

Научная статья
УДК 575.2(571.55)
DOI: 10.37482/0536-1036-2022-4-70-90

Изменчивость признаков генеративных органов лиственницы Гмелина в условиях Восточного Забайкалья

В.П. Макаров[✉], канд. биол. наук, ст. науч. сотр.; ResearcherID: [AAZ-3029-2020](https://orcid.org/0000-0001-8882-9339),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8882-9339>

О.Ф. Малых, науч. сотр.; ResearcherID: [AAZ-5119-2020](https://orcid.org/0000-0002-0752-9391),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0752-9391>

Т.В. Желибо, аспирант; ResearcherID: [AAZ-4061-2020](https://orcid.org/0000-0002-4444-2463),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4444-2463>

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, ул. Недорезова, д. 16 а, г. Чита, Забайкальский край, Россия, 672014; vm2853@mail.ru[✉], mas16o@yandex.ru, zhelibot@mail.ru

Поступила в редакцию 01.10.20 / Одобрена после рецензирования 29.12.20 / Принята к печати 11.01.21

Аннотация. В Забайкальском крае площадь лесной растительности составляет 86,6 % от общей территории. Доминирующей лесной породой является лиственница Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.), занимающая около 57 % от земель лесного фонда. Уменьшение площади лесов и количества отдельных лесных пород, в частности лиственницы Гмелина, из-за потепления климата и, как следствие, учащения лесных пожаров, сокращения ареалов произрастания древостоев, их деградации; из-за рубок, в том числе незаконных, может привести к потере генетических ресурсов. Ценные для хозяйственного использования насаждения и лесные породы необходимы для восстановления лесов, создания искусственных насаждений. Из потребности воспроизводства лесных насаждений с желаемыми признаками и свойствами вытекает потребность в информации о генетических и фенотипических признаках, свойствах растений. В Забайкальском крае такой информации в настоящее время недостаточно. Цель исследований – установить фенотипическую изменчивость признаков генеративных органов лиственницы Гмелина на территории Забайкальского края, а также их связь с условиями произрастания. В результате экспедиционных исследований в Забайкальском крае изучены признаки генеративных органов 40 ценопопуляций лиственницы Гмелина. Установлена эндогенная, популяционная и географическая изменчивость, корреляционная зависимость признаков от географического расположения насаждений, экологических условий местообитания. Выявлены корреляционные связи между признаками, указано расположение перспективных для отбора семенного материала насаждений лиственницы. Дана характеристика генеративных органов лиственницы, сделаны выводы об уровнях эндогенной, популяционной и географической изменчивости признаков генеративных органов. Установлены значительные и умеренные корреляционные связи между признаками. Ряд признаков генеративных органов умеренно корреляционно связан с широтой, долготой местообитания и высотой над уровнем моря, а также с экспозицией и крутизной склона, типом гидротопа. Результаты исследований будут полезны при работах по селекции лиственницы, выделению подходящих для отбора семян насаждений, при анализе закономерностей изменчивости лиственницы в пределах региона.



Ключевые слова: лиственница Гмелина, генеративные признаки, изменчивость признаков, корреляция с условиями местообитания, Забайкальский край

Для цитирования: Макаров В.П., Малых О.Ф., Желибо Т.В. Изменчивость признаков генеративных органов лиственницы Гмелина в условиях Восточного Забайкалья // Изв. вузов. Лесн. журн. 2022. № 4. С. 70–90. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-4-70-90>

Original article

Variability in Traits of Gmelin Larch Generative Organs in Eastern Transbaikalia

Vladimir P. Makarov[✉], Candidate of Biology, Senior Research Scientist; ResearcherID: [AAZ-3029-2020](https://orcid.org/0000-0001-8882-9339), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8882-9339>

Olga F. Malykh, Research Scientist; ResearcherID: [AAZ-5119-2020](https://orcid.org/0000-0002-0752-9391), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0752-9391>

Tatyana V. Zhelibo, Postgraduate Student; ResearcherID: [AAZ-4061-2020](https://orcid.org/0000-0002-4444-2463), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4444-2463>

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, ul. Nedorezova, 16 a, Chita, Zabaykalsky Krai, 672014, Russian Federation; vm2853@mail.ru[✉], mas16o@yandex.ru, zhelibo@mail.ru

Received on October 1, 2020 / Approved after reviewing on December 29, 2020 / Accepted on January 11, 2021

Abstract. Forest vegetation in Zabaykalsky Krai covers 86.6 % of the total area. The dominant forest species is Gmelin larch (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.), which occupies about 57 % of the forest lands. The area of forests and the amount of certain forest species, in particular Gmelin larch, is decreasing due to climate warming and, as a consequence, the increased number of forest fires, reduction of the range of growing stands, their degradation, as a result of logging including illegal logging. This can lead to the loss of genetic resources. Plantations and forest species valuable for economic use are necessary for the restoration of forests and the creation of artificial plantations. The need for information on genetic and phenotypic traits and properties of plants emerges from the need to reproduce forest plantations with desired features and properties. Such information is currently insufficient in Zabaykalsky Krai. The research aims to determine the phenotypic variability of traits of Gmelin larch generative organs in Zabaykalsky Krai, as well as their relationship with the site conditions. The traits of generative organs of 40 Gmelin larch cenopopulations were studied as a result of expeditionary research in Zabaykalsky Krai. We have found endogenous, population and geographic variability, correlation dependence of traits on the geographic location of plantations, and ecological conditions of the habitat. Correlations between the traits were revealed, and the location of promising larch plantations for selection of seed material was specified. The larch generative organs are described, conclusions on the levels of endogenous, population, and geographic variability of generative organ traits are drawn. Significant and moderate correlations between traits have been found. A number of traits of generative organs are moderately correlated with latitude, longitude of habitat and altitude above sea level, as well as with exposure and steepness of slope, type of hydrotope. The research results will be



useful in larch breeding, selection of plantings for seed productivity, as well as for analyzing the patterns of larch variability within the region.

Keywords: Gmelin larch, generative traits, variability of traits, correlation with habitat conditions, Zabaykalsky Krai

For citation: Makarov V.P., Malykh O.F., Zhelibo T.V. Variability in Traits of Gmelin Larch Generative Organs in Eastern Transbaikalia. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2022, no. 4, pp. 70–90. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-4-70-90>

Введение

Рассматриваются результаты исследования изменчивости генеративных признаков лиственницы Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.) в Восточном Забайкалье. Лиственница Гмелина здесь – преобладающая древесная порода. Лишь в юго-восточной части региона, на границе с Бурятией и Монголией, встречаются популяции лиственницы сибирской и гибридной формы лиственницы сибирской и Гмелина – лиственницы Чекановского (*Larix x czekanowskii* Szafer).

Регион слабо исследован в отношении биологического разнообразия древесных пород в целом и лиственницы в частности. Существует ряд публикаций, посвященных лиственнице в Восточной Сибири, однако они в малой мере связаны с лиственницей Гмелина в Забайкальском крае [1–6, 9, 12, 13]. В Китае, в северо-восточных областях, произрастают лиственница Гмелина и родственные ей лиственница Рупрехта (*Larix principis Rupprechtii* Mayr) и лиственница ольгинская (*Larix olgensis* A. Henry). Здесь также ведутся исследования изменчивости и биологических свойств этих пород [16–22].

Экологические условия Восточного Забайкалья определяются горным рельефом, местоположением региона на границе тайги и сухих степей, контрастами летних и зимних температур, рекордной продолжительностью солнечного сияния, низкой влажностью воздуха зимой и летом, почти полным отсутствием снегового покрова зимой на значительной территории. Такие условия произрастания обуславливают своеобразие древесных пород. На географическую изменчивость лиственницы влияет также отсутствие в ее пыльце воздушных мешков (пыльца не разносится на значительные расстояния).

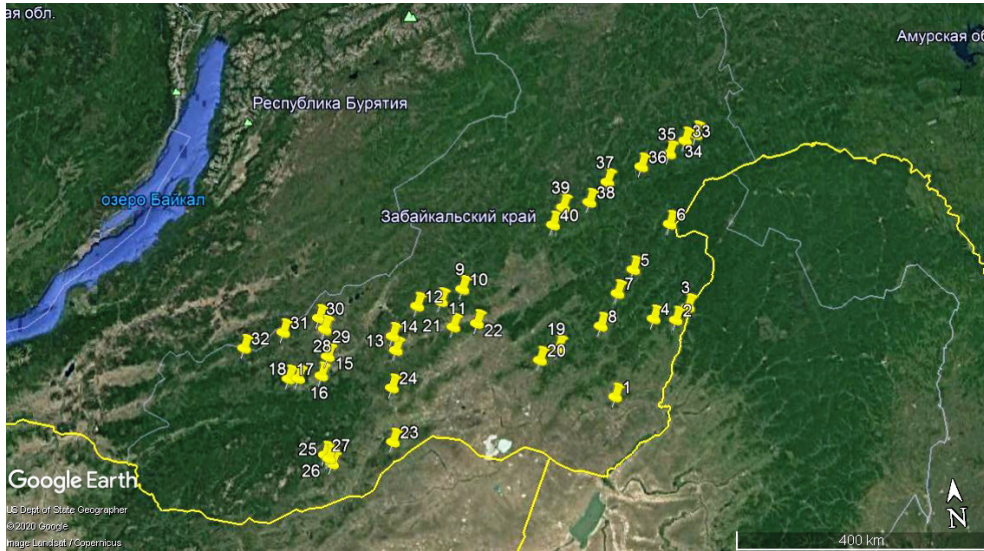
Цель исследований – выявление морфологической изменчивости лиственницы Гмелина на территории Забайкальского края как значительной части Восточной Сибири и корреляционной связи морфологических признаков генеративных органов с географическими параметрами и условиями местообитания ценопопуляций лиственницы.

