

УДК 630*17:582.475.2

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В РАЗНЫХ ТИПАХ ЛЕСА В БАССЕЙНЕ РЕКИ АНГАРЫ

©2004г. Н.А.Кузьмина

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

660036 Красноярск, Академгородок

Поступила в редакцию 25. 06. 2003 г.

Исследованы таксационные показатели и морфологические признаки шишек и семян у лиственницы в разновозрастных лиственничниках зеленомошного и разнотравного типов леса. Выявлены значительные различия по объему ствола и числу шишек в кронах деревьев. По параметрам шишек и качеству семян различия несущественны. Определены корреляционные связи между таксационными показателями и морфологическими характеристиками шишек и семян.

Ключевые слова: лиственница, таксационные показатели, полнозернистость семян, коэффициент изменчивости, коэффициент корреляции.

Вопросам внутривидовой дифференциации лиственницы сибирской посвящены работы В.Н. Сукачева (1938), Н.В. Дылиса (1961, 1981), Е.Г. Боброва (1978) и др. Изучены морфологические, физиологические и генетические особенности вида (Тимофеев, 1961, 1972; Круклис, Милютин, 1977; Муратова, 1991; Милютин и др., 1993; Семериков, Матвеев, 1995). Созданы экспериментальные объекты и получены определенные результаты по изучению географической изменчивости и гибридизации (Ирошников, 1977, 1984; Авров, 1996; Вараксин, Милютин, 1996; и др.). Сделано обобщение современных представлений о лиственнице сибирской (Абаимов et al., 1998). Тем не менее селекционное значение ее отдельных форм изучено слабо, особенно популяций, характеризующихся смешанным составом и высоким бонитетом.

В бассейне р. Ангары формируются смешанные сосново-лиственничные древостой (Тихомиров и др., 1961). Наиболее распространены лиственничники зеленомошные и разнотравные. Цель настоящей работы - оценка изменчивости стволовой продуктивности, шишек и качества семян деревьев лиственницы сибирской в лиственничниках зеленомошном и разнотравном в бассейне нижней части р. Ангары.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Методом селекционной инвентаризации исследованы лиственничные насаждения в Богучанском лесхозе Красноярского края и заложены в них две пробные площади: № 1 (Богучанское лесничество) - разновозрастное насаждение (80-123 года) зеленомошного типа леса, II класса бонитета, со-

ставом 8Л2Е; № 2 (Карабульское лесничество находится на расстоянии 100 км от первой в юном направлении, насаждение представлено деревьями в возрасте от 100 до 160 лет, I класс бонитеразнотравный тип леса, состав 7Л2П1Е + К. Площадь исследуемых насаждений - 0,6, площади I и 0,4 га. На каждой пробной площади проведен анализ 26 деревьев. Принцип их отбора соответствовал задачам Российско-Скандинавского проекта (Martinson, 1998) - это семеносящие деревья в основном I и II классов Крафта, без признаков повреждений и болезней. Измеряли высоту, диаметр, определяли возраст деревьев (с помощью анализа керны) и объем стволовой древесины использованием таблиц объемов стволов (Справочное пособие..., 1974). Учет и сбор шишек проводили в период с 28 августа по 10 сентября. В неблагоприятных условиях собранные шишки доводили до сухого состояния, изучали их длину, ширину, вес. Раскрытие шишек у всех деревьев происходило не одновременно, но вполне удовлетворительно. Для каждого дерева определяли количество шишек и процент полнозернистых семян методом рентгенографии (Simak, Gustafsson, 1999; Щербакова, 1965). Обработку материала проводили по общепринятым статистическим методам (Лакин, 1973). При характеристике вариационных признаков использовалась шкала С.А. Мамкина (1973).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Линейный и радиальный рост деревьев в насаждении обусловлен несколькими факторами, основными из которых являются их возраст и генетические особенности, а также условия произрастания.

