылышка, мм; 3) коэффициент формы крылышка; 4) коэффициент площади крылышка, см<sup>2</sup>; 5) длина семени, мм; 6) диаметр семени, мм; 7) масса семени, г; 8) коэффициент формы семени; 9) распределенная масса семени, мг/мм; 10) коэффициент плотности семени, мг/мм<sup>3</sup>.

*Таблица 2*

Параметры крылышка и семени ели колючей на втором участке<sup>1</sup>

Признаки	М	СКО	max	min	$\Delta_{lim}$	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Признак 1	5,82	0,52	7,00	4,00	3,00	0,03	8,94	176,87	0,57
Признак 2	4,89	0,41	6,00	3,50	2,50	0,03	8,29	190,83	0,52
Признак 3	1,19	0,12	1,56	0,89	0,67	0,01	10,09	156,74	0,64
Признак 4	28,55	3,98	39,00	14,00	25,00	0,25	13,94	113,39	0,88
Признак 5	3,98	0,40	5,50	2,50	3,00	0,03	9,99	158,29	0,63
Признак 6	2,00	0,29	3,00	1,00	2,00	0,02	14,72	107,41	0,93
Признак 7	0,005	0,002	0,008	0,001	0,007	0,0001	37,50	42,16	2,37
Признак 8	2,04	0,36	4,00	1,17	2,83	0,02	17,59	89,91	1,11
Признак 9	1,29	0,48	2,29	0,25	2,04	0,03	37,33	42,35	2,36
Признак 10	0,44	0,25	2,23	0,08	2,15	0,02	57,03	27,72	3,61

<sup>1</sup> Обозначения статистик и признаков, как в табл. 1.

Лимиты рассматриваемых признаков, как и формируемые ими абсолютные диапазоны значений ( $\Delta_{lim} = \max - \min$ ), также весьма близки между собой. Такая ситуация согласуется с относительной стабильностью указанных линейных параметров: коэффициенты вариации (10,44 и 10,88 %) соответствовали низкому уровню изменчивости по шкале Мамаева ( $Cv = 7 \dots 15 \%$ ).

Вполне логично, что по коэффициенту формы крылышка как отношению длины к диаметру (признак 3) и коэффициенту его площади как произведению тех же параметров (признак 4) сравниваемые между собой участки городских насаждений сохранили общие тенденции в описанном выше соотношении оценок расположенных на них насаждений. Их оценки оказались вполне сопоставимы по своей величине.

Тестируемые параметры семян столь же сходны по своим величинам при некотором повышении масштаба различий. В частности, по массе семени (признак 7) как одному из наиболее информативных показателей средние значения практически идентичны и составили по  $0,005 \pm 0,0001$  г. Линейные параметры различались в несколько большей степени:  $4,03 \pm 0,02$  мм и  $3,98 \pm 0,03$  мм (признак 5);  $1,94 \pm 0,01$  мм и  $2,00 \pm 0,02$  мм (признак 6). При этом диаметр на втором участке оказался больше, чем на первом. Фон дисперсии анализируемых показателей на сравниваемых участках примерно одинаков: 8,23 и 9,99 % (длина семени); 12,05 и 14,72 % (диаметр семени); 40,07 и 37,50 % (масса семени). При этом заметно, что каждый из признаков обладал свойственной именно ему картиной изменчивости: низкий уровень ( $C_v = 7...15$  %) – у линейных параметров и высокий ( $C_v = 35...50$  %) – у массы.

Оставшиеся признаки обладали своими средними значениями и показателями изменчивости на опытных участках. Например, коэффициент формы семени как отношение его длины к диаметру (признак 8):  $2,12 \pm 0,02$ ;  $C_v = 16,78$  % (участок 1) и  $2,04 \pm 0,02$ ;  $C_v = 17,59$  % (участок 2), что соответствует среднему уровню изменчивости ( $C_v = 16...25$  %). Распределенная масса семени как отношение массы к длине (признак 9):  $1,15 \pm 0,03$ ;  $C_v = 39,90$  % (участок 1) и  $1,29 \pm 0,03$ ;  $C_v = 37,33$  % (участок 2), что адекватно высокому уровню изменчивости ( $C_v = 36...50$  %). Таким образом, обследованные участки городских насаждений ели колючей в г. Нижнем Новгороде, расположенные в зонах с различным фоном антропогенного загрязнения среды, характеризуются сравнительной выравненностью фенотипических проявлений параметров семян и сопоставимой изменчивостью признаков.

## *Список источников*

1. Популяционная структура географических культур ели европейской в оценках пигментного состава хвои / В. П. Бессчетнов [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 237. С. 113–134. DOI 10.21266/2079-4304.2021.237.113–134
2. 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

3. 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

4. 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.

5. 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. 57–68. DOI 10.17238/issn0536-1036.2017.4.57

6. 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

7. 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

8. 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

9. Сезонные изменения пигментного состава хвои представителей рода ель в Нижегородской области / А. В. Кулькова [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 22–39. DOI 10.21266/2079-4304.2021.235.22-39

10. Рост сеянцев ели Шренка (*Picea schrenkiana*) в условиях интродукции в Нижегородскую область / Н. Н. Бессчетнова [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 238. С. 67–87. DOI 10.21266/2079-4304.2022.238.67-87