Будущее лесоводства в нашей стране (и в мире) может базироваться на воспроизводстве высокопродуктивных и устойчивых к различным экологическим факторам древесных пород. Для этого необходима информация о морфологическом и генетическом разнообразии, физиологических свойствах древесных пород, которая поможет отобрать ценопопуляции в природе и создать на их основе сорта древесных растений с желаемыми признаками и свойствами. Наши исследования могут стать вкладом в разработку данного направления.

Объекты и методы исследования

Исследования проведены в Забайкальском крае в 2007–2012 гг. в бассейнах рек Восточного Забайкалья Аргунь, Ингода, Онон, Хилок и Шилка.

Для снижения учета влияния конкурентных отношений между деревьями на развитие генеративных органов пробные площади (ПП) размещали в естественно разреженных насаждениях лиственницы Гмелина с низкой сомкнутостью крон. Всего исследовано 40 ценопопуляций лиственницы Гмелина (см. рисунок).



Расположение ПП лиственницы Гмелина (цифры – № ПП)

Location of Gmelin larch sample plots (the figures indicate the numbers of the sample plots)

На ПП фиксировали географические координаты, высоту над уровнем моря, крутизну и направление склона, тип гидротопы по Погребняку П.С. [15], мощность и гранулометрический состав почвы, тип растительного сообщества, давали общую характеристику древостоя. ПП располагались на высоте от 480 до 1014 м над ур. м., крутизна склонов достигала 40°. Средний возраст древостоя, диаметр и высота составили соответственно 50–60 лет, 30–35 см и 17–20 м. Сомкнутость насаждений варьировала от 5 до 50 % (табл. 1).

В насаждениях лиственницы отбирали произвольно, как правило, 30 деревьев. С юго-восточной стороны в средней части кроны дерева также произвольно собирали в тканевые мешочки шишки по 30–100 шт. В лабораторных условиях после подсыхания шишек при комнатной температуре и полного раскрытия семенных чешуй измеряли длину и ширину 10 шишек с каждого дерева, длину и ширину семенных чешуй, подсчитывали число семенных чешуй на шишке.

Угол отклонения семенных чешуй от оси шишки измеряли с помощью транспортира. По шкале: 1 – округлая, 2 – прямосрезанная, 3 – зазубренная, 4 – слабовыемчатая, 5 – выемчатая – определяли форму верхнего края семенной чешуи. Коэффициент формы шишки устанавливали путем деления ширины шишки на ее длину, форму – по шкале: коэффициент формы шишки < 1,0 – яйцевидная; 1,0 – шаровидная; > 1,0 – широкояйцевидная. Для математического анализа полученных данных использовали программу Microsoft Office Excel 2007. Изменчивость генеративных признаков (эндогенную, индивидуальную и популяционную) оценивали по шкале Мамаева С.А. (CV, %): < 7 – уровень изменчивости очень низкий; 7–15 – низкий; 16–25 – средний; 26–35 – повышенный; 36–50 – высокий; > 50 – очень высокий) [14].

Таблица 1

Характеристика местообитания ценопопуляций лиственницы Гмелина
Habitat characteristics of Gmelin larch cenopopulations

№ ПП	Район исследований	Координаты, ...°		Высота над ур. м.	Экспозиция склона	Крутизна склона, ...°	Мощность почвы, см	Гранулометрический состав почвы	Тип гидро-топа
		с. ш.	в. д.						
<i>Бассейн р. Аргунь</i>									
1	пос. Кличка	51,423978	118,135639	960	Западный	35	< 30	Супеси	Сухие
2	с. Н. Завод	51,338967	119,635657	740	Северный	3	< 30	Пески	Свежие
3	с. Ишага	51,486078	119,939194	580	Восточный	30	< 60	Супеси	Свежие
4	с. Солонцы	51,398283	119,163172	730	Южный	0	< 60	Пески	Свежие
5	с. Батакан	52,086994	118,861792	690	Северный	3	< 30	Пески	Свежие
6	с. Будюмкан	52,627753	119,80325	480	Южный	5	< 60	Пески	Сухие
7	с. Кунгара	51,797940	118,45280	651	Южный	5	< 60	Пески	Свежие
8	с. Шахтама	51,389720	118,00650	894	Западный	25	< 30	Супеси	Свежие
<i>Бассейн р. Ингода</i>									
9	с. Талача 1	52,064472	115,097389	792	Западный	15	< 30	Пески	Сухие
10	с. Талча 2	52,063944	115,095278	760	Пологий	0	< 30	Суглинки	Сырые
11	с. Урульга	51,919444	114,610778	715	Западный	15	< 30	Пески	Сухие
12	с. Маккавеево	51,879139	114,091167	825	Юго-восточный	10	< 60	Суглинки	Свежие
13	с. Оленгуй	51,306000	113,570139	833	Пологий	0	< 60	Суглинки	Сырые
14	с. Елизаветино	51,497222	113,516361	670	Пологий	0	< 30	Супеси	Влажные
15	с. Аблатукан	51,262861	112,092139	854	Пологий	0	< 60	Суглинки	Сырые
16	с. Шехолан	51,006500	111,936556	803	Западный	35	< 30	Пески	Сухие
17	с. Арей	50,977130	111,228044	1014	Западный	5	< 30	Супеси	Свежие
18	с. Новосалия	50,979361	111,434972	905	Юго-восточный	3	< 30	Пески	Влажные
<i>Бассейн р. Онон</i>									
19	с. Гирюнино	51,153110	117,047960	847	Восточный	5	< 60	Пески	Свежие
20	с. Турга	51,024890	116,632050	927	Северо-западный	15	< 30	Суглинки	Свежие
21	с. Зуголай	51,568400	114,840000	852	Южный	0	> 60	Суглинки	Сырые
22	г. Первомайск	51,591150	115,355350	850	Северо-западный	5	< 60	Пески	Свежие
23	хр. Эрмана	50,079300	113,398340	892	Северо-западный	5	< 30	Супеси	Сухие
24	с. Алханай	50,80692	113,44053	883	Пологий	0	< 60	Пески	Свежие
25	р. Былыра	49,887000	112,028560	1180	Юго-восточный	5	< 30	Супеси	Сухие

Окончание табл. 1

№ ПП	Район исследований	Координаты, ...°		Высота над ур. м.	Экспозиция склона	Крутизна склона, ...°	Мощность почвы, см	Гранулометрический состав почвы	Тип гидротопы
		с. ш.	в. д.						
26	с. Мордой	49,815030	112,092130	1158	Южный	5	< 30	Супеси	Сухие
27	р. Большой Улетуй	49,938300	111,948020	1056	Юго-восточный	5	< 30	Супеси	Сухие
<i>Бассейн р. Хилок</i>									
28	р. Улетка	51,633590	112,045610	980	Пологий	0	< 30	Пески	Влажные
29	р. Богдарин	51,622100	112,050670	967	Северо-западный	10	< 30	Пески	Свежие
30	пос. Могзон	51,781200	111,928370	923	Южный	5	< 30	Пески	Сухие
31	с. Харагун	51,603250	111,132600	894	Пологий	0	< 60	Суглинки	Влажные
32	р. Шара-Горхон	51,398500	110,261990	807	Пологий	0	< 30	Супеси	Сырые
<i>Бассейн р. Шилка</i>									
33	пос. Семиозерный	53,42787	120,26673	555	Северный	2	< 60	Суглинки	Сырые
34	пос. Амазар	53,46485	120,42859	742	Северный	10	< 30	Камни	Свежие
35	г. Могоча	53,34159	120,01946	503	Южный	40	< 30	Супеси	Сухие
36	с. Кудеча	53,26803	119,21259	604	Западный	5	> 60	Суглинки	Свежие
37	пос. Сбега	53,17901	118,32510	573	Пологий	0	> 60	Суглинки	Свежие
38	р. Белый Урюм	53,03520	118,05058	566	Южный	20	< 30	Пески	Свежие
39	пос. Аксёново-Зиловское	53,01829	117,28791	794	Западный	1	< 30	Пески	Свежие
40	пос. Жирекен	52,48581	117,13028	830	Южный	15	< 30	Пески	Сухие

Результаты исследования и их обсуждение

Средние величины генеративных органов.

Размер генеративных органов связан с количеством семян в шишке и влияет на семенную продуктивность лиственницы [5, 7, 8, 10, 11]. Поэтому отбор растений с крупными шишками наряду с отбором по другим признакам важен для создания сортов лиственницы с высокой семенной продуктивностью.

Длина шишки. Средняя длина шишки в исследованном регионе составляет $17,0 \pm 0,2$ мм. Географическая изменчивость признака низкая ($CV = 9,0\%$). Минимальная средняя длина шишки в ценопопуляции – $13,5 \pm 0,6$ мм (в районе с. Новосалия), максимальная – $20,1 \pm 0,5$ мм (в районе г. Первомайска) (табл. 2).