таблица 1. Характеристики роста и генеративных органов у лиственницы сибирской в лиственничнике зелено-шном на пробной площади № 1

№ рева	Высота, м	Диаметр, см	Объем ствола, м ³	Число шишек, шт.	Средние размеры шишек, мм		Масса 1000 шт. развитых семян, г	Количество иолнозернистых семян, %	Вес сухой пташки с семенами, г
					длина	ширина			
1	25	30	0.78	41	26.8 ± 0.42	16.4 ± 0.20	10.1	64	2.37
2	33	40	1.78	303	28.7 ± 0.40	18.5 ± 0.32	10.1	60	3.09
3	31	32	1.08	157	25.9 ± 0.46	16.1 ± 0.23	9.6	84	1.87
4	29	32	1.01	179	28.1 ± 0.44	16.6 ± 0.27	10.1	64	2.19
5	36	40	1.90	280	28.2 ± 0.41	17.8 ± 0.23	9.3	55	2.60
6	28	33	0.98	224	34.7 ± 0.58	18.7 ± 0.23	7.4	51	3.11
8	33	40	1.78	456	30.8 ± 0.62	18.7 ± 0.29	8.9	79	2.76
9	27	28	0.72	432	28.4 ± 0.65	19.8 ± 0.28	7.5	44	2.43
0	25	27	0.62	45	35.0 ± 0.78	18.9 ± 0.23	9.7	50	-
3	30	30	0.77	189	34.3 ± 0.57	19.0 ± 0.26	8.0	53	2.75
4	30	32	1.04	172	35.0 ± 0.43	19.3 ± 0.19	11.0	75	4.61
5	28	36	1.24	530	25.5 ± 0.63	16.7 ± 0.16	7.4	60	2.08
6	26	28	0.70	349	28.2 ± 0.50	16.0 ± 0.27	8.5	53	2.60
7	25	26	0.59	215	28.2 ± 0.49	18.0 ± 0.21	7.5	18	3.02
8	34	22	0.55	310	30.7 ± 0.44	20.0 ± 0.39	7.9	1	2.83
9	30	28	0.80	250	29.6 ± 0.43	18.0 ± 0.21	9.2	77	2.91
1	31	30	0.95	324	28.5 ± 0.46	17.8 ± 0.28	8.7	77	2.62
2	29	30	0.89	443	30.2 ± 0.28	17.9 ± 0.21	8.8	-	2.70
3	32	20	0.43	314	27.1 ± 0.39	16.1 ± 0.19	9.7	61	2.67
6	34	34	1.33	159	27.4 ± 0.38	16.5 ± 0.21	10.1	71	2.73
7	32	30	0.97	-	-	-	9.1	61	2.56
0	26	40	1.44	721	36.2 ± 0.56	16.3 ± 0.16	9.5	81	3.16
1	32	36	1.40	138	38.5 ± 0.62	20.5 ± 0.33	9.3	-	6.74
2	28	42	1.69	487	32.4 ± 0.43	18.2 ± 0.18	8.9	57	3.27
3	27	44	1.80	540	29.0 ± 0.32	15.5 ± 0.30	9.9	75	2.76
4	28	34	1.11	247	32.4 ± 0.49	16.4 ± 0.21	9.4	79	3.24
т/я	30 ± 0.6	32 ± 1.2	1.09 ± 0.21	300 ± 33	30.0 ± 0.72	17.7 ± 0.28	9.1 ± 0.19	60 ± 3.9	2.95 ± 0.19
;%	10	19	39	55	11	8	11	32	32

[. Изучение высот, диаметров и объемов ствола у деревьев лиственницы в разновозрастных древостоях I и II классов бонитета показало достоверные различия между ними. Абсолютные пределы стационарных показателей деревьев в пределах пробной площади № 1 варьируют следующим образом: высота - от 25 до 36 м, диаметр - от 20 до 46 см (табл. 1); объем ствола самого крупного дерева - 1.899 м³, самого мелкого - 0.620 м³. Средние значения диаметра деревьев на пробной площади составляют: высота - 30 ± 0.59 м, диаметр - 32 ± 1.18 см, объем ствола - 1.09 ± 0.21 м³. Возраст деревьев варьирует от 80 до 123 лет.

