

УДК 630*165.51

DOI: 10.15393/j2.art.2018.4203

Статья

Изменчивость вегетативных и генеративных органов лиственницы ольгинской в условиях интродукции

Максим А. Лавренов¹, Сергей Б. Васильев¹ и Вячеслав А. Борисов^{1, *}

¹ Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1; E-Mails: MaxLavrenov93@mail.ru (М. Л.), svasilyev@mgul.ac.ru (С. В.), vborisov@bmstu.ru (В. Б.)

* Автор, с которым следует вести переписку; E-Mail: vborisov@rambler.ru (В. Б.); Tel.: +7(910)4201702.

Получена: 21 сентября 2018 / Принята: 29 сентября 2018 / Опубликовано: 10 октября 2018

Аннотация: Статья посвящена анализу изменчивости вегетативных и генеративных органов лиственницы ольгинской, произрастающей в условиях интродукции, на примере условий Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина (г. Москва). Анализировались морфологические признаки семян (длина и ширина семян), шишек (длина шишек, ширина шишек, число чешуй в шишках) и хвои (длина хвои). Дана оценка связи между данными признаками на основании расчёта коэффициента корреляции (r) и корреляционного отношения (η). Проведённый анализ статистических показателей между количественными признаками лиственницы ольгинской и лиственницы даурской подтверждает принадлежность данных пород к разным видам.

Ключевые слова: интродукция, изменчивость морфологических признаков, лиственница ольгинская.

DOI: 10.15393/j2.art.2018.4203

Article

Variability of vegetative and generative organs of introduced Korean Dahurian larch

Maksim Lavrenov¹, Sergey Vasiliev¹ and Vyacheslav Borisov^{1,*}

¹ Moscow State Technical University named after N. E. Bauman (Mytishchi branch), 141005, Moscow region, Mytishchi, ul. 1-I Institutskaya, 1; E-Mails: MaxLavrenov93@mail.ru (M. L.), svasilyev@mgul.ac.ru (S. V.), vborisov@bmstu.ru (V. B.)

* Author to whom correspondence should be addressed; E-Mail: vborisov@rambler.ru (V. B.); Tel.: +7(910)4201702.

Received: 21 September 2018 / Accepted: 29 September 2018 / Published: 10 October 2018

Abstract: The article analyzes the variability of vegetative and generative organs of Korean Dahurian larch (*Larix olgensis*) growing in the conditions of introduction, on the example of conditions of the Tsytsin Main Moscow Botanical Garden. Morphological characters of seeds (length and width of seeds), cones (length of cones, width of cones, number of scales in cones) and needles (length of needles) were analyzed. The relation between these characters is estimated based on the calculation of the correlation coefficient (r) and the correlation ratio (η). The statistical indicators analysis of the quantitative characteristics of Korean Dahurian larch and Dahurian larch confirms the conclusion that these larches belong to different species.

Keywords: introduction; variability of morphological features; Korean Dahurian larch

1. Постановка проблемы

В настоящее время описано восемь естественно произрастающих в России видов лиственницы [1]. Однако не обо всех видах лиственниц есть одинаково полные данные. Самые неполные данные существуют о таких дальневосточных лиственницах, как, например, лиственница ольгинская [2]. Вопрос о её систематическом положении и чётких диагностических признаках до сих пор до конца не разрешён [3].

Так, например, И. Ю. Коропачинский, ставя под сомнение видовую самостоятельность лиственницы ольгинской, пишет, что она нуждается в дополнительном изучении [4], [1].

На основании того, что «систематика лиственниц, как и других хвойных, главным образом основана на строении генеративных и вегетативных органов» [3], целью настоящей работы является исследование изменчивости шишек, семян и хвои лиственницы ольгинской.

Согласно многоязычной универсальной интернет-энциклопедии [5], лиственница ольгинская по международной классификации является разновидностью лиственницы Гмелина (лиственницы даурской).

Так, в труде «Хвойные породы» (1954) О. Г. Каппер, давая лесоводственную характеристику роду лиственница, кратко упомянул лиственницу ольгинскую, отметив, что многие авторы относят её к географической разновидности лиственницы даурской. Так, он пишет, что помимо сильно опушённых молодых ветвей и удлинённых шишек с бархатистыми семенными чешуйками, прочие признаки приближаются к признакам лиственницы даурской [6].

На основе этого нами проведён сравнительный анализ морфологических признаков лиственницы ольгинской и лиственницы даурской.