В то же время в составе насаждений лиственницы встречаются деревья с длиной шишки, значительно отличающейся от средней, – в районе сел Солонцы, Батакан, Бурюмдюкан, Гирюнино, Зуголай, Алханай, Харагун и Шара-Горхон, г. Первомайска. Средняя длина шишек здесь составляет 25–28 мм. Поэтому индивидуальный отбор по этому признаку имеет перспективу.

Таблица 2

**Абсолютные параметры генеративных органов лиственницы Гмелина
в Забайкальском крае, $M_{cp} \pm m, \min\text{--}\max$
Absolute parameters of Gmelin larch generative organs in Zabaykalsky Krai, $M_{cp} \pm m, \min\text{--}\max$**

№ ПП	Район исследований	Параметры шишки			Параметры семенных чешуй				
		длина, мм	ширина, мм	средний коэффициент формы	число	форма верхнего края, балл	длина, мм	ширина, мм	угол отклонения, ...°
<i>Бассейн р. Аргунь</i>									
1	пос. Кличка	17,5±0,7	17,9±0,2	1,0±0,0	15,0±0,6	3,6±0,2	10,6±0,2	8,1±0,2	35,3±1,1
		13,0–24,0	12,0–24,0	0,7–1,4	9,0–22,0	2,0–5,0	8,0–13,0	6,0–10,0	20,0–50,0
2	с. Н. Завод	17,7±0,5	16,4±0,5	0,9±0,0	14,3±0,6	3,6±0,3	10,9±0,4	8,6±0,3	29,4±1,8
		12,0–22,0	9,0–23,0	0,6–1,2	8,0–21,0	2,0–5,0	8,0–14,0	7,0–11,0	15,0–50,0
3	с. Ишага	18,1±0,5	18,6±0,6	1,0±0,0	14,7±0,8	3,6±0,2	11,2±0,3	8,7±0,2	39,1±1,6
		13,0–23,0	13,0–28,0	0,8–1,5	9,0–22,0	2,0–5,0	8,0–16,0	7,0–11,0	30,0–50,0
4	с. Солонцы	17,7±0,6	17,0±0,6	1,0±0,0	14,0±0,8	3,3±0,3	10,6±0,3	8,9±0,3	33,1±1,3
		12,0–26,0	9,0–28,0	0,7–1,3	7,0–21,0	2,0–5,0	8,0–15,0	6,0–12,0	20,0–50,0
5	с. Батакан	17,2±0,6	16,7±0,7	1,0±0,0	15,7±0,5	3,2±0,2	9,9±0,5	8,8±0,3	33,5±1,4
		12,0–25,0	12,0–24,0	0,8–1,3	9,0–25,0	2,0–4,0	7,0–14,0	7,0–12,0	25,0–50,0
6	с. Будюмкан	17,8±0,3	17,9±0,5	1,0±0,0	13,7±0,7	3,6±0,2	11,1±0,3	9,4±0,2	33,9±1,8
		13,0–23,0	11,0–23,0	0,7–1,4	7,0–22,0	2,0–4,0	8,0–14,0	7,0–12,0	15,0–50,0
7	с. Кунгара	16,9±0,5	15,2±0,6	0,9±0,0	13,9±0,6	3,6±0,2	10,1±0,4	8,6±0,2	30,9±2,3
		12,0–25,0	10,0–20,0	0,6–1,2	9,0–20,0	2,0–4,0	6,0–14,0	6,0–10,0	10,0–45,0
8	с. Шахтама	17,1±0,6	16,4±0,6	1,0±0,0	13,7±0,8	3,3±0,2	10,3±0,4	8,8±0,2	31,6±1,3
		12,0–22,0	10,0–23,0	0,7–1,3	7,0–23,0	2,0–4,0	7,0–14,0	7,0–11,0	20,0–55,0
<i>Бассейн р. Ингода</i>									
9	с. Талача 1	14,8±0,8	14,5±0,7	1,0±0,0	11,3±0,7	4,0±0,0	10,9±0,4	8,7±0,3	35,3±1,3
		8,0–21,0	8,0–22,0	0,7–1,4	6,0–18,0	4,0–4,0	8,0–15,0	7,0–11,0	25,0–50,0
10	с. Талача 2	17,0±0,6	15,5±0,5	0,9±0,0	13,3±0,5	4,6±0,2	11,0±0,3	9,0±0,3	29,2±1,4
		13,0–23,0	11,0–21,0	0,7–1,4	10,0–20,0	4,0–5,0	8,0–15,0	7,0–12,0	20,0–40,0
11	с. Урульга	14,9±0,5	14,3±0,6	1,0±0,0	12,2±0,8	4,2±0,1	10,3±0,4	8,5±0,4	36,0±1,6
		11,0–22,0	10,0–23,0	0,8–1,5	7,0–22,0	4,0–5,0	7,0–18,0	6,0–17,0	25,0–60,0
12	с. Маккавеево	17,0±0,4	16,4±0,3	1,0±0,0	14,4±0,4	3,9±0,2	10,4±0,3	8,5±0,1	34,3±0,9
		13,0–22,0	12,0–22,0	0,8–1,2	9,0–20,0	1,0–4,0	7,0–14,0	7,0–10,0	25,0–50,0
13	с. Оленгуй	15,0±0,4	15,3±0,8	1,0±0,1	14,3±0,7	3,3±0,4	9,0±0,3	7,9±0,3	34,1±2,0
		8,0–20,0	7,0–23,0	0,7–1,5	9,0–22,0	2,0–5,0	7,0–13,0	6,0–10,0	20,0–50,0
14	с. Елизаветино	17,1±0,4	16,2±0,5	1,0±0,0	14,2±0,3	3,9±0,2	10,6±0,2	9,1±0,2	27,7±1,4
		13,0–23,0	11,0–23,0	0,7–1,3	9,0–20,0	1,0–5,0	8,0–14,0	7,0–12,0	20,0–40,0

Продолжение табл.2

№ ПП	Район исследований	Параметры шишки			Параметры семенных чешуй				
		длина, мм	ширина, мм	средний коэффициент формы	число	форма верхнего края, балл	длина, мм	ширина, мм	угол отклонения, ...°
15	с. Аблатукан	15,6±0,4	13,8±0,6	0,9±0,0	13,6±0,4	3,3±0,4	9,4±0,3	8,8±0,2	27,7±1,3
		11,0–21,0	9,0–19,0	0,7–1,2	7,0–20,0	2,0–5,0	6,0–14,0	6,0–14,0	15,0–40,0
16	с. Шехалан	13,9±0,5	13,6±0,6	1,0±0,0	11,4±0,5	4,0±0,1	9,2±0,4	7,8±0,3	29,1±1,0
		10,0–23,0	9,0–19,0	0,7–1,2	6,0–17,0	3,0–5,0	6,0–12,0	6,0–10,0	20,0–40,0
17	с. Арей	14,6±0,6	14,8±0,6	1,0±0,0	13,6±0,7	4,2±0,1	9,3±0,2	7,8±0,2	30,7±1,1
		8,0–21,0	7,0–22,0	0,8–1,3	7,0–23,0	4,0–5,0	7,0–12,0	6,0–10,0	25,0–40,0
18	с. Новосалия	13,5±0,6	13,7±0,5	1,0±0,0	14,2±0,9	3,2±0,4	8,0±0,3	7,5±0,2	31,0±0,3
		9,0–20,0	9,0–19,0	0,7–1,5	7,0–26,0	1,0–4,0	5,0–13,0	5,0–13,0	20,0–60,0
<i>Бассейн р. Онон</i>									
19	с. Гирюнино	19,0±0,7	18,9±0,7	1,0±0,0	16,0±0,5	3,3±0,3	11,7±0,5	9,2±0,3	41,3±2,0
		14,0–26,0	13,0–27,0	0,7–1,4	10,0–22,0	2,0–5,0	8,0–16,0	7,0–11,0	10,0–65,0
20	с. Турга	15,2±0,4	17,3±0,3	1,1±0,0	12,7±0,5	3,3±0,3	9,5±0,3	8,2±0,1	41,7±3,1
		12,0–20,0	12,0–23,0	0,7–1,7	8,0–19,0	2,0–4,0	7,0–13,0	7,0–10,0	20,0–70,0
21	с. Зуголай	19,6±0,8	20,2±0,7	1,0±0,0	13,9±0,9	4,0±0,0	12,3±0,3	9,2±0,2	41,3±2,9
		16,0–26,0	14,0–28,0	0,7–1,4	9,0–19,0	4,0–4,0	10,0–15,0	8,0–11,0	25,0–70,0
22	г. Первомайск	20,1±0,5	23,5±0,8	1,2±0,0	18,1±0,6	5,0±1,1	10,8±0,3	9,6±0,5	55,7±2,2
		15,0–26,0	16,0–30,0	0,8–1,5	10,0–31,0	3,0–4,0	7,0–13,0	8,0–14,0	30,0–70,0
23	хр. Эрмана	18,3±0,7	18,2±0,7	1,0±0,0	17,0±0,8	3,7±0,3	10,6±0,2	8,8±0,2	39,9±2,6
		12,0–24,0	12,0–26,0	0,7–1,2	9,0–25,0	3,0–5,0	7,0–13,0	7,0–11,0	20,0–60,0
24	с. Алханай	19,0±0,5	17,7±0,5	0,9±0,0	17,2±0,6	3,9±0,2	10,6±0,3	8,8±0,2	35,7±1,3
		14,0–26,0	13,0–23,0	0,8–1,1	12,0–27,0	3,0–5,0	8,0–15,0	6,0–11,0	20,0–50,0
25	р. Былыра	18,0±1,0	17,6±0,3	1,0±0,0	15,5±0,9	3,9±0,1	10,7±0,6	8,8±0,3	40,0±6,4
		14,0–21,0	13,0–20,0	0,8–1,2	11,0–19,0	3,0–4,0	9,0–12,0	7,0–10,0	20,0–60,0
26	с. Мордой	19,0±0,6	18,1±0,7	1,0±0,1	16,1±1,1	4,0±0,0	10,6±0,1	9,4±0,2	35,8±7,3
		15,0–25,0	16,0–20,0	0,7–1,3	12,0–23,0	4,0–4,0	9,0–12,0	8,0–10,0	15,0–50,0
27	р. Большой Улетуй	17,4±0,3	15,9±0,7	0,9±0,1	15,8±0,3	3,1±0,1	10,4±0,1	8,2±0,2	32,8±5,7
		15,0–20,0	13,0–18,0	0,7–1,1	11,0–18,0	3,0–4,0	9,0–12,0	7,0–9,0	15,0–50,0
<i>Бассейн р. Хилок</i>									
28	р. Улетка	17,6±0,5	16,8±0,7	1,0±0,0	14,6±0,4	3,8±0,2	10,1±0,3	9,0±0,2	36,5±1,9
		12,0–23,0	10,0–22,0	0,8–1,3	9,0–20,0	3,0–5,0	7,0–13,0	6,0–11,0	20,0–60,0
29	р. Богдарин	16,8±0,5	18,4±0,8	1,1±0,0	16,7±0,5	4,0±0,1	9,8±0,2	8,5±0,1	36,6±1,0
		11,0–23,0	10,0–24,0	0,8–1,5	11,0–23,0	2,0–5,0	7,0–13,0	6,0–11,0	25,0–45,0
30	пос. Могзон	15,8±0,6	17,5±0,7	1,1±0,0	14,9±0,6	3,0±0,3	9,6±0,3	8,6±0,3	41,4±2,2
		12,0–25,0	11,0–27,0	0,8–1,4	9,0–22,0	2,0–5,0	7,0–14,0	7,0–11,0	30,0–60,0