Более высокие показатели высоты, диаметра и объема ствола наблюдаются у деревьев лиственницы на пр. пл. № 2. Условия произрастания этого древостоя характеризуются I классом бонитета. Верхний предел линейного роста у деревьев здесь достигает 46 м, радиального - 54 см, объем ствола самого большого дерева - 3.56 м³, самого мелкого - 1.28 м³ (табл. 2). Согласно шкале С.А. Мамаева (1973), высота у деревьев лиственницы на исследуемых пробных площадях характеризуется низким (пр. пл. № 1 - CV = 7%) и средним (пр. пл. № 2 - CV = 11%) уровнями изменчивости. Радиальный рост деревьев наиболее изменчив: в частности, на пр. пл. № 2 коэффициент изменчивости составляет 15%, на пр. пл. № 1 - достигает 19%. Наибольшее дерево (№ 33) по диаметру отличается от среднего на первой площади

венницы на пр. пл. № 2. Условия произрастания этого древостоя характеризуются I классом бонитета. Верхний предел линейного роста у деревьев здесь достигает 46 м, радиального - 54 см, объем ствола самого большого дерева - 3.56 м³, самого мелкого - 1.28 м³ (табл. 2). Согласно шкале С.А. Мамаева (1973), высота у деревьев лиственницы на исследуемых пробных площадях характеризуется низким (пр. пл. № 1 - CV = 7%) и средним (пр. пл. № 2 - CV = 11%) уровнями изменчивости. Радиальный рост деревьев наиболее изменчив: в частности, на пр. пл. № 2 коэффициент изменчивости составляет 15%, на пр. пл. № 1 - достигает 19%. Наибольшее дерево (№ 33) по диаметру отличается от среднего на первой площади