Впервые лиственница ольгинская была описана в 1914 г. А. Генри [1]. Работа, в результате которой лиственница ольгинская признавалась как самостоятельный вид, была проделана в том числе В. Ю. Минхайдаровым, который дал ей комплексную характеристику, как одной из ценных реликтовых пород Приморского края [3]. Однако автор, рассматривая изменчивость морфологического строения вегетативных и генеративных органов, не учитывал такие количественные признаки, как длину шишки, ширину шишки и количество чешуй в шишке.

Также научной новизной нашей работы является исследование лиственницы ольгинской, произрастающей в условиях интродукции (в г. Москве).

2. Материалы и методы

Объектом исследований является лиственница ольгинская (*Larix olgensis* A. Henry), выращенная в Главном ботаническом саду им. Н. В. Цицина, где она интродуцируется с 1972 г. Экземпляры (25 шт.) получены с Дальнего Востока, из Пекина (Китай). В озеленении г. Москвы отсутствует [7].

Главный ботанический сад РАН находится на севере г. Москвы. Дендрологическая коллекция занимает 75 га центральной части сада, представляющей собой восточный склон моренного плато, сложенного красно-бурыми валунными суглинками. Почвы дерново-среднеподзолистые, суглинистые [7].

В результате исследования изменчивости вегетативных и генеративных органов лиственницы ольгинской нами продемонстрирован объём генеральной выборки (N), наибольшее и наименьшее значение признака (X_{\max} и X_{\min} соответственно), средняя арифметическая величина признака ($X_{\text{ср}}$), среднее квадратическое отклонение для выборки (S), ошибка средней арифметической величины признака ($S_{\bar{x}}$), коэффициент вариации (V), показатель точности опыта (P).

Оценка коэффициента вариации проводилась по шкале изменчивости признаков С. А. Мамаева [8], [9]. Оценка наследования количественных признаков рассчитана по методу В. М. Роне [9], [10].

Полученные результаты сравнивались с нашими данными по изменчивости морфологических признаков лиственницы даурской, произрастающей в естественных условиях обитания и в схожих климатических условиях в г. Москве.

Дана оценка связи между данными признаками на основании расчёта коэффициента корреляции (r) и корреляционного отношения (η).

3. Результаты и их обсуждение

Эндогенная изменчивость. Согласно С. А. Мамаеву: «Эндогенная изменчивость — это изменчивость признаков в пределах особи. В основе эндогенной изменчивости организма лежат две причины. Это, во-первых, биологические особенности роста и развития данного вида, обуславливающие взаимокорреляцию органов в пределах индивидуума. Во-вторых, огромное значение имеют особенности взаимодействия органов растения с внешней средой» [8].

При исследовании эндогенной изменчивости морфологических признаков лиственницы ольгинской (таблица 1) мы учитывали длину шишек, ширину шишек, количество чешуй в шишке и длину хвои.

Таблица 1. Эндогенная изменчивость морфологических признаков лиственницы ольгинской

Район исследования	Пределы коэффициента вариации			
	Длина шишки	Ширина шишки	Количество чешуй в шишке	Длина хвои
г. Москва (ГБС им. Н. В. Цицина)	9,1—16,9	14,9—24,1	10,1—17,2	14,5—28,7

Из таблицы 1 видно, что изменчивость морфологических признаков шишек варьирует на низком и среднем уровне, длина хвои — на среднем и высоком уровне.

При исследовании индивидуальной изменчивости вегетативных и генеративных органов лиственницы ольгинской мы учитывали морфологические признаки шишек, семян и хвои (таблица 2).

Таблица 2. Индивидуальная изменчивость вегетативных и генеративных органов лиственницы ольгинской

Морфологический признак	N, шт	X _{max} , мм	X _{min} , мм	X _{ср} , мм	S, мм	S \bar{x} , мм	V, %	P, %
Длина шишек	150	46	28	38,6	3,9	0,6	10,2	1,4
Ширина шишек	150	28	10	19,6	4,6	0,6	23,3	3,3
Количество чешуй в шишке	150	93	63	76,7	8,1	1,2	10,6	1,5
Длина семян	100	4,1	2,5	3,3	0,5	0,07	14,8	2,1
Ширина семян	100	2,8	1,0	1,8	0,5	0,07	26,4	3,7
Длина хвои	200	27	11	21,5	4,1	0,6	18,9	2,7

Таким образом, при исследовании шишек лиственницы ольгинской в условиях интродукции нами установлено, что средняя длина шишки составляет $3,9 \pm 0,06$ см, средняя ширина шишки — $2,0 \pm 0,06$ см, среднее количество чешуй в шишке — $76,7 \pm 1,2$ шт. Средняя длина семян $3,3 \pm 0,07$ мм, средняя ширина семян $1,8 \pm 0,07$ мм. Средняя длина хвои $2,2 \pm 0,06$ см.