Окончание табл. 2

№ ПП	Район исследований	Параметры шишки			Параметры семенных чешуй				
		длина, мм	ширина, мм	средний коэффициент формы	число	форма верхнего края, балл	длина, мм	ширина, мм	угол отклонения, ...°
31	с. Харагун	17,5±0,9	17,1±0,6	1,0±0,0	16,9±0,5	4,0±0,1	9,9±0,5	8,7±0,2	37,7±1,4
		11,0–27,0	9,0–24,0	0,6–1,3	11,0–26,0	3,0–5,0	6,0–15,0	6,0–11,0	25,0–55,0
32	р. Шара-Горхон	19,1±0,7	20,5±1,0	1,1±0,0	16,2±0,6	3,9±0,1	10,4±0,3	9,1±0,2	44,4±1,9
		13,0–28,0	11,0–27,0	0,7–1,5	11,0–24,0	3,0–5,0	8,0–14,0	7,0–11,0	20,0–60,0
<i>Бассейн р. Шилка</i>									
33	пос. Семиозерный	16,4±0,3	17,8±0,4	1,1±0,0	14,7±0,6	3,7±0,3	9,7±0,3	8,8±0,2	39,8±1,7
		13,0–21,0	14,0–22,0	0,8–1,5	9,0–22,0	2,0–5,0	7,0–13,0	7,0–11,0	25,0–60,0
34	пос. Амазар	16,8±0,4	18,1±0,4	1,1±0,0	13,9±0,8	2,9±0,3	10,3±0,4	8,7±0,2	30,7±0,6
		13,0–22,0	13,0–26,0	0,8–1,4	8,0–24,0	2,0–5,0	7,0–14,0	7,0–11,0	20,0–45,0
35	г. Могоча	16,2±0,4	18,1±0,6	1,1±0,0	13,5±0,3	3,4±0,3	10,4±0,4	9,0±0,2	38,3±3,1
		13,0–23,0	12,0–24,0	0,8–1,4	10,0–19,0	2,0–5,0	7,0–14,0	7,0–11,0	20,0–70,0
36	с. Кудеча	18,0±0,5	18,4±0,7	1,0±0,0	13,3±0,6	3,6±0,3	11,3±0,3	9,5±0,3	34,2±1,2
		14,0–22,0	11,0–25,0	0,7–1,4	8,0–19,0	2,0–5,0	8,0–14,0	7,0–13,0	20,0–50,0
37	пос. Сбега	17,8±0,9	19,2±0,6	1,1±0,0	15,8±0,7	4,0±0,0	10,8±0,4	9,1±0,3	39,3±1,6
		11,0–26,0	12,0–25,0	0,8–1,4	10,0–22,0	4,0–5,0	7,0–15,0	7,0–12,0	20,0–60,0
38	р. Белый Урюм	17,8±0,8	19,4±0,8	1,1±0,0	15,1±0,7	3,9±0,3	10,4±0,4	9,2±0,3	39,2±2,1
		11,0–24,0	12,0–25,0	0,9–1,4	10,0–22,0	2,0–5,0	6,0–14,0	7,0–12,0	20,0–60,0
39	пос. Аксёново-Зиловское	15,5±0,3	18,2±0,4	1,2±0,0	14,3±0,7	3,2±0,3	9,7±0,2	8,4±0,2	38,2±1,0
		12,0–19,0	14,0–23,0	0,9–1,5	9,0–20,0	2,0–4,0	7,0–13,0	7,0–10,0	30,0–50,0
40	пос. Жирекен	17,4±0,5	18,9±0,5	1,1±0,0	16,3±0,7	2,4±0,2	9,3±0,4	8,3±0,1	42,8±2,3
		11,0–22,0	14,0–24,0	0,8–1,4	11,0–23,0	2,0–4,0	7,0–12,0	6,0–10,0	25,0–65,0
<i>Среднее</i>		17,0±0,2	17,3±0,3	1,0±0,0	14,7±0,2	3,7±0,1	10,3±0,1	8,7±0,1	36,1±0,9
		13,5–20,1	13,6–23,5	0,9–1,2	11,3–18,1	2,4–5,0	8,0–12,3	7,5–9,6	27,7–55,7
Географическая изменчивость, %		9,0	11,7	7,4	10,4	13,0	7,7	5,5	15,1

Примечание: В таблице полужирным подчеркнутым шрифтом выделены минимальные значения показателя, полужирным – максимальные.

Ширина шишки. В исследованных ценопопуляциях средняя ширина шишки составляет 17,3±0,3 мм. Географическая изменчивость признака низкая (CV = 11,7 %), но превышает изменчивость длины шишки. Шишки со средней минимальной шириной обнаружены в районе с. Шехолан (13,6±0,6 мм), с максимальной – в районе г. Первомайска (23,5±0,8 мм). Встречаются деревья со средней шириной шишки 26–30 мм, например в районе сел Ишага, Солонцы, Гирюнино, Зуголай, пос. Амазар и Могзон, г. Первомайска, хр. Эрмана.

Форма шишки (отношение ширины к длине). Наиболее часто встречающаяся в регионе форма шишки в соответствии с коэффициентом, равным $1,0 \pm 0,0$, – шаровидная. Географическая изменчивость признака низкая ($CV = 7,4 \%$). Коэффициент формы шишки в насаждениях варьирует от 0,9 до 1,2. В ряде ценопопуляций встречаются деревья с коэффициентом формы шишки от 0,6 до 1,7, т. е. с формой шишки от яйцевидной до широкояйцевидной.

Число семенных чешуй. В регионе среднее число семенных чешуй в шишке равно $14,7 \pm 0,2$. Географическая изменчивость признака низкая ($CV = 10,4 \%$). Минимальное среднее количество семенных чешуй – $11,3 \pm 0,7$ (в районе с. Талача), максимальное – $18,1 \pm 0,6$ (в районе г. Первомайск). Встречаются в составе ряда ценопопуляций деревья со средним числом семенных чешуй 25–27.

Форма верхнего края семенной чешуи. Средний балл формы верхнего края семенной чешуи по использованной шкале наблюдений – $3,7 \pm 0,1$ (слабовыемчатая). Географическая изменчивость признака характеризуется средним уровнем ($CV = 13,0 \%$). Признак варьирует между ценопопуляциями в пределах 2,4–5,0, т. е. встречаются шишки с формой верхнего края от прямосрезанной до выемчатой.

Длина семенной чешуи. Средняя длина семенной чешуи лиственницы в регионе – $10,3 \pm 0,1$ мм. Географическая изменчивость признака низкая ($CV = 7,7 \%$). В отдельных ценопопуляциях обнаружены деревья со средней длиной семенной чешуи 16–18 мм.