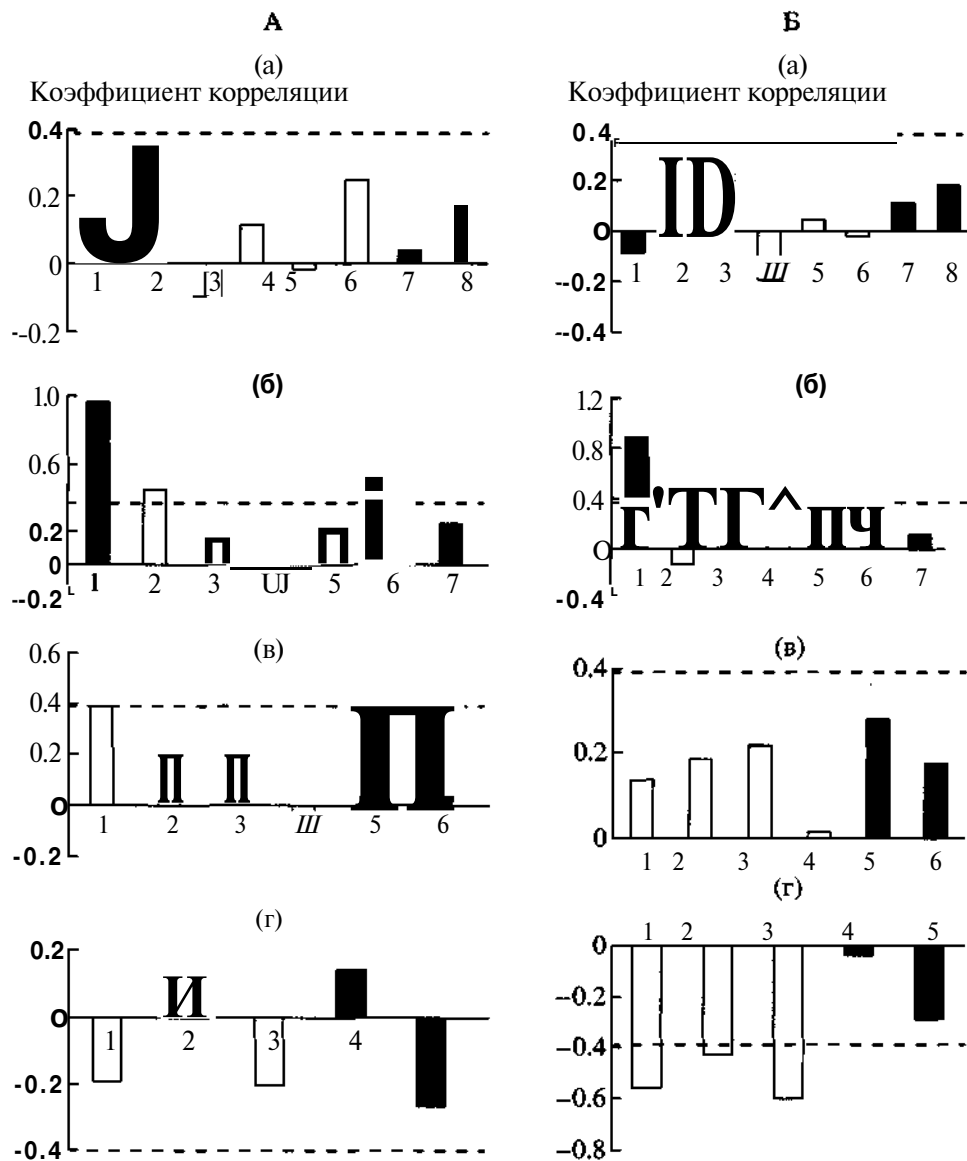
Таблица 2. Характеристики роста и генеративных органов у лиственницы сибирской в лиственничнике разнотравном на пробной площади № 2

№ дерева	Высота, м	Диаметр, см	Объем ствола, м ³	Число шишек, шт.	Средние размеры шишек, мм		Масса 1000 шт. развитых семян, г	Количество полнозернистых семян, %	Вес сухой шишки с семенами, г
					длина	ширина			
1	32	50	2.70	219	30.310.50	16.310.20	7.2	57	2.99
2	34	52	3.10	220	32.910.49	16.210.26	8.4	58	3.01
3	28	54	2.80	85	31.210.57	16.210.23	6.2	34	3.92
4	32	43	2.00	88	31.610.57	16.510.25	8.1	64	3.04
5	34	40	1.80	7	29.810.72	18.010.32	5.2	15	2.71
7	36	43	2.20	27	29.210.52	17.5 10.25	8.6	16	2.65
9	45	50	3.00	298	29.110.51	16.610.30	8.0	42	2.61
12	37	42	2.18	161	31.310.61	16.8 10.24	8.6	51	2.83
13	41	46	2.74	79	31.210.49	19.3 10.26	9.9	64	3.45
16	42	52	3.26	68	31.810.59	17.310.27	9.3	70	2.93
17	54	42	2.32	78	34.610.90	18.110.37	8.8	73	3.17
18	34	42	2.02	44	31.110.49	17.110.21	10.5	69	3.40
19	38	50	3.18	114	31.310.53	18.410.28	10.9	71	—
30	36	46	2.52	135	32.110.41	19.010.28	9.2	76	4.20
31	37	44	2.39	134	28.710.53	15.310.39	9.1	40	3.58
32	29	36	1.28	145	27.310.34	16.410.24	8.6	68	2.22
34	37	43	2.28	193	27.410.39	16.910.21	7.4	16	2.00
36	39	45	2.62	218	29.610.30	17.010.17	7.2	72	2.99
37	39	46	2.73	160	31.7 ± 0.46	18.710.20	7.7	51	3.47
38	37	44	2.39	58	30.910.48	18.3 10.23	8.0	30	3.35
39	36	40	1.91	189	32.010.58	17.910.21	8.4	-	3.54
40	46	37	2.16	728	28.210.56	15.810.25	7.9	31	2.06
44	37	46	2.62	723	31.610.39	16.610.24	7.1	59	2.42
45	43	44	2.86	656	23.110.58	12.710.23	6.8	54	1.78
43	35	34	1.36	201	27.410.35	16.3 10.22	6.9	25	2.26
35	32	50	2.70	134	31.510.51	18.210.25	8.3	65	—
<i>M±m</i>	37 ± 1.1	45 ± 1.0	2.45 ± 0.10	198 139	30.3 10.45	17.010.03	8.210.25	51 13.8	2.9410.1
<i>CV, %</i>	15	11	22	95	8	8	15	38	21