Признаки длина шишек и количество чешуй в шишке варьируют на низком уровне. Длина семян и длина хвои показывают средний уровень вариации. Ширина шишек и ширина семян оказываются самыми нестабильными признаками, показывая высокий уровень изменчивости.

Опыт можно считать достаточно точным, так как показатель P не превышает 5 % во всех приведённых случаях.

Степень генетической детерминации количественных признаков может характеризовать коэффициент наследования в широком смысле (H2), результаты расчёта которого представлены в таблице 3.

Из таблицы 3 видно, что менее генетически детерминирован признак длина хвои (42 %), а наиболее детерминированный генетический признак — число чешуй в шишке (59 %).

При оценке **показателей связи морфологических признаков** шишек лиственницы ольгинской мы рассмотрели связь между: 1) длиной шишки (x) и её шириной (y), 2) длиной шишки (x) и количеством чешуй в шишке (y), 3) шириной шишки (x) и количеством чешуй в шишке (y). Вычисления проводились по методике Н. Н. Свалова для малой выборочной совокупности (таблица 4) [11].

Таблица 3. Коэффициенты наследования вегетативных и генеративных органов лиственницы ольгинской

Район исследования	Коэффициенты наследования					
	Длина шишки	Ширина шишки	Число чешуй в шишке	Длина семян	Ширина семян	Длина хвои
г. Москва (ГБС им. Н. В. Цицина)	0,52	0,47	0,59	0,49	0,47	0,42

Таблица 4. Определение коэффициента корреляции при малом числе наблюдений

Исследуемые признаки	x_{cp}	y_{cp}	Сумма произведения отклонений	Сумма квадратов отклонений		r	S_r
				x^2	y^2		
Длина шишки (см) и ширина шишки (см)	3,86	2,0	1,01	0,69	1,54	0,98	0,12
Длина шишки (см) и количество чешуй в шишке (шт.)	3,86	82	20,6	0,69	728	0,92	0,23
Ширина шишки (см) и количество чешуй в шишке (шт.)	2,0	82	27,4	1,54	728	0,82	0,33

Таким образом, у всех рассматриваемых признаков наблюдается тесная прямолинейная связь. Из 100 некоторых факторов, действующих на изменение длины и ширины шишки, наибольшее их количество действует в направлении изменения обоих признаков в одинаковом направлении.

При определении прямолинейного (r) и криволинейного (η) показателей связи морфологических признаков семян (таблица 5) за независимый признак (x) взят длина семени, а ширина семени выражена как зависимый признак (y).

Таблица 5. Определение показателей r и η для длины и ширины семян

Исследуемые признаки	m_{1x}	m_{2x}	m_{1y}	m_{2y}	m_{1xy}	$m_{2y/x}$	S'_x	S'_y	r	η
Длина и ширина семени, мм	0,78	6,7	0,68	5	1,6	1,069	2,468	2,130	0,261	0,377

Коэффициент корреляции (r) указывает на слабую прямолинейную связь между длиной и шириной семени. Также данный показатель говорит о том, что из 1000 каких-то факторов, действующих на изменение признаков, 261 действует на изменение обоих признаков в одинаковом направлении. Криволинейная связь умеренная.

Далее представлены расчёт ошибки коэффициента корреляции (S_r) и корреляционного отношения (S_η), а также мера и критерий криволинейности (κ и t_κ) (таблица 6).

Таблица 6. Оценка связи между длиной и шириной семени

Исследуемые признаки	S_r	S_η	t_r	t_η	S_κ	κ	t_κ
Ширина семени, мм (X)	0,133	0,123	1,961	3,076	0,072	0,074	1,033
Длина семени, мм (Y)							

Коэффициенты t_r и t_η указывают на то, что показатель прямолинейной связи между длиной и шириной семени незначим, а показатель криволинейной связи значим (так как t_η больше табличного критерия t).