Ширина семенной чешуи. Средняя ширина семенной чешуи составляет $8,7 \pm 0,1$ мм и варьирует от 7,5 (с. Новосалия) до 9,6 мм (г. Первомайск). Географическая изменчивость признака очень низкая ($CV = 5,5 \%$). В отдельных ценопопуляциях обнаружены деревья, средняя ширина семенных чешуй которых – 13–17 мм.

Угол отклонения семенных чешуй. Средний угол отклонения семенных чешуй от оси шишки равен $36,1 \pm 0,9^\circ$. Географическая изменчивость этой величины средняя ($CV = 15,1 \%$). Вариация признака в ценопопуляциях от $27,7^\circ$ (села Елизаветино и Аблатукан) до $55,7^\circ$ (г. Первомайск). В ряде ценопопуляций средний угол отклонения семенных чешуй от оси шишки на деревьях достигает 70° .

Таким образом, большинство признаков генеративных органов лиственницы Гмелина в исследованных районах Восточного Забайкалья характеризуются низкой географической изменчивостью. Средним уровнем географической изменчивости отличаются форма верхнего края и угол отклонения семенной чешуи. В то же время отмечены заметные различия по средней величине признаков в некоторых ценопопуляциях и на отдельных деревьях. Это позволяет говорить о перспективе отбора деревьев по желаемым признакам для создания сортов лиственницы.

Индивидуальная и эндогенная изменчивость.

Индивидуальная изменчивость. Средняя по региону индивидуальная изменчивость длины, ширины и формы шишки, длины и ширины семенной чешуи находится на низком уровне. Средним уровнем изменчивости характеризуются число, форма края и угол отклонения семенных чешуй ($CV = 13–20 \%$) (табл. 3).

Таблица 3

**Индивидуальная и эндогенная изменчивость признаков генеративных органов
лиственницы Гмелина в Забайкальском крае, %
Individual and endogenous variability of traits of Gmelin larch generative organs
in Zabaykalsky Krai, %**

№ ПП	Район исследований*	Параметры шишки			Параметры семенных чешуй				
		длина, мм	ширина, мм	средний коэффициент формы	число	форма верхнего края, балл	длина, мм	ширина, мм	угол отклонения, ...°
<i>Бассейн р. Аргунь</i>									
1	пос. Кличка	12,7	4,0	11,3	12,0	17,6	7,0	7,1	9,4
		9,3±0,7	13,5±1,1	9,8±0,8	13,5±1,4	11,1±3,2	10,5±1,0	8,4±0,5	15,2±1,2
2	с. Н. Завод	8,6	8,2	7,9	12,2	24,5	10,0	9,9	17,6
		10,5±1,4	13,4±1,3	9,5±1,1	17,1±1,1	15,0±4,4	9,4±1,0	8,3±0,6	14,6±1,6
3	с. Ишага	9,3	10,4	13,3	17,8	21,6	9,3	6,5	13,2
		8,7±0,5	9,9±1,0	8,2±0,9	13,7±0,9	2,9±1,6	9,3±0,8	8,2±0,6	13,1±0,6
4	с. Солонцы	11,2	11,6	9,4	17,5	25,9	8,5	10,0	12,1
		9,5±0,5	11,5±1,5	8,5±1,0	12,0±0,9	15,6±3,9	9,4±1,0	8,1±0,8	14,2±1,7
5	с. Батакан	11,0	12,8	4,0	10,9	23,3	15,0	10,3	12,2
		10,7±1,1	9,5±0,6	7,5±1,2	14,3±1,9	18,8±4,0	9,7±0,7	8,4±0,8	11,3±2,3
6	с. Будюмкан	5,0	9,1	9,1	15,1	16,9	8,7	7,7	16,8
		9,7±0,7	11,5±1,1	10,2±1,1	15,7±1,3	11,0±4,4	9,8±0,9	7,8±0,8	16,2±1,1
7	с. Кунгара	9,8	12,6	10,7	13,0	21,1	11,8	7,2	23,3
		9,7±0,9	10,4±0,9	8,5±0,7	13,7±0,9	5,0±0,7	9,3±0,7	8,3±0,6	14,2±1,9
8	с. Шахтама	10,7	11,1	6,9	18,1	15,1	12,2	5,7	12,8
		8,2±0,4	12,3±1,0	10,8±1,4	16,4±1,7	20,7±2,8	10,2±0,8	7,5±0,5	14,4±1,1
<i>Бассейн р. Ингода</i>									
9	с. Талача 1	15,0	12,9	6,6	17,9	1,3	11,1	9,7	10,3
		11,4±2,1	15,6±1,4	12,6±1,2	17,3±1,3	1,1±1,1	8,3±1,1	10,2±1,0	15,5±1,1
10	с. Талача 2	10,5	9,9	12,0	11,9	11,6	7,3	10,8	14,0
		7,9±0,7	10,5±1,0	10,1±0,8	11,6±1,4	0,0±0,0	7,9±0,5	8,7±0,9	12,0±1,5
11	с. Урульга	11,0	12,4	9,6	19,2	10,3	12,0	13,1	13,3
		11,8±1,2	13,9±1,5	10,6±1,0	22,8±5,1	1,0±1,0	11,5±1,7	10,4±1,7	18,9±2,1
12	с. Маккаве-ево	8,2	6,3	6,8	8,0	14,6	9,2	4,5	8,1
		9,0±0,7	10,1±0,9	10,0±0,8	13,5±1,0	0,0±0,0	8,6±0,6	7,5±0,6	12,4±1,4
13	с. Оленгуй	7,6	16,8	19,1	14,8	35,1	9,8	12,3	18,9
		10,7±1,1	10,7±1,4	9,2±0,7	13,7±1,1	0,0±0,0	11,9±1,1	5,9±0,8	10,9±1,2
14	с. Елизаветино	8,0	9,6	9,3	6,3	17,7	7,1	8,2	15,6
		8,8±1,0	10,5±0,8	8,8±0,8	14,7±1,3	6,1±3,3	10,3±0,9	9,4±0,5	10,7±1,9

Продолжение табл. 3

№ ПП	Район исследований*	Параметры шишки			Параметры семенных чешуй				
		длина, мм	ширина, мм	средний коэффициент формы	число	форма верхнего края, балл	длина, мм	ширина, мм	угол отклонения, ...°
15	с. Аблатукан	8,6	12,6	10,2	9,5	35,1	9,3	5,7	14,5
		11,6±0,9	11,1±0,9	8,7±1,4	15,8±1,4	0,0±0,0	10,3±1,7	9,7±1,7	11,6±1,7
16	с. Шехалан	12,2	13,6	5,3	12,7	11,8	12,2	11,9	10,5
		9,3±1,6	10,0±0,8	10,0±0,7	17,9±1,5	0,0±0,0	8,3±0,7	8,1±0,6	10,6±1,6
17	с. Арей	12,2	13,3	7,5	15,5	10,0	7,3	6,7	10,9
		12,2±1,7	14,4±1,6	9,6±1,1	17,7±1,6	0,0±0,0	11,1±0,8	10,0±1,1	10,6±0,6
18	с. Новосалия	13,4	11,8	10,7	20,0	35,5	11,6	9,7	23,5
		11,4±0,8	11,4±0,9	9,2±0,8	15,7±1,7	0,0±0,0	12,4±1,0	11,2±1,6	12,3±0,7
<i>Бассейн р. Онон</i>									
19	с. Гириюнино	12,4	11,5	11,2	10,3	30,9	14,8	9,5	15,7
		7,9±0,8	10,9±0,9	11,3±1,2	11,7±1,0	5,8±2,9	9,0±1,9	6,5±0,5	20,2±1,9
20	с. Турга	8,6	6,1	8,9	11,9	26,2	8,3	4,8	23,2
		9,5±1,0	12,2±1,2	11,2±1,6	14,5±1,0	8,5±4,9	11,3±1,0	8,3±0,5	21,7±1,5
21	с. Зуголай	8,9	7,4	8,5	14,9	0,0	5,6	5,2	15,7
		9,0±1,0	9,4±1,0	11,7±1,8	15,3±2,1	0,0±0,0	6,7±0,8	6,3±1,8	19,5±1,7
22	г. Первомайск	6,6	8,0	6,2	7,9	7,2	6,9	11,5	9,6
		9,6±1,6	10,7±2,0	10,7±1,2	13,7±2,4	4,4±2,8	9,5±1,2	8,9±0,9	16,2±3,0
23	хр. Эрмана	11,9	11,6	15,3	22,4	7,4	8,7	20,5	8,3
		8,6±0,6	9,1±0,9	7,7±0,6	13,3±1,2	6,0±2,6	9,0±1,0	7,6±0,7	13,3±1,8
24	с. Алханай	9,0	9,0	4,8	12,0	14,5	9,8	8,5	12,1
		7,5±0,6	7,5±0,7	6,9±0,3	11,0±0,7	1,4±1,4	9,6±0,5	7,4±0,8	17,3±1,4
25	р. Былыра	10,0	3,0	7,0	10,3	2,9	10,5	5,9	27,8
		8,3±0,4	7,8±2,2	7,0±0,3	11,9±1,7	3,7±3,7	6,7±0,4	6,9±1,2	18,3±1,7
26	с. Мордой	5,7	7,1	12,4	11,3	0,0	1,9	3,2	35,1
		9,8±0,5	4,5±0,4	8,7±0,4	11,8±1,6	0,0±0,0	7,3±2,0	6,8±1,0	17,1±3,5
27	р. Большой Улетуй	3,4	7,7	10,6	3,2	3,8	2,4	4,4	29,9
		5,2±0,5	5,8±0,9	8,4±1,4	12,0±3,3	4,4±4,4	7,8±0,1	5,8±0,2	20,3±2,9
<i>Бассейн р. Хилок</i>									
28	р. Улетка	8,7	12,8	7,4	8,1	14,8	10,0	8,0	16,4
		10,2±0,6	11,2±0,6	9,2±0,6	16,6±1,2	7,5±2,1	8,6±0,7	7,9±0,6	16,5±1,7
29	р. Богдарин	8,8	13,3	9,8	9,1	4,8	8,0	4,1	8,5
		11,2±1,0	10,6±1,6	8,8±1,3	14,5±1,3	3,8±2,1	10,3±0,7	8,2±1,0	10,4±0,4
30	пос. Могзон	11,8	11,9	9,3	12,6	26,7	11,0	10,0	16,9
		10,9±0,8	11,4±1,5	8,6±0,7	15,9±1,5	5,7±2,4	8,6±0,5	7,6±0,7	12,1±2,0