ди на 37%, на второй (дерево № 3) - на 20%, наименьшее дерево (№ 23 и № 43, соответственно пр. пл. № 1 и № 2) - на 38 и 25%. Более сильные отклонения в сторону увеличения и уменьшения от среднего наблюдаются по объему ствола особенно на пр. пл. № 1 (на 61-65%). Коэффициент изменчивости достигает здесь высокого уровня ($CV = 39\%$). Одна из основных причин большой изменчивости таксационных показателей на пр. пл. № 1 - значительная разновозрастность древостоя (IV-VII классы).

Изменчивость числа шишек в кронах деревьев чрезвычайно высока, и ее коэффициенты достигают на пробных площадях 55-95%: минимальное число шишек - 7 шт., максимальное - 728 шт. (в

урожае одного года), причем встречаются деревья как с крупными шишками (деревья № 30, 31 пр. пл. № 1 и дерево № 17- пр. пл. № 2), так и с мелкими (деревья № 1, 3, 15 - пр. пл. № 1 и дерево № 45 - пр. пл. № 2). Абсолютные размеры шишек также варьируют: длина - от 20 до 44 мм, ширина - от 12 до 24 мм. В пределах дерева изменчивость размеров шишек имеет в основном низкий уровень ($CV = 6-12\%$), только в трех случаях на пр. пл. № 1 и в двух случаях на пр. пл. № 2 средний ($CV = 16\%$). Это подтверждает выводы многих авторов о незначительной внутриорганной (эндогенной) изменчивости размеров шишек у хвойных. Средний вес шишки имеет большую амплитуду варьирования, чем ее линейные



Коэффициенты корреляции между таксационными показателями ствола и морфологическими признаками шишек и семян лиственницы сибирской в зеленомошном (А) и разнотравном (Б) типах леса.

а - высота дерева; 1 - диаметр, 2 - объем ствола, 3 - число шишек одного дерева, 4 - вес шишки, 5 - длина шишки, 6 - ширина шишки, 7 - % полнозернистых семян, 8 - масса 1000 шт. семян; б - диаметр дерева; 1 - объем ствола, 2 - число шишек одного дерева, 3 - вес шишки, 4 - ширина шишки, 5 - длина шишки, 6 - % полнозернистых семян, 7 - масса 1000 шт. семян; в - объем ствола; 1 - число шишек одного дерева, 2 - вес шишки, 3 - длина шишки, 4 - ширина шишки, 5 - % полнозернистых семян, 6 - масса 1000 шт. семян; г - число шишек в кроне; 1 - вес шишки, 2 - длина шишки, 3 - ширина шишки, 4 - % полнозернистых семян, 5 - масса 1000 шт. семян.