Однако мера криволинейности (κ) и критерий криволинейности t_κ указывают на отсутствие криволинейной связи в том числе, так как κ близок к 0 и t_κ меньше табличного критерия t .

Таким образом, связь прямая, прямолинейная, слабая. Такую связь нельзя использовать в практических целях.

Сравнительный анализ морфологических признаков лиственницы ольгинской и лиственницы даурской. Сравнивалась изменчивость морфологических признаков лиственницы ольгинской с лиственницей даурской, произрастающей в естественных условиях обитания и в зоне интродукции в г. Москве (таблица 7).

Таблица 7. Изменчивость морфологических признаков лиственницы ольгинской и лиственницы Гмелина

Вид	Район исследования	Длина шишки		Ширина шишки		Количество чешуй в шишке		Длина хвои	
		$X_{ср}$, мм	V, %	$X_{ср}$, мм	V, %	$X_{ср}$, мм	V, %	$X_{ср}$, мм	V, %
Лиственница ольгинская	г. Москва	38,6	10,2	19,6	23,3	76,7	10,6	21,5	18,9
Лиственница даурская	г. Москва	18,4	15,8	13,2	14,4	26,7	14,2	20,3	21,3
	Хабаровский край	16,7	16,2	11,6	14,7	24,2	11,8	15,0	27,4

При описании лиственницы ольгинской Е. Г. Бобровым [2], В. Ю. Минхайдаровым [3], Л. И. Милютиным [12], А. П. Абаймовым и др. [1] авторами не учитывались изменчивость таких количественных признаков лиственницы ольгинской, как длина и ширина шишки, количество чешуй в шишке и длина хвои. Поэтому приводим сравнительный анализ данных признаков и выводы только на основании наших исследований.

Из таблицы 7 видно, что все исследованные нами параметры лиственницы ольгинской выше, чем у лиственницы даурской, произрастающей как в естественных условиях, так и в тех же климатических условиях, в зоне интродукции в г. Москве (в ГБС им. Н. В. Цицина). Особенно превышает разница в количестве семенных чешуй — у лиственницы ольгинской чешуй в шишке больше примерно в 3 раза, чем у лиственницы даурской (на 287—317 %). Наименьшая разница между данными видами в длине хвои. Однако этот признак варьирует на среднем и высоком уровне, что может не позволять считать его диагностическим видовым признаком.

Признаки длина шишек и количество чешуй в шишке варьируют на низком уровне, что даёт основание считать их диагностическими видовыми признаками.

Признак ширина шишек варьирует на высоком уровне, что объясняется неустойчивостью данного признака, так как он, на что указывали М. В. Круклис и Л. И. Милютин [13], зависит не только от генетических и экологических факторов формирования шишки, но и от степени раскрытия её чешуй.

При исследовании эндогенной и индивидуальной изменчивости длины хвои нами установлена средняя и высокая вариация данного признака. У лиственницы даурской данный признак варьирует на высоком уровне, что может затруднять использование данного признака для сравнительного анализа.

Коэффициенты наследования указывают на генетическую детерминацию, выраженную в значении более 50 %, для признаков длина шишки и количество чешуй в шишке. Прочие признаки выражены менее 50 %

Между всеми исследованными морфологическими признаками шишек выявлена тесная прямолинейная связь.

Выводы

При сравнении лиственницы ольгинской, интродуцированной в г. Москве, с лиственницей даурской, интродуцированной в те же условия, а также произрастающей в естественных условиях, по длине шишек и количеству чешуй в шишке нами установлено, что:

— средняя длина шишек лиственницы ольгинской превосходит лиственницу даурскую, интродуцированную в те же условия и произрастающую в естественных условиях, по тому же показателю более чем в 2 раза (на 209,8 % и 232,1 % соответственно);

— среднее количество чешуй в шишке лиственницы ольгинской больше, чем у лиственницы даурской в зоне интродукции и в естественных условиях примерно в 3 раза (на 287,3 % и 316,9 % соответственно).

Таким образом, продемонстрированная нами разница между количественными признаками лиственницы ольгинской и лиственницы даурской может указывать на то, что данные породы относятся к разным видам, однако, при этом очевидно, что данных результатов недостаточно для точного ответа на поставленную проблему. Необходимо, например, проанализировать изменчивость данных морфологических признаков в естественных условиях произрастания.

Список литературы

1. Биоразнообразие лиственниц Азиатской России / А. П. Абаимов [и др.]. — Новосибирск : Гео, 2010. — 157 с.
2. Бобров, Е. Г. История и систематика лиственниц / Е. Г. Бобров. — Ленинград : Наука, 1972. — 96 с.
3. Минхайдаров, В. Ю. Лиственница ольгинская (*Larix olgensis* A. Henry) в Приморском крае (систематика, география, лесоводственные свойства, ресурсы) : дис. ... канд. биол. наук: 03.00.32 / Владислав Юрьевич Минхайдаров. — Уссурийск, 2008. — 202 с.
4. Сосудистые растения Советского Дальнего Востока / под ред. С. С. Харкевича. — Ленинград : Наука, 1989. — Т. 4. — С. 18—20.
5. Википедия — свободная энциклопедия. Лиственница ольгинская [Электронный ресурс]. — URL: <http://wikipedia.org>.
6. Каппер, О. Г. Хвойные породы / О. Г. Каппер. — Москва ; Ленинград : Гослесбумиздат, 1954. — 303 с.
7. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / отв. ред. А. С. Демидов ; Гл. ботан. сад им. Н. В. Цицина. — Москва : Наука, 2005. — 586 с.
8. Мамаев, С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С. А. Мамаев. — Москва : Наука, 1973. — 284 с.
9. Погиба, С. П. Методы количественной генетики в лесной селекции / С. П. Погиба, Г. А. Курносов, Е. В. Казанцева. — Москва : МГУЛ, 1999. — 31 с.
10. Роне, В. М. Генетический анализ лесных популяций / В. М. Роне. — Москва : Наука, 1980. — 158 с.
11. Свалов, Н. Н. Вариационная статистика : пособие для студентов лесохозяйственного факультета / Н. Н. Свалов. — Москва : МЛТИ, 1983. — 79 с.
12. Милютин, Л. И. Биоразнообразие лиственниц России / Л. И. Милютин // Хвойные бореальной зоны. — 2003. — Вып. 1. — С. 6—9.
13. Круклис, М. В. Лиственница Чекановского / М. В. Круклис, Л. И. Милютин. — Москва : Наука, 1977. — 210 с.

References

1. Biodiversity of larch trees of Asian Russia / A. P. Abaimov [et al.]. — Novosibirsk : Geo, 2010. — 157 p.
2. Bobrov, E. G. the History and taxonomy of larches / E. G. Bobrov. — Leningrad : Publishing house of Science, 1972. — 96 p.
3. Mirhaydarov, V. Y. Olginskaya Larch (*Larix olgensis* A. Henry) in Primorsky region (systematics, geography, silvicultural, properties, resources) : dis. kand. biol. sciences: 03.00.32 / Vladislav Yuryevich Mirhaydarov. — Ussuriysk, 2008. — 202 p.

4. Vascular plants of the Soviet Far East / ed. S. S. Kharkevich. — Leningrad : Science, 1989. — Vol. 4. — P. 18—20.
5. Wikipedia is a free encyclopedia. Larch Olginskaya [Electronic resource]. — URL: <http://wikipedia.org>.
6. *Kapper, O. G.* Conifers / O. G. Kapper. — Moscow ; Leningrad : Goslesbumizdat, 1954. — 303 p.
7. Woody plants of the main Botanical garden. N. In. Tsitsin RAS: 60 years of introduction / ed. ed. A. S. Demidov; CH. Nerd. Garden them. N. In. Tsitsin. — Moscow : Science, 2005. — 586 p.
8. *Mamaev, S. A.* Forms of intraspecific variability of woody plants / S. A. Mamaev. — Moscow : Science, 1973. — 284 p.
9. *Perish, S. P.* Methods of quantitative genetics in forest selection / S. P. Perish, G. A. Kurnosov, E. V. Kazantseva. — Moscow : MGUL, 1999. — 31 p.
10. *Rone, V. M.* Genetic analysis of forest populations / V. M. Rone. — Moscow : Science, 1980. — 158 p.
11. *Svalov, N. N.* Variation statistics: manual for students of the faculty of forestry / N. N. Svalov. — Moscow : MLTI, 1983. — 79 p.
12. *Milyutin, L. I.* Biodiversity of larch trees of Russia / L. I. Milyutin // Coniferous boreal zone. 2003. — Issue. 1. — P. 6—9.
13. *Krulkis, M. V.* Larix Czekanowski / M. V. Krauklis, L. I. Milyutin. — Moscow : Science, 1977. — 210 p.