Окончание табл. 3

№ ПП	Район исследований*	Параметры шишки			Параметры семенных чешуй				
		длина, мм	ширина, мм	средний коэффициент формы	число	форма верхнего края, балл	длина, мм	ширина, мм	угол отклонения, ...°
31	с. Харагун	15,9	11,2	9,7	9,8	4,9	14,4	8,1	11,4
		11,4±0,7	14,7±0,7	11,3±0,8	15,2±0,8	4,9±2,1	12,2±1,0	10,0±0,6	10,9±1,6
32	р. Шара-Горхон	12,3	15,5	11,9	11,3	7,4	9,8	7,7	13,3
		9,8±0,7	10,0±1,5	8,0±0,7	14,0±1,0	6,7±2,0	10,1±0,7	8,9±0,7	15,5±1,3
<i>Бассейн р. Шилка</i>									
33	пос. Семиозерный	6,5	7,9	8,9	13,5	22,5	11,3	7,6	13,3
		7,6±0,6	6,9±0,5	7,4±0,6	12,0±0,7	9,5±2,9	10,2±0,8	6,9±0,9	13,0±1,1
34	пос. Амазар	7,7	7,3	4,9	18,4	34,9	12,5	5,7	6,2
		9,7±0,7	9,2±1,1	9,0±0,8	12,9±0,9	10,0±4,1	10,3±0,7	8,3±0,6	12,7±1,4
35	г. Могоча	8,7	10,7	9,0	6,9	24,4	13,0	7,7	25,8
		8,9±0,6	8,2±1,1	8,0±0,8	11,1±1,1	15,3±4,1	10,4±0,7	7,4±0,7	14,5±1,0
36	с. Кудеча	8,0	11,7	9,8	14,4	25,9	7,4	11,5	11,1
		8,1±0,3	11,1±1,3	10,3±1,1	11,4±1,2	8,2±4,0	10,4±0,8	8,8±0,7	16,7±1,2
37	пос. Сбега	16,0	9,1	10,2	14,4	0,8	12,8	10,1	13,3
		8,4±0,9	8,4±1,0	6,9±0,6	12,6±1,3	0,8±0,8	10,1±1,2	6,3±0,5	12,9±1,5
38	р. Белый Урюм	13,7	12,3	5,3	14,3	20,8	12,5	9,4	17,1
		8,2±1,0	6,8±0,6	7,0±0,5	10,1±0,8	9,5±3,1	7,9±0,8	7,4±0,4	14,0±1,3
39	пос. Аксёново-Зиловское	6,1	7,2	5,4	16,1	25,1	6,2	5,7	8,4
		8,9±0,8	7,9±0,6	8,4±0,6	12,9±1,0	15,8±5,4	12,0±1,1	7,2±0,5	12,3±0,8
40	пос. Жирекен	9,4	8,1	6,1	14,1	28,8	12,8	4,8	17,0
		7,6±1,0	6,9±0,7	7,1±0,7	10,6±0,9	8,4±3,7	8,4±0,9	6,7±1,0	12,0±1,3
<i>Среднее</i>		9,9±0,5	10,2±0,5	9,1±0,5	13,0±0,6	18,3±1,9	9,8±0,5	8,3±0,5	15,3±1,0
		9,4±0,2	10,3±0,4	9,1±0,2	14,1±0,4	6,2±0,9	9,6±0,2	8,1±0,2	14,4±0,5

* Для каждого района исследований в верхней половине строки приведены значения индивидуальной изменчивости параметра, в нижней – эндогенной изменчивости.

Между ценопопуляциями лиственницы наблюдаются различия в уровне индивидуальной изменчивости признаков. Повышенная индивидуальная изменчивость числа семенных чешуй в шишке отмечена у ценопопуляции в районе хр. Эрмана ($CV = 22,4\%$). Выявлены значительные различия индивидуальной изменчивости между ценопопуляциями по форме верхнего края семенной чешуи – от очень низкого до высокого уровня. Так, высоким уровнем варьирования этого признака отличаются ценопопуляции лиственницы в районах сел Оленгуй, Аблатукан, Новосалия, Гирюнино, пос. Амазар.

Индивидуальная изменчивость угла отклонения семенных чешуй в ценопопуляциях также неравнозначна и варьирует от низкого до повышенного уровня. Повышенным уровнем индивидуальной изменчивости признака характеризуются ценопопуляции в районах сел Новосалия, Турга, г. Могоча ($CV = 23,2-25,8 \%$).

Эндогенная изменчивость. Средний уровень эндогенной изменчивости признаков генеративных органов лиственницы по исследованным районам находится в пределах от очень низкого (форма верхнего края чешуи) до среднего (число и угол отклонения семенных чешуй). Низким уровнем эндогенной изменчивости характеризуются длина, ширина и форма шишки, длина и ширина семенной чешуи. При этом повышенный уровень эндогенной изменчивости отмечен в ценопопуляциях в районе сел Шахтама (форма верхнего края семенной чешуи), Урульга (число семенных чешуй), Турга (угол отклонения семенных чешуй) (табл. 3).

Таким образом, ценопопуляции лиственницы Гмелина характеризуются заметными различиями в уровнях индивидуальной и эндогенной изменчивости числа, формы верхнего края и угла отклонения семенных чешуй. Размерные признаки шишки и семенных чешуй имеют низкую индивидуальную и эндогенную изменчивость.

Корреляционные связи между признаками генеративных органов.

Для успешного отбора лиственницы по ряду хозяйственно ценных признаков важно знать корреляционную связь морфологических признаков между собой. Наши исследования позволили выявить следующие корреляционные связи признаков генеративных органов лиственницы Гмелина.

Согласно коэффициенту Спирмена значительная ($r_s \geq 0,7$) и статистически достоверная корреляционная связь существует между длиной шишки, ее шириной, числом семенных чешуй, длиной и шириной чешуи, углом отклонения чешуй; шириной шишки и формой шишки, числом чешуй, длиной и шириной чешуи, углом отклонения чешуй; формой шишки и углом отклонения чешуй; числом чешуй и углом отклонения чешуй; длиной и шириной чешуи. Средний уровень корреляционной связи ($r_s = 0,41-0,69$) обнаружен между другими признаками генеративных органов (табл. 4).

Таким образом, при отборе деревьев с крупными шишками одновременно могут отбираться растения с большими числом, длиной, шириной и углом отклонения семенных чешуй.

Корреляционные связи признаков генеративных органов лиственницы Гмелина с географическими параметрами района исследований.

Значительный уровень положительной корреляционной связи ($r_s \geq 0,7$) отмечен у числа и угла отклонения семенных чешуй с высотой над уровнем моря.

Ряд признаков генеративных органов лиственницы умеренно положительно корреляционно связан с условиями местообитания – крутизной и экспозицией склона, типом гидротопа. Это свидетельствует о том, что склоны преимущественно южной экспозиции обуславливают большие размер шишек, величину семенных чешуй и угол отклонения семенных чешуй от оси шишки. С крутизной склона положительно коррелируют такие признаки, как ширина и форма шишки, число семенных чешуй и более значительно – угол отклонения семенных чешуй.