ле параметры: коэффициенты варьирования на >. пл. № 1 составляют 32%, на пр. пл. № 2 - 21%. эдняя масса 1000 шт. семян у лиственницы в исследуемых насаждениях варьирует у разных деревьев от 6.2 до 10.9 г: на пр. пл. № 1 она составила среднем 9.1 г, на пр. пл. № 2 - 8.1 г. Масса семян делом соответствует расчетной величине, полу-льной регрессионным методом для лиственницы бирской в Средней Сибири (Кузьмина, Черепш, 1973). Метод основывался на использовании

тесной связи ($r = 0.84$) веса полнозернистых семян с суммой эффективных температур более 5°C . Рассчитанное уравнение регрессии

$$y = 2.21 + 0.0033x,$$

где y - масса 1000 шт. полнозернистых семян, x - сумма эффективных температур более 5°C , позволило выявить, что с повышением суммы температур до 300° вес семян увеличивается на 1 г. Насаждения лиственницы с весом семян от 8 до 9 г занимают центральную и южную равнинную или

низкогорную части Красноярского края и Иркутской области.

По литературным данным (Ирошников и др., 1974), полнозернистость семян лиственницы сибирской - очень изменчивый признак, что подтверждают результаты наших исследований. Амплитуда колебаний полнозернистости семян в исследуемых насаждениях очень высока: так, на пр. пл. № 1 она составляет 1-84%, на пр. пл. № 2 - 15-76%, а в среднем - 60 и 51 % соответственно.

Корреляционный анализ зависимости между таксационными показателями и морфологическими признаками шишек и семян деревьев лиственницы двух разных насаждений показал, что между линейным ростом и диаметром, объемом ствола, параметрами шишек и качеством семян связь недостоверная (см. рисунок). Значительная связь ($r = 0.881, 0.957$) выявлена между радиальным ростом и объемом ствола у деревьев как в зеленомошном, так и разнотравном насаждениях. Между диаметром, объемом ствола и морфологическими признаками шишек и семян у деревьев из разных условий произрастания связь неоднозначна: так, на пр. пл. № 1 (а) наблюдается существенная связь таксационных показателей с числом шишек в кроне ($r = 0.435$) и полнозернистостью семян ($r = 0.485$); на пр. пл. № 2 (б) эти связи не подтверждаются, но обнаруживается корреляция с другими признаками, например положительная прямолинейная связь между диаметром дерева и весом ($r = 0.413$) и длиной шишки ($r = 0.398$). Все выявленные связи достоверны при критическом значении коэффициента корреляции (здесь и далее) $0.396 (r_{0.05})$.

Достоверная корреляция наблюдается между массой семян и их полнозернистостью, причем коэффициенты корреляции в лиственничниках зеленомошном и разнотравном существенно не различаются ($r = 0.548-0.578$), связь положительная прямолинейная.

Анализ влияния количества шишек в кроне дерева на их морфологические признаки выявил отрицательную корреляцию с длиной ($r = -0.429$), шириной ($r = -0.598$) и весом одной шишки ($r = -0.562$) на пр. пл. № 2; на пр. пл. № 1 эти зависимости несущественны.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о значительной изменчивости лиственницы сибирской в пределах каждой изученной ценопопуляции по объему ствола, числу шишек, проценту полнозернистости семян, весу шишки, а также о больших различиях между двумя лиственничниками по таксационным показателям и числу шишек. Различие разновозрастных древостоев по условиям произрастания на один класс бонитета и на два класса возраста определяет более чем в два раза различие между ними по объему ствола. По изменчивости морфологических при-

