

Малеев В.П. Теоретические основы акклиматизации. М.: Сельхозгиз, 1933. 160 с.

Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. М.: Наука, 1964. 191 с.

Райт Дж.В. Введение в лесную генетику: Пер. с англ. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 470 с.

С.Н.Луганская

(Уральский государственный лесотехнический университет)

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАССЫ, ЭНЕРГИИ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПО СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Проведен анализ массы, энергии прорастания и всхожести семян сосны обыкновенной за период с 1950 по 1995 гг. по десяти "ключевым" лесхозам Свердловской области. Полученные результаты отражают многолетний уровень изменчивости показателей под влиянием экологических и географических факторов.*

Изучение изменчивости абсолютной массы, энергии прорастания и всхожести семян сосны обыкновенной проводилось на территории Свердловской области. Имея протяженность с севера на юг более 600 км, она включает все подзоны таежной зоны и часть влажной подзоны лесостепной зоны. С учетом лесосеменного (1982) и лесорастительного районирования Б.П.Колесникова и др. (1973) нами были подобраны 10 "ключевых" лесхозов, которые отражают географическую дифференциацию основных лесов региона. В этот перечень включены Ивдельский, Гаринский, Серовский, Нижне-Тагильский, Камышловский, Таборинский, Красноуфимский, Егоршинский, Берёзовский и Сысертский лесхозы.

Неоднородность климатических условий территорий различных лесхозов во многом обуславливает различную интенсивность семеношения древесных пород, а также качество семян.

Исследования проводились на основании результатов лабораторных анализов средних образцов семян "ключевых" лесхозов. Анализы выполнены Екатеринбургской зональной лесосеменной станцией за период с

1950 по 1995 гг. Общее число образцов составило более 5000. Данное количество определений позволило нам с достаточно высокой точностью (выше 99%) определить среднемноголетние значения абсолютной массы, энергии прорастания и всхожести семян. Достоверность вычисленных средних значений подтверждена рассчитанными критериями Стьюдента (Зайцев, 1974).

На формирование семян большое влияние оказывает целый комплекс экологических факторов (Тольский, 1950; Гиргидов, 1951; Молчанов, Преображенский, 1957; Некрасова, 1960; Правдин, 1972; Козубов, 1972 и др.). Как правило, масса семян изменяется в зависимости от их размещения в шишках, от положения шишек в кроне и их размеров (Правдин, 1936; Молчанов, 1961), от условий местопроизрастания, возраста дерева (Каппер, 1954; Заборовский, 1962; и др.), географического положения, высоты над уровнем моря и т.д. Особая роль в формировании семян отводится наследственности. Считается, что у деревьев из года в год сохраняется ранг семян по массе (Мишуков, 1974; Кречетова, 1989). Продуцирование семян определенной, характерной для данного дерева, массы возможно, если исключить экстремальное влияние климатических и экологических факторов на рост и развитие урожая в течение всего периода формирования семян. В результате ежегодных отклонений значений метеорологических факторов от среднемноголетних величин формирующиеся семена каждого конкретного года отличаются не только по величине, но и по качеству.

#### Масса семян

По мнению многих авторов, наиболее информативным признаком, характеризующим качество семян древесных пород, является их масса, определяемая у 1000 шт. В табл. 1 представлены среднемноголетние значения по массе семян с 1960 по 1995 гг.

Установленная многими исследователями закономерность снижения массы семян к северу наглядно прослеживается по результатам табл. 1. Наименьшее значение массы 1000 семян наблюдается в самом северном лесхозе Свердловской области – Ивдельском, где эта величина составляет 5,09 г. При продвижении к югу происходит постепенное увеличение показателя. Наибольшее значение отмечается в Красноуфимском лесхозе (6,18 г). При протяжении Свердловской области с севера на юг приблизительно на 600 км изменение массы семян составляет 1,09 г, что соответствует 21,4 %.

В среднем по-области масса 1000 семян составляет 5,62 г. Наиболее приближены к этому значению семена из центральной части области, а именно в лесхозах 53-го лесосеменного района.

Таблица 1

**Результаты статистического анализа абсолютной массы семян сосны  
обыкновенной по "ключевым" лесхозам**

Ключевой лесхоз	Лесосе- менной район	Масса 1000 семян						
		Сред- нее, г	Ошиб- ка сред- него, г	Мини- мум, г	Макси- мум, г	Кэф- фици- ент вариа- ции, %	Из генеральной совокупности, г	
							Мини- мум, г	Макси- мум, г
Ивдельский	45а	5.09	0.07	4.13	5.77	7.2	3.21	7.08
Гаринский	45а	5.36	0.08	4.49	6.30	8.8	3.97	6.95
Серовский	53б	5.43	0.06	4.84	5.91	5.9	4.05	7.74
Нижне- Тагильский	53а	5.88	0.05	5.24	6.59	4.7	4.01	7.00
Таборинский	53б	5.71	0.05	5.22	6.23	4.8	4.30	7.03
Берёзовский	53б	5.81	0.05	5.23	6.29	4.7	4.60	7.18
Егоршинский	53б	6.03	0.06	5.48	6.58	4.9	4.33	8.28
Сысертский	53а	5.87	0.05	5.16	6.37	4.8	4.62	7.20
Камышловский	67	6.06	0.07	5.27	7.26	6.3	4.09	7.26
Красноуфимский	10б	6.18	0.07	5.01	7.05	6.5	3.47	7.29

Для определения достоверности различий между представленными в табл. 1 средними значениями были рассчитаны критерии Стьюдента. На 95 % уровне значимости не имеется достоверных различий между следующими лесхозами (при  $t_{0,05}=2,0$ ):

1. Гаринский – Серовский .....  $t=0,67$
2. Березовский – Таборинский .....  $t=1,47$
3. Березовский – Нижне-Тагильский .....  $t=0,99$
4. Березовский – Сысертский .....  $t=0,92$
5. Нижне-Тагильский – Сысертский .....  $t=0,05$
6. Егоршинский – Камышловский .....  $t=0,31$
7. Егоршинский – Красноуфимский .....  $t=1,59$
8. Камышловский – Красноуфимский .....  $t=1,24$

Во всех остальных случаях (82,2%) различия между средними значениями "ключевых" лесхозов достоверны.

Об уровне изменчивости массы семян сосны обыкновенной по области можно судить по величине коэффициентов вариации (см. табл. 1). Представленные значения указывают на то, что наибольшей изменчивостью обладают семена из северных районов (Ивдельский - 7,2 %, Гаринский – 8,8 %). Наименьшая величина изменчивости наблюдается у лесхо-

зов, принадлежащих к 53-му лесосеменному району (от 4,7 до 5,9 %). В лесхозах, находящихся на границе с лесостепной зоной (Красноуфимский и Камышловский), наблюдается повышение этого показателя по сравнению с центральной частью области до 6,3 – 6,5 %. Коэффициенты вариации, представленные в таблице, характеризуют уровень изменчивости признака по шкале С. А. Мамаева (1973) как “очень низкий” (до 7 %) и “низкий” (от 8 до 12 %). При рассмотрении коэффициентов вариации в “ключевых” лесхозах по всей генеральной совокупности происходит увеличение данных показателей от 17,0 до 61,7 %, что соответствует “очень высокому” уровню варибельности массы семян. Повышение коэффициентов вариации по генеральным совокупностям связано с большими диапазонами варьирования показателей за 35-летний период.

Для более наглядной демонстрации изменчивости массы семян по ключевым лесхозам области в табл. 1 приведены средние минимальные и максимальные значения данного показателя по годам, а также минимальные и максимальные значения отдельных партий, взятых из генеральной совокупности за весь период наблюдений. Рассматривая приведенные в столбцах 5 и 6 значения, которые отражают среднее по всем заготовленным за год партиям семян, видим, что наибольший интервал между минимальным и максимальным показателями наблюдается на севере в Ивдельском и Гаринском, а на юге – в Камышловском и Красноуфимском лесхозах. При этом на севере разница составляет 1,6-1,8, на юге – 1,9-2,0, в центральной части области – 1,0-1,3 г. Значения, представленные в столбцах 8 и 9 (см. табл. 1), показывают интервал изменчивости массы семян по ключевым лесхозам за весь 35-летний период. Наименьшее значение массы семян наблюдается в Ивдельском лесхозе (3,21 г), а наибольшее – в Егоршинском (8,28 г). Так, в среднем разница между максимальным и минимальным значениями (столбцы 8 и 9) составляет от 2,58 до 3,87 г, или от 56 до 120 %. В результате за 35-летний период наблюдений в пределах ключевых лесхозов Свердловской области встречаются партии семян, различающиеся по массе 1000 шт. в 1,5 – 1,8 раза.

### **Энергия прорастания и всхожесть семян**

Для анализа энергии прорастания и всхожести семян сосны обыкновенной приводятся табл. 2 и 3, в которых использованы результаты статистической обработки 46-летних наблюдений по ключевым лесхозам Свердловской области. Материалы табл. 2 и 3 свидетельствуют, что худшими показателями по энергии прорастания и всхожести характеризуются семена, заготовленные на севере области в Ивдельском лесхозе (73,16 и 78,94 % соответственно). Несколько лучшие показатели наблюдаются в

Красноуфимском лесхозе (77,15 и 80,69 %). Максимальные величины по энергии про-растания и всхожести наблюдаются в Березовском (85,59 и 88,21 %), Егоршинском (88,14 и 90,75 %) и Сысертском (90,54 и 92,69 %) лесхозах.

Таблица 2

**Среднеголетние показатели энергии прорастания семян сосны обыкновенной за период с 1950 по 1995 гг.**

Ключевой лесхоз	Лесосе- менной район	Энергия прорастания семян, %					Из генеральной совокупности	
		Сред- нее	Ошиб- ка сред- него	Мини- мум	Макси- мум	Кэф- фици- ент вариа- ции	Мини- мум	Макси- мум
Ивдельский	45а	73,16	2,85	24,29	91,78	21,65	0	96
Гаринский	45а	80,79	1,71	50,00	94,00	12,55	2	98
Серовский	53б	80,35	2,43	44,20	96,00	15,10	11	98
Нижне- Тагильский	53а	81,59	1,53	58,00	93,30	9,56	2	98
Таборинский	53б	79,50	1,32	59,10	93,80	10,12	6	98
Берёзовский	53б	85,59	1,42	57,00	95,00	9,67	41	98
Егоршинский	53б	88,14	1,18	73,30	94,80	6,57	48	98
Сысертский	53а	90,54	0,58	80,60	95,70	3,72	44	100
Камышловский	67	82,86	1,50	57,00	96,00	10,40	12	98
Красноуфимский	10б	77,15	1,88	43,30	92,70	13,99	12	99

Анализируя максимальные годовые значения по энергии прорастания и всхожести семян (столбец 6 табл. 2 и 3), видим, что по всей территории области отмечается вызревание семян, при этом изучаемые показатели для всех ключевых лесхозов – не менее 90%. Для отдельных партий за весь период наблюдений максимальные значения составляют 96 – 100 % (столбец 9 табл. 2 и 3). Полученные результаты говорят о том, что по всей Свердловской области отмечается полное (96 – 100 %) вызревание семян сосны обыкновенной. Однако для крайних северных лесхозов (Ивдельский, Гаринский) такие высокие показатели по энергии прорастания и всхожести наблюдаются реже, чем для центральной и южной части области. Однако при благоприятном сочетании климатических факторов даже в суровых условиях северных лесхозов возможно создание резерва семян с высокими посевными качествами. При проведении наблюдений за погодой периода формиро-

вания урожая можно с большой вероятностью определить величину будущего урожая и его качество.

Анализируя минимальные значения энергии прорастания и всхожести по годам (столбец 5) и по всей генеральной совокупности (столбец 8) в табл. 2 и 3, отмечаем, что семена с низкими посевными качествами, а зачастую их полное невызревание (энергия прорастания и всхожесть семян равны нулю) встречаются только на севере области (Ивдельский). На большей части территории (кроме Березовского, Егоршинского и Сысертского лесхозов), встречаются семена, имеющие очень низкие посевные качества (до 12 % по энергии прорастания, до 15 - 20 % - по всхожести).

Таблица 3

**Среднеголетние показатели всхожести семян сосны обыкновенной за период с 1950 по 1995 гг.**

Ключевой лесхоз	Лесосеменной район	Всхожесть семян, %						
		Среднее	Ошибка среднего	Минимум	Максимум	Кoeffициент вариации	Из генеральной совокупности	
							Минимум	Максимум
Ивдельский	45а	78,94	2,42	33,14	92,83	17,09	0	98
Гаринский	45а	85,01	1,25	61,00	94,00	8,69	8	98
Серовский	53б	85,24	1,67	61,00	97,00	9,77	15	99
Нижне-Тагильский	53а	85,67	1,03	75,00	94,00	6,11	6	98
Таборинский	53б	83,70	1,09	67,20	96,80	7,90	8	98
Берёзовский	53б	88,21	1,07	68,00	95,00	7,04	34	99
Егоршинский	53б	90,75	0,76	81,90	95,50	4,08	60	98
Сысертский	53а	92,69	0,37	88,10	97,00	2,30	53	100
Камышловский	67	87,46	0,78	79,00	97,50	5,15	30	99
Красноуфимский	10б	80,69	1,78	50,30	94,60	12,70	20	99

Представленные в 6 столбце (см. табл. 2 и 3) коэффициенты вариации подтверждают наибольший уровень изменчивости посевных качеств в крайних северных и южных районах области. В Ивдельском лесхозе коэффициент вариации энергии прорастания равен 21,65, а всхожести – 17,09 %, для Красноуфимского лесхоза эти показатели составляют 13,99 и 12,70 % соответственно. Данные значения являются самыми высокими для всей области, в остальных ключевых лесхозах величина коэффициентов

снижена, например, в Сысертском лесхозе до 2 - 4%. Данные таблиц показывают, что энергия прорастания является более изменчивым признаком по сравнению со всхожестью, при этом уровень изменчивости энергии прорастания в 1,2-2,0 раза выше, чем у всхожести семян.

### **Зависимость массы семян и их качества от географических координат, высоты над уровнем моря и лесосеменного районирования**

При анализе среднесезонных данных массы и качества семян соны обыкновенной наглядно вырисовывается несколько зон в пределах области. Первая относится к северной территории (Ивдельский лесхоз) и характеризуется минимальными значениями массы и качества семян. Вторая зона – южная граница области на стыке с лесостепью (Красноуфимский лесхоз) – характеризуется максимальной массой семян при их пониженном качестве. Третья зона – центральная часть области (Березовский, Егоршинский, Сысертский лесхозы) – оптимальное сочетание массы и качества семян. В этих зонах наиболее ярко представлены различия, выявляемые при взаимосвязи массы и качественных показателей семян с различными характеристиками.

Для выявления зависимости массы и качества семян от географических координат ключевых лесхозов был проведен корреляционный анализ. В качестве координат использовались срединные значения по долготы и широте местности для каждого лесхоза.

Связь энергии прорастания, всхожести и массы семян с географической широтой характеризуется следующими величинами:  $r = -0,640$ ;  $r = -0,570$ ;  $r = -0,934$  соответственно. В первом и во втором случаях связь “значительная”, а в третьем – “очень сильная”. Изменение массы семян в отличие от их качества в большей степени связано с географическим происхождением. Протяженность Свердловской области с севера на юг составляет приблизительно  $6^\circ$  – от  $56^\circ$  с.ш. (Красноуфимск) до  $62^\circ$  с.ш. (Ивдель). Изменение средней массы 1000 семян при этом достигает 1,09 г. По данным В. Л. Черепнина (1974), в равнинных условиях масса семян на каждый градус изменяется на 0,1-0,2 г, а в горах на каждые 100 м – на 0,2-0,3 г. Его выводы применимы для условий Южной и Восточной Сибири. Для условий Свердловской области на 1 $^\circ$  приходится 0,18 г, а при увеличении высоты над уровнем моря на 100 м снижение массы семян составляет 0,32 г (в направлении Серов – Нижний Тагил).

“Значительная” связь энергии прорастания и всхожести с географической широтой местности связана прежде всего с перераспределением

количества тепла, что отражается на созревании семян в шишках в течение третьего года.

Изменения, связанные с долготой местности, проявляются в меньшей степени. Нами получены следующие коэффициенты корреляции для 10 “ключевых” лесхозов: по энергии прорастания –  $r = 0,152$ , по всхожести –  $r = 0,216$ , по массе –  $r = -0,269$ , что соответствует “слабой” связи между сравниваемыми показателями. Связь с долготой возрастает, когда рассматриваемые участки имеют незначительные различия по широте. При рассмотрении влияния долготы на массу и качество семян в “ключевых” лесхозах, находящихся по широте в пределах одного градуса (Егоршинский, Березовский, Сысертский, Камышловский, Красноуфимский) получены следующие коэффициенты корреляции: для энергии прорастания –  $r = 0,531$ , для всхожести –  $r = 0,625$ , для массы –  $r = -0,571$ . В данном случае теснота связи возрастает до “значительной”.

Связь высоты над уровнем моря с изучаемыми показателями следующая: с энергией прорастания –  $r = -0,298$ , со всхожестью –  $r = -0,349$ , с массой семян –  $r = 0,023$ . Для первого и второго показателей теснота связи характеризуется от “слабой” до “умеренной”. Говорить об отсутствии связи между массой семян и высотой над уровнем моря по величине коэффициента корреляции преждевременно. Дело в том, что влияние высотных отметок проявляется в меньшей степени из-за обширности территории. Чтобы уменьшить влияние географической широты, вычислен коэффициент корреляции только для трех северных лесхозов (Ивдельского, Гаринского и Серовского), он равен  $r = -0,975$ , что соответствует “очень сильной” тесноте связи. Для лесхозов из центральной части Свердловской области (Березовский, Сысертский, Камышловский), находящихся в пределах одного градуса по широте,  $r = -0,843$ , что соответствует “сильной” связи между показателями.

Для определения достоверности различий между вычисленными средними значениями по лесосеменным районам рассчитаны критерии Стьюдента. Полученные результаты свидетельствуют о том, что на 95 % уровне значимости не достоверны различия по массе семян только между 10 и 67 районами. Различия по качеству семян на 95 % уровне значимости достоверны в 60 % случаев, на 99 % уровне – в 40 %, а на 99,9 % - только в одном случае из десяти.

Таким образом, анализируя изменчивость массы, энергии прорастания и всхожести семян сосны обыкновенной по Свердловской области, делаем следующие выводы.

1. Географическая неоднородность территории области в комплексе с климатическими и экологическими факторами обуславливает широкий



диапазон изменчивости массы семян. В направлении с севера на юг масса 1000 шт. возрастает с 5,09 до 6,18 г. С увеличением географической широты на 6° (600 км) изменение массы составляет 21,4 %.

2. За 36-летний период наблюдений по всей области встречаются отдельные партии семян, различающиеся по массе в 2,6, а в пределах лесхозов - в 1,5 - 1,8 раза.

3. Различия между вычисленными среднемноголетними значениями массы 1000 семян по “ключевым” лесхозам достоверны в 82,2 % случаев.

4. Анализ данных по энергии прорастания и всхожести семян показал, что по всей области отмечается полное вызревание семян (более 96 %), что дает возможность обеспечения нужд лесовосстановления местными семенами.

5. Случаи полного невызревания семян наблюдаются только на севере (Ивдельский и Гаринский лесхозы), когда энергия прорастания и всхожесть составляют 0-2 %.

6. Связь изучаемых показателей с географическими координатами, высотными отметками характеризуется от “значительной” до “очень сильной”.

7. Различия между средними значениями по массе семян между лесосеменными районами недостоверна только в одном случае из десяти, между 10 и 67 районами.

## ЛИТЕРАТУРА

Гиргидов Д.Я. Об увеличении урожайности семян на лесосеменных участках // Лесн. хоз-во. № 8. 1951. С. 76-79.

Заборовский Е.П. Плоды и семена древесных и кустарниковых пород. М.: Гослесбумиздат, 1962. С. 5-12.

Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: “Наука”, 1984. 424 с.

Каппер О. Г. Хвойные породы. М.: Гослесбумиздат, 1954. С. 155-195.

Козубов Г. М. Особенности репродуктивной деятельности хвойных на севере // Доклады ученых – участников Международного симпозиума по селекции, генетике и лесному семеноводству хвойных пород. Пушкино, 1972. С. 89-97.

Колесников Б. П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 177 с.

Кречетова Н.В. Роль факторов, влияющих на формирование урожая семян сосны и ели // Лесная генетика, селекция и физиология древесных

растений: Материалы Международного симпозиума. М., 1989. С. 192-193.

Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 368 с.

Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 283 с.

Мишуков Н. П. Изменчивость семян сосны обыкновенной в Западной Сибири // Биология семенного размножения хвойных Западной Сибири. Новосибирск, 1974. С. 75-87.

Молчанов А. А., Преображенский И.Ф. Леса и лесное хозяйство Архангельской области. М.: АН СССР, 1957.

Молчанов А.А., Лес и климат. Изд-во АН СССР. 1961. 280 с.

Некрасова Т. П. Плодоношение сосны в Западной Сибири. М.: Изд-во АН СССР. 1960. 131 с.

Правдин Л.Ф. Закономерность в плодоношении древостоев. // Исследования по лесоводству. Сб. тр. М.: Гослестехиздат. 1936. С. 173-202.

Правдин Л. Ф., Закономерности внутривидовой изменчивости сосны (*Pinus L.*) и ели (*Picea A. Dietr.*)// Доклады ученых – участников Международного симпозиума по селекции, генетике и лесному семеноводству хвойных пород. Пушкино, 1972. С. 16-25.

Тольский А.П. Лесное семеноводство. Изд.2-е, М.; Л. 1950. 167 с.

УДК 630.181.28

А.П. Петров, А.П. Кожевников, Н.А. Подгорбунских

## ОПЫТ ИНТРОДУКЦИИ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО И СОСНЫ СИБИРСКОЙ В СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНАХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Приведены итоги предварительной оценки культуры дуба черешчатого и сосны сибирской. Отмечены успешный рост и хорошее плодоношение данных видов, что позволяет положительно оценить результаты их интродукции в степной и лесостепной зонах Челябинской области.*