Таблица 4

**Корреляция признаков генеративных органов лиственницы Гмелина
в Забайкальском крае ($t_{05} = 2,02$; $t_{01} = 2,71$)**
Correlation of traits of Gmelin larch generative organs in Zabaykalsky Krai
($t_{05} = 2.02$; $t_{01} = 2.71$)

Признак	Коэффициент корреляции Спирмена	Статистическая значимость коэффициента корреляции Спирмена
<i>Длина шишки</i>		
Ширина шишки	0,91	13,74
Форма шишки	0,50	3,53
Число чешуй	0,85	9,85
Форма верхнего края	0,42	2,87
Длина чешуи	0,81	8,49
Ширина чешуи	0,80	8,09
Угол отклонения чешуй	0,74	6,75
<i>Ширина шишки</i>		
Форма шишки	0,73	6,59
Число чешуй	0,85	9,88
Форма верхнего края	0,51	3,67
Длина чешуи	0,73	6,59
Ширина чешуи	0,74	6,77
Угол отклонения чешуй	0,89	11,88
<i>Форма шишки</i>		
Число чешуй	0,62	4,87
Форма верхнего края	0,48	3,39
Длина чешуи	0,35	2,26
Ширина чешуи	0,52	3,75
Угол отклонения чешуй	0,81	8,49
<i>Число чешуй</i>		
Форма верхнего края	0,45	3,08
Длина чешуи	0,55	4,04
Ширина чешуи	0,62	4,89
Угол отклонения чешуй	0,77	7,48
<i>Форма верхнего края</i>		
Длина чешуи	0,51	3,63
Ширина чешуи	0,52	3,76
Угол отклонения чешуй	0,59	4,48
<i>Длина чешуи</i>		
Ширина чешуи	0,70	6,03
Угол отклонения чешуй	0,59	4,50
<i>Ширина чешуи</i>		
Угол отклонения чешуй	0,64	5,12

Примечание: коэффициент корреляции Спирмена $r_s \leq 0,3$ – корреляционная связь слабая.

Степень увлажнения почвы умеренно и положительно коррелирует с длиной и шириной шишки, числом семенных чешуй, шириной семенной чешуи и углом отклонения семенных чешуй от оси шишки. Большинство исследованных признаков генеративных органов лиственницы умеренно связаны с длиной и шириной местности, а также высотой над уровнем моря (табл. 5). Таким образом, величина генеративных органов лиственницы положительно корреляционно связана с условиями тепло- и влагообеспечения местообитания.

Таблица 5

Корреляция признаков, эндогенной и индивидуальной изменчивости генеративных органов лиственницы Гмелина в Забайкальском крае с географическими параметрами и условиями окружающей среды
($t_{05} = 2,02$; $t_{01} = 2,71$)

Correlation of traits, endogenous and individual variability of Gmelin larch generative organs in Zabaykalsky Krai with geographical parameters and environmental conditions ($t_{05} = 2.02$; $t_{01} = 2.71$)

Признак	Уровень корреляции признаков		Эндогенная изменчивость		Индивидуальная изменчивость	
	r_s	t	r_s	t	r_s	t
<i>Ширина</i>						
Длина шишки	0,43	2,93	0,57	4,28	0,46	3,19
Ширина шишки	0,52	3,75	0,35	2,30	0,57	4,28
Форма шишки	0,59	4,50	0,53	3,85	0,34	2,23
Число чешуй	0,49	3,42	0,45	3,11	0,40	2,69
Форма верхнего края	0,60	4,62	0,40	2,69	0,37	2,46
Длина чешуи	0,43	2,93	0,47	3,28	0,65	5,27
Ширина чешуи	0,67	5,59	0,55	4,06	0,54	3,95
Угол отклонения чешуй	0,60	4,58	0,51	3,65	0,51	3,65
<i>Долгота</i>						
Длина шишки	0,63	4,97	0,08	0,49	0,11	0,68
Ширина шишки	0,58	4,43	0,11	0,68	0,08	0,49
Форма шишки	0,38	2,54	0,04	0,25	0,24	1,52
Число чешуй	0,47	3,30	0,05	0,31	0,29	1,87
Форма верхнего края	0,05	0,29	0,74	6,78	0,33	2,15
Длина чешуи	0,58	4,33	0,17	1,06	0,38	2,53
Ширина чешуи	0,55	4,02	0,09	0,56	0,19	1,19
Угол отклонения чешуй	0,45	3,11	0,50	3,56	0,36	2,38
<i>Высота над уровнем моря</i>						
Длина шишки	0,53	3,82	0,53	3,85	-0,04	-0,25
Ширина шишки	0,62	4,84	0,54	3,95	0,18	1,13
Форма шишки	0,61	4,80	0,64	5,13	0,10	0,62
Число чешуй	0,71	6,27	0,51	3,65	0,20	1,26
Форма верхнего края	0,59	4,52	0,30	1,94	0,15	0,94
Длина чешуи	0,29	1,86	0,68	5,72	0,12	0,75
Ширина чешуи	0,42	2,85	0,48	3,37	0,24	1,52
Угол отклонения чешуй	0,71	6,16	0,62	4,87	-0,13	-0,81

Окончание табл. 5

Признак	Уровень корреляции признаков		Эндогенная изменчивость		Индивидуальная изменчивость	
	r_s	t	r_s	t	r_s	t
<i>Экспозиция склона</i>						
Длина шишки	0,44	3,04	0,24	1,52	0,31	2,01
Ширина шишки	0,49	3,44	0,24	1,52	0,23	1,46
Форма шишки	0,56	4,21	0,33	2,15	0,37	2,46
Число чешуй	0,38	2,56	0,16	1,00	0,42	2,85
Форма верхнего края	0,34	2,19	0,38	2,53	0,19	1,19
Длина чешуи	0,40	2,71	0,22	1,39	0,33	2,15
Ширина чешуи	0,46	3,17	0,17	1,06	0,13	0,81
Угол отклонения чешуй	0,53	3,88	0,59	4,50	0,33	2,15
<i>Крутизна склона</i>						
Длина шишки	0,36	2,39	0,10	0,62	0,49	3,47
Ширина шишки	0,52	3,77	0,17	1,06	0,14	0,87
Форма шишки	0,69	5,94	0,29	1,87	0,22	1,39
Число чешуй	0,40	2,70	0,18	1,13	0,35	2,30
Форма верхнего края	0,27	1,71	0,40	2,69	0,10	0,62
Длина чешуи	0,31	1,97	0,24	1,52	0,37	2,46
Ширина чешуи	0,26	1,65	0,22	1,39	0,08	0,49
Угол отклонения чешуй	0,60	4,65	0,48	3,37	0,04	0,25
<i>Тип гидротопы</i>						
Длина шишки	0,50	3,58	0,31	2,01	0,24	1,52
Ширина шишки	0,45	3,13	0,10	0,62	0,45	3,11
Форма шишки	0,24	1,51	0,28	1,80	0,46	3,19
Число чешуй	0,56	4,13	0,23	1,46	0,17	1,06
Форма верхнего края	0,35	2,32	0,10	0,62	0,58	4,39
Длина чешуи	0,23	1,47	0,40	2,69	0,44	3,02
Ширина чешуи	0,53	3,81	0,22	1,39	0,35	2,30
Угол отклонения чешуй	0,45	3,07	0,28	1,80	0,66	5,42

Примечание: t – статистическая значимость коэффициента корреляции.

Корреляционная связь уровня изменчивости генеративных признаков лиственницы Гмелина с географическими параметрами и условиями окружающей среды.

Эндогенная изменчивость. Значительный уровень положительной корреляционной связи обнаружен между долготой местности и эндогенной изменчивостью формы края семенной чешуи ($r_s = 0,74$). Средним уровнем корреляционных связей характеризуются эндогенная изменчивость: длины шишки с географической широтой, высотой над уровнем моря местообитания и типом гидротопы; ширины шишки с географической широтой и высотой

над уровнем моря; формы шишки с географической широтой, высотой над уровнем моря и экспозицией склона; числа семенных чешуй с географической широтой и высотой над уровнем моря; формы верхнего края семенной чешуи с географической широтой, экспозицией и крутизной склона; длины семенной чешуи с географической широтой, высотой над уровнем моря и типом гидротопы; ширины семенной чешуи с географической широтой и высотой над уровнем моря; угла отклонения семенных чешуй с широтой и долготой, высотой над уровнем моря, экспозицией и крутизной склона. Связь других признаков генеративных органов с параметрами окружающей среды слабая (см. табл. 4).

Таким образом, бóльшим числом тесных корреляционных связей с эндогенной изменчивостью признаков генеративных органов характеризуются географическая широта и высота над уровнем моря.

Индивидуальная изменчивость. Между индивидуальной изменчивостью признаков генеративных органов лиственницы Гмелина и условиями окружающей среды также выявлена статистически достоверная корреляционная связь. Средний уровень корреляционной связи обнаружен у всех исследованных признаков с географической широтой местности. С долготой местообитания коррелируют индивидуальная изменчивость верхнего края семенной чешуи, длины и угла отклонения семенных чешуй; с крутизной склона – длины и формы шишки, числа, длины и угла отклонения семенных чешуй; с экспозицией склона – длины и формы шишки, числа и длины семенных чешуй. Индивидуальная изменчивость большинства исследованных признаков имеет корреляционную связь среднего уровня с типом гидротопы (кроме индивидуальной изменчивости длины шишки и числа чешуй) (см. табл. 4).

Итак, уровень изменчивости признаков генеративных органов лиственницы в большей мере связан с географической широтой, высотой над уровнем моря и типом гидротопы. Видимо, температурный фактор и условия увлажнения местообитания способствуют повышению уровня эндогенной и индивидуальной изменчивости генеративных признаков лиственницы в регионе.

Выводы

В результате исследования для генеративных органов лиственницы Гмелина в Забайкальском крае установлено следующее.

1. Географическая изменчивость морфологических признаков характеризуется очень низким (ширина семенной чешуи), низким (длина, ширина, форма шишки, число семенных чешуй, длина семенной чешуи) и средним (форма верхнего края семенной чешуи, угол отклонения семенной чешуи от оси шишки) уровнями.