знаков шишек и семян различий между лиственничниками зеленомошным и разнотравным не наблюдается или они несущественны. По таксационным показателям (высота, диаметр и объем ствола), параметрам шишек и качеству семян исследуемые насаждения соответствуют лучшим лиственничным насаждениям Сибири. Корреляционный анализ показал, что в лиственничнике зеленомошном и разнотравном коэффициент корреляции в большинстве случаев не идентичны. Можно предположить, что это является следствием разной возрастной структуры исследуемых древостоев и недостаточности многолетних наблюдений за семеношением деревьев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авров Ф.Д.* Экология и селекция лиственницы // Проблемы региональной экологии. Томск: Институт экологии природных комплексов СО РАН, 1996. Вып. 211с.
- Бобров Е.Г.* Лесообразующие хвойные СССР. М.: Наука, 1978. 187 с.
- Вараксин Г.С., Милютин Л.И.* Географические культуры лиственницы в левобережье Енисея // Лесоведение. 1996. № 2. С.89-92.
- Дылис Н.В.* Лиственница Восточной Сибири и Дальнего Востока. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 209 с.
- Дылис Н.В.* Лиственница (Библиотечка "Древесные породы"). М.: Лесная пром-сть, 1981. 96 с.
- Ирошников А.И., Милютин Л.И., Черепнин В.И., Шербакова М.А.* Изменчивость качества семян хвойных пород Восточной Сибири // Изменчивость древесных растений Сибири. Красноярск: Институт леса и В.Н. Сукачева СО РАН, 1974. С. 56-74.
- Ирошников А.И.* Географические культуры хвойных в Южной Сибири // Географические культуры и палатации хвойных в Сибири. Новосибирск: Наука, 1979. С. 4-110.
- Ирошников А.И.* Интродукция лиственницы в Южную Сибирь // Изменчивость и интродукция древесных растений Сибири. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 1984. С.19-31.
- Круклис М.В., Милютин Л.И.* Лиственница Чеканского. М.: Наука, 1977. 211 с.
- Кузьмина Н.Л., Черепнин В.И.* Географическая изменчивость веса семян лиственницы сибирской в Сибири // Лесоведение. 1973. № 3. С. 35-38.
- Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Высш. шк., 1973. 342 с.
- Мамаев С.А.* Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 282 с.
- Милютин Л.И., Муратова Е.Н., Ларионова А.Л.* Типологический анализ популяций лиственницы сибирской и Сукачева // Лесоведение. 1993. № 3. С. 55-63.
- Муратова Е.Н.* Кариологическое исследование *Larix sibirica* (Pinaceae) в различных частях ареала // Вестник ВГУ. 1991. Т. 76. № 11. С. 1586-1595.
- Семериков В.Л., Матвеев А.В.* Изучение генетической изменчивости лиственницы сибирской (*Larix sibirica*)

Ldb.) по изоферментным локусам // Генетика. 1995. Т.31.№8. С. 1107-1113.

Справочное пособие по таксации лесов Сибири. Красноярск: Институт леса и древесины им. В.Н. Сукачева СО АН СССР, 1974. Т. 1. 216 с.

Сукачев В.Н. Дендрология. Изд. 2-е, испр. и доп. Л.: Гослестехиздат, 1938. 574 с.

Тимофеев В.П. Роль лиственницы в поднятии продуктивности лесов. М., 1961. 160 с.

Тимофеев В.П. Влияние происхождения семян рода *Larix* Mill, на рост культур в СССР // Докл. Междунар. симпоз. по селекции, генетике и лесному семеноводству хвойных пород. Пушкино, 1972. С. 49-59.

Тихомиров Б.Н, Коропачинский И.Ю., Фалалк Лиственничные леса Сибири и Дальнего Вост Л.: Гослесбумиздат, 1961. 163 с.

Щербакова МЛ. Определение качества семян пород ренгенографическим методом. Красноярское кн. изд-во, 1965. 35 с.

Abaimov A.P., Lesinski J.A., Martinsson O., Mil] Variability and ecology of Siberian larch species. Re Umea: Swed. Univ. Agric. Sci., Dep. Silviculture, 19S SimakM., Gustafsson A. Seed properties in mother grafts of Scots pine // Meddelanden from Statens Sk inginst. 1954. Bd44. H. 2. S. 1-73.

Martinsson O. International cooperation on Larc ties // World resources for Breeding, Resistance and tion. IUFRO Interdivisional symposium. Krasnoyar, P. 62.