

УДК 630.52

С. Н. Луганская, С.В.Залесов, В.Н.Луганский,
(Уральский государственный лесотехнический университет),
В.А.Корепанов
(Екатеринбургская зональная лесосеменная станция)

СОДЕРЖАНИЕ СЕМЯН В ШИШКАХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

По материалам пяти пробных площадей, заложенных в сосновых древостоях двух лесосеменных районов и трех подрайонов Свердловской области, установлена зависимость количества и массы семян от размеров шишек. Подтверждена общая закономерность увеличения средних размеров и массы шишек, а также содержания в них семян в направлении с севера на юг и с запада на восток, а также при уменьшении высоты над уровнем моря.

Рассматривая вопрос содержания семян в шишках, необходимо отметить, что формирование семян сосны обыкновенной происходит в течение двух лет, начиная с года цветения и заканчивая их созревaniem. Из зрелых шишек при раскрытии семенных чешуй легко извлекаются полнозернистые, пустые и недоразвитые (менее 1 мм длиной) семена. Данные семена формируются из числа опыленных семяпочек (Романовский, 1997; Аникеев и др., 2000), также в шишках обнаруживаются зачатки семян с крылатками, не отделяющиеся от семенных чешуек, они принадлежат к тем семяпочкам, которые погибли в первый год вегетации (Аникеев и др., 2000). Содержатся семена в шишках, как правило, не по всей длине, а только под теми чешуйками, которые расположены выше максимального диаметра (Кузьмина, 1978), т.е. в средней части шишки.

Выход семян составляет в среднем 1-2% от общей массы шишек, варьируя в зависимости от величины урожая шишек, степени их повреждения, засмоленности, срока сбора и условий сушки, тщательности извлечения и других факторов (Заборовский, 1962; Звиедре, 1980). Амплитуда изменчивости выхода семян, по данным А. Е. Проказина и Т. П. Проказиной (1979), составляет 40,5%. Высокая степень вариабельности выхода семян подтверждается работой С.А. Мамаева (1973).

Содержание семян в шишках обусловлено влиянием многих факторов: географического положения, высоты над уровнем моря, условий местопрорастания, полноты древостоя и его возраста, состояния погоды в вегетационные периоды формирования урожая и т.д. В настоящее время на развитие репродуктивных органов растений значительное влияние оказывает техногенное загрязнение внешней среды (Аникеев и др., 2000).

Для анализа урожая сосны обыкновенной 1999 г. на семеношение нами было заложено 5 пробных площадей (согласно ОСТ 56-69-83 "Пробные площади лесоустроительные") на территории следующих лесхозов: Нижне-Тагильский (ПП 1), Синячихинский (ПП 2), Сухоложский (ПП 3), Пышминский (ПП 4) и Талицкий (ПП 5). Согласно лесосеменному районированию территория Нижнетагильского лесхоза относится к Среднезауральскому лесосеменному району горному подрайону (53а), территории Синячихинского и Сухоложского лесхозов – к Среднезауральскому району равнинному подрайону (53б), территории Пышминского и Талицкого лесхозов – к Зауральскому лесостепному району (67). Таким образом, исследованиями охвачены два лесосеменных района и три подрайона.

На каждой пробной площади было срублено по 10 модельных деревьев, с которых собраны все шишки. В камеральных условиях весь собранный урожай был разделен на две фракции: крупные шишки – более 16 мм в диаметре, и мелкие – менее 16 мм. Для каждой фракции подсчитывалось общее количество шишек, их масса, вычислялись средние показатели длины, ширины, массы шишек и содержание в них полнозернистых и пустых семян.

Результаты исследований, представленные в табл. 1, показывают, что общее содержание семян в крупных шишках изменяется от 11,3 до 19,8, а полнозернистых – от 4,7 до 15,1 шт. По данным С.А. Мамаева (1970), для Свердловской области в шишках в среднем насчитывается 7,6 полнозернистых семян и 1,6 пустых. Если вывести среднее по пяти пробным площадям в сумме для крупных и средних шишек, то полученная величина составляет 7,0 шт., что соответствует исследованиям С. А. Мамаева. Однако количество пустых семян (4,6) превышает приведенную автором величину в три раза.

Результаты изучения количества семян в шишках урожая 1999 г. на всех пробных площадях показали очень высокое содержание пустых семян. В крупных шишках отмечается в среднем от 3,5 до 6,6 пустых семян, а в мелких – от 3,1 до 5,6 шт. Такое количество пустых семян (от 23,7 до 58,3 % от общего числа – для крупных шишек и от 37,6 до 69,3 % – для мелких) на пробных площадях можно объяснить рядом факторов, среди которых неблагоприятные условия в период формирования семян, а также влияние промышленных выбросов в атмосферу (в частности, ПП 1 на территории Нижне-Тагильского лесхоза). Особенно большое количество пустых семян наблюдается в мелких шишках на фоне сниженного общего количества семян. Крупные шишки развиваются в условиях достаточной освещенности, т.е. несколько выше середины кроны, а средние – в менее благоприятных (с точки зрения освещенности). Основная часть пыльцы оседает на верхней части кроны, не проникая глубоко внутрь ее. В результате в шишках до 16 мм в диаметре содержится меньшее число семян, в том числе и полнозернистых.

Таблица 1

Среднее содержание семян в шишках
(в числителе – для крупных, в знаменателе – для мелких)

№ ПП	Лесосеменной район	Всего, шт.	В том числе	
			полнозернистых, шт.	пустых, %
1	53а	$\frac{11,3 \pm 0,67}{4,7 \pm 0,49}$	$\frac{4,7 \pm 0,48}{1,3 \pm 0,20}$	$\frac{58,3 \pm 2,55}{68,67 \pm 4,77}$
		$\frac{19,8 \pm 1,05}{8,5 \pm 0,74}$	$\frac{15,1 \pm 0,97}{5,4 \pm 0,63}$	$\frac{23,7 \pm 2,32}{37,59 \pm 4,73}$
3	536	$\frac{18,2 \pm 0,99}{7,3 \pm 1,32}$	$\frac{12,9 \pm 0,85}{3,3 \pm 0,62}$	$\frac{29,3 \pm 2,35}{40,66 \pm 6,23}$
		$\frac{15,9 \pm 1,03}{7,8 \pm 1,68}$	$\frac{12,3 \pm 1,01}{2,2 \pm 0,69}$	$\frac{26,6 \pm 2,54}{69,31 \pm 8,96}$
5	67	$\frac{15,0 \pm 0,84}{7,9 \pm 1,91}$	$\frac{10,3 \pm 0,72}{2,9 \pm 0,65}$	$\frac{31,5 \pm 2,24}{44,5 \pm 8,26}$

Содержание семян в шишках - величина непостоянная и может сильно изменяться даже при равных размерах последних в сборных партиях.

На основании проведенных расчетов вычислены коэффициенты вариации содержания семян в среднем по пяти пробным площадям. В крупных шишках общее содержание семян изменяется от 48,14 до 59,83%; количество полнозернистых - от 59,38 до 102,62 %; количество пустых - от 41,64 до 89,85 %. Общее содержание семян в мелких шишках изменяется от 68,00 до 102,39 %; количество полнозернистых - от 85,26 до 116,61%; количество пустых - от 40,89 до 89,78%.

Средняя величина изменчивости количества пустых семян приблизительно одинакова как в крупных, так и в мелких шишках и достигает 89,8 %. Данный показатель менее зависим от крупности шишек, чем количество полнозернистых семян. Последнее, в свою очередь, изменяется в мелких шишках в 1,1 – 1,4 раза сильнее, чем в крупных. В целом представленные значения указывают на очень высокий уровень вариабельности изучаемых показателей (Мамаев, 1973). В результате при уменьшении величины шишек наблюдается снижение количества полнозернистых семян, число пустых, как правило, сохраняется на прежнем уровне.

Проследить связь содержания семян в зависимости от географической широты и долготы, а также высоты над уровнем моря можно по рассчитанным коэффициентам корреляции. Связь определенных показателей с географической широтой обнаруживается практически всегда. Многолетнее влияние климата обуславливает формирование у растений, в данном случае у сосны обыкновенной, определенных, свойственных лишь данной местности, признаков и свойств. Например, под действием климата

на юге и севере Свердловской области формируются шишки и семена разных размеров. Их средние значения, выведенные из ежегодных колебаний, дают величину, обнаруживающую довольно тесную связь с географическими координатами местности.

Данная взаимосвязь – это прежде всего отражение адаптации растений к многолетнему влиянию климата. Довольно часто, используя данные за 1-2 года, закономерная связь с широтой и долготой местности не обнаруживается либо имеет противоположное направление. Такое возможно, когда условия погоды отклоняются от среднееголетних значений в ту или другую сторону на значительную величину. В данном случае связь общего содержания семян, полнозернистых и пустых с географической широтой не явная: во-первых, однолетних наблюдений недостаточно, во-вторых, сказывается ограниченность территории по широте (около 1°). Связь от умеренной до сильной наблюдается для долготы местности, т.е. при продвижении на восток происходит увеличение первых двух признаков (общего содержания семян и полнозернистых) и уменьшение третьего (количества пустых семян). Связь с высотой над уровнем моря характеризуется от значительной до очень сильной.

По представленным в табл. 1 значениям можно проследить связь содержания семян с лесосеменными районами. Различия между лесосеменными районами достоверно подтверждены рассчитанными критериями Стьюдента на 95-процентном уровне значимости. Среди пяти пробных площадей по содержанию семян в шишках выделяется район 53а (горный). У деревьев на ПП 1 в шишках содержится значительно меньшее количество семян по сравнению с количеством таковых в шишках у деревьев других районов. С увеличением высоты над уровнем моря так же, как и при продвижении на север, происходят изменения линейных и количественных характеристик растений в сторону уменьшения. Лесосеменной район 53б (ПП 2 и ПП 3) находится в самых оптимальных условиях в пределах Свердловской области. Поэтому именно здесь формируются шишки и семена наибольших размеров. Общее количество семян в шишках составляет 18,2-19,8 шт., из которых 12,9-15,1 шт. полнозернистые, что является максимальным среди трех лесосеменных районов. На границе с лесостепной зоной находится 67 район (ПП 4 и ПП 5). Здесь при более высоких температурах отрицательно сказывается на урожае семян дефицит осадков. Общее содержание всех семян в шишках и доля полнозернистых среди них уменьшились по сравнению с аналогичными показателями в районе 53б до 15,0-15,9 и 10,3-12,3 шт. соответственно.

Различия между лесосеменными районами по содержанию семян в мелких шишках также достоверны. В районе 53а содержится наименьшее общее количество семян – 4,7, на долю полнозернистых приходится 1,3 шт. На южной границе области (район 67) общее количество семян и в том числе полнозернистых составляет 7,8 - 7,9 и

2,2 - 2,9 шт. соответственно. Зона оптимума (лесосеменной район 536) имеет максимальное среднее количество семян в шишке 7,3 - 8,5, в том числе 3,3 - 5,4 шт. полнозернистых.

Под действием разнообразных факторов у сосны формируются шишки разной величины, что непосредственно отражается на содержании в них семян. С увеличением размеров шишек количество семян в них возрастает.

Для более наглядной демонстрации зависимости количественных показателей семян от размеров шишек последние были рассортированы на группы по диаметру с градацией в 2 мм и по длине - в 5 мм. В табл. 2 и 3 приведены результаты сортировки шишек на примере ПП 3. Представленные данные демонстрируют зависимость содержания семян от размеров шишек. При увеличении шишек по длине и ширине увеличивается общее количество семян, в том числе и полнозернистых, а пустых уменьшается.

Таблица 2
Содержание семян в шишках разной ширины на ПП 3

Градация шишек по ширине, мм	Средние размеры шишки, мм		Средняя масса шишек в абсолютно сухом состоянии, г	Среднее количество семян в шишках		
	ширина	длина		общее, шт.	полнозернистых, шт.	пустых, %
13-15	13,89	30,28	1,99	8,71	3,47	45,9
15-17	15,84	32,88	2,84	7,50	4,45	35,7
17-19	18,08	37,72	4,29	14,80	10,38	30,7
19-21	19,82	41,49	5,59	20,21	13,79	30,2
21-23	21,90	45,44	8,17	24,64	18,82	26,1
23-25	24,7	49,18	10,65	25,00	20,50	15,4

Таблица 3
Содержание семян в шишках разной длины на ПП 3

Градация шишек по длине, мм	Средние размеры шишек, мм		Средняя масса шишек в абсолютно сухом состоянии, г		Среднее количество семян в шишке		
	длина	ширина			общее, шт.	полнозернистых, шт.	пустых, %
25-30	13,96	28,08	2,43	1,95	5,67	1,83	42,4
30-35	16,05	32,79	3,61	2,96	10,07	6,52	33,8
35-40	18,26	37,37	5,27	4,35	14,67	9,23	32,4
40-45	19,76	42,21	7,05	5,86	19,04	13,8	29,4
45-50	21,39	47,19	8,84	7,59	24,14	15,71	32,5

Выполненная нами сортировка шишек по ширине и длине на всех пробных площадях и проведенный корреляционный анализ между количеством семян и размерами шишек позволили получить следующие результаты: зависимость между количеством полнозернистых семян и шириной шишек характеризуется очень сильной теснотой связи ($r = 0,973$), а между шириной шишек и числом пустых семян – сильной отрицательной ($r = -0,841$).

Коэффициенты корреляции длины шишек с количеством полнозернистых и пустых семян соответственно равны $r = 0,933$ и $r = -0,850$. Приведенные коэффициенты корреляции рассчитаны для шишек урожая 1999 г. Естественно