2. Индивидуальная изменчивость морфологических признаков низкая (длина, ширина, форма шишки, длина и ширина семенной чешуи) и средняя (число семенных чешуй, форма верхнего края семенной чешуи, угол отклонения семенной чешуи от оси шишки).

3. Уровень эндогенной изменчивости морфологических признаков оценивается как очень низкий (форма верхнего края семенной чешуи), низкий (длина, ширина, форма шишки, длина и ширина семенной чешуи) и средний (угол отклонения семенной чешуи).

4. Значительные положительные корреляционные связи обнаружены у длины шишки и ее ширины, длины, ширины и числа семенных чешуй; ширины шишки и длины, ширины и угла отклонения семенных чешуй; формы шишки и угла отклонения семенных чешуй; числа семенных чешуй и угла их отклонения.

5. Большинство исследованных признаков генеративных органов лиственницы имеют умеренную корреляционную связь с географическими координатами, высотой над уровнем моря, а также с условиями местообитания – экспозицией и крутизной склона, типом гидротопа.

6. Эндогенная изменчивость большинства признаков генеративных органов лиственницы умеренно корреляционно связана с географической широтой и высотой над уровнем моря.

7. Индивидуальная изменчивость почти всех признаков генеративных органов лиственницы умеренно коррелирует с географической широтой и типом гидротопа.

8. В составе ряда ценопопуляций лиственницы обнаружены деревья со значительными отклонениями от средних показателей. Это указывает на перспективу отбора форм лиственницы для создания насаждений с желаемыми признаками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Барченков А.П. Изменчивость лиственницы в Северном Забайкалье (Становое нагорье) // Вестн. ТГУ. Сер.: Биология. 2008. № 3(4). С. 7–15.

Barchenkov A.P. Variability of Larch in Northern Transbaikalia (Stanovoe plateau). *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Biologiya* = Tomsk State University Journal of Biology, 2008, no. 3(4), pp. 7–15. (In Russ.).

2. Барченков А.П. Морфологическая изменчивость и качество семян лиственницы Гмелина // Сиб. экол. журн. 2011. Т. 18, № 3. С. 439–446.

Barchenkov A. P. Morphological Variability and Quality of the Seeds of *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. *Sibirskiy Ekologicheskiy Zhurnal* = Contemporary Problems of Ecology, 2011, vol. 18, no. 3, pp. 439–446. (In Russ.).

3. Барченков А.П., Милютин Л.И. Морфологическая изменчивость лиственницы в Средней Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. XXIV, № 4-5. С. 367–372.

Barchenkov A.P., Milyutin L.I. Morphological Variability of Larch in Central Siberia. *Conifers of the boreal zone*, 2007, vol. 24, no. 4-5, pp. 367–372. (In Russ.).

4. Барченков А.П., Милютин Л.И. Изменчивость генеративных органов лиственниц Гмелина и Каяндера в Восточной Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2008. Т. XXV, № 1-2. С. 37–43.

Barchenkov A.P., Milyutin L.I. Variability of Generative Organs of Gmelin and Kayander Larch Trees in Eastern Siberia. *Conifers of the boreal zone*, 2008, vol. 25, no. 1-2, pp. 37–43. (In Russ.).

5. Ермолаева М.В. Изменчивость шишек в географических культурах в Удмуртской Республике // Вестн. Ижевской ГСХА. 2012. № 3(32). С. 60–63.

Ermolaeva M.V. The Variability of Larch Cultures Cones in Udmurt Republic. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*, 2012, no. 3(32), pp. 60–63. (In Russ.).

6. Ирошников А.И. Лиственницы России. Биоразнообразие и селекция. М.: ВНИИЛМ, 2004. 182 с.

Iroshnikov A.I. *Larch Trees of Russia. Biodiversity and Selection*. Moscow, VNIILM Publ., 2004. 182 p. (In Russ.).

7. Ковылина О.П., Ковылин Н.В., Познахирко П.Ш. Семеношение лиственницы в защитных насаждениях Хакасии // Вестн. КрасГАУ. 2008. № 4. С. 115–119.

Kovylyina O.P., Kovylin N.V., Poznakhirko P.Sh. Larch Seed Production in Protective Plantations of Khakassia. *The Bulletin of KrasGAU*, 2008, no. 4, pp. 115–119. (In Russ.).

8. Ковылина О.П., Ковылин Н.В., Познахирко П.Ш. Изменчивость шишек лиственницы сибирской в полевых защитных полосах разной конструкции в условиях Ширинской степи // Сиб. экол. журн. 2009. Т. 16, № 6. С. 819–827.

Kovylyina O.P., Kovylin N.V., Poznakhirko P.S. Variability of the Cones of Siberian Larch in Field-Protecting Plantations of Different Design under the Conditions of the Shira Steppe. *Sibirskiy Ekologicheskiy Zhurnal = Contemporary Problems of Ecology*, 2009, vol. 16, no. 6, pp. 819–827. (In Russ.).

9. Круклис М.В., Милютин Л.И. Лиственница Чекановского. М.: Наука, 1977. 212 с.

Krukliis M.V., Milyutin L.I. *Chekanovsky Larch*. Moscow, Nauka Publ., 1977. 212 p. (In Russ.).

10. Лавренов М.А., Васильев С.Б., Борисов В.А. Изменчивость вегетативных и генеративных органов лиственницы ольгинской в условиях интродукции // Resources and Technology. 2018. Т. 15, № 3. С. 52–61.

Lavrenov M.A., Vasiliev S.B., Borisov V.A. Variability of Vegetative and Generative Organs of Introduced Korean Dahurian Larch. *Resources and Technology*, 2018, vol. 15, no. 3, pp. 52–61. (In Russ.). <https://doi.org/10.15393/j2.art.2018.4203>

11. Логунов Д.В. Корреляция морфологических признаков видов рода (*Larix* Mill.) // Лесоводство Нижегородской области на рубеже веков: сб. науч. тр. по материалам науч.-практ. конф. Н. Новгород: НГСХА, 2004. С. 86–90.

Logunov D.V. Correlation of Morphological Features of Species of the Genus *Larix* Mill. *Forestry of the Nizhny Novgorod Region at the Turn of the Century: Collection of Academic Papers Based on the Materials of the Scientific and Practical Conference*. NNSAA, 2004, pp. 86–90. (In Russ.).

12. Макаров В.П. Изменчивость морфологических видов и климатипов лиственницы в географических культурах (Восточное Забайкалье) // Лесоведение. 2005. № 4. С. 67–75.

Makarov V.P. Variability of Larch Morphological Species and Climatypes in Provenances (Eastern Transbaikalian Region). *Lesovedenie = Russian Journal of Forest Science*, 2005, no. 4, pp. 67–75. (In Russ.).

13. Макаров В.П., Бобринев В.П., Милютин Л.И. Географические культуры лиственницы в Восточном Забайкалье. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2002. 187 с.

Makarov V.P., Bobrinev V.P., Milyutin L.I. *Provenance Trial Plantations of Larch in Eastern Transbaikalia*. Ulan-Ude, BSC SB RAS Publ., 2002. 187 p. (In Russ.).

14. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 284 с.

Mamayev S.A. *Forms of Intraspecific Variability of Woody Plants*. Moscow, Nauka Publ., 1973. 284 p. (In Russ.).

15. Погребняк П.С. Основы лесной типологии. 2-е изд., испр. и доп. Киев: АН УССР, 1955. 456 с.

Pogrebnyak P.S. *Fundamentals of Forest Typology*. Kiev, AN USSR Publ., 1955. 456 p. (In Russ.).

16. Jia Q., Zhang H., Zhang L., Zhang H. Variation Analysis of Hybrid Larch Families and Superior Families Selection. *Journal of Northeast Forestry University*, 2016, iss. 4, pp. 1–7.

17. Lu Z., Shi F., Ma W., Li X., Zhang B. Variability of the Seeds and Cones and Key Taxonomic Characters Selection of *Larix* in Northeast China. *Journal of Forestry Research*, 1999, vol. 10, pp. 15–19. <https://doi.org/10.1007/BF02855472>

18. Yang C., Xu J., Cai B., Xia D., Yang S., Zhang P. Geographic Variation Pattern of *Larix olgensis*. *Journal of Forestry Research*, 1997, vol. 8, pp. 3–9. <https://doi.org/10.1007/BF02864930>

19. Yang C., Zhang W., Yu B., Qin S. Study on Geographic Variation of Dahurian Larch in China. *Journal of Northeast Forestry University*, 1991, vol. 2, pp. 34–41. <https://doi.org/10.1007/BF02874805>

20. Yu B. A Study on the Geographic Variation and Selection of the Best Provenance of *Larix olgensis*. *Journal of Northeast Forestry University*, 1994, vol. 5, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1007/BF02875037>

21. Zhang G.-J., Dai B., Sun H., Zhao Y., Jia X., Wang W., Yang J. Seed Germination and Seedling Growth Characteristics of 25 *Larix principis-rupprechtii* Provenances. *Journal of Northeast Forestry University*, 2015, vol. 7, pp. 11–14,83.

22. Zhang X.-B., Feng J.-H., Ren J.-R. Morphological Variance and Natural Types' Division of Plus Trees of *Larix principis-rupprechtii* Mayr. *Journal of Northeast Forestry University*, 2001, vol. 12, pp. 123–127. <https://doi.org/10.1007/BF02867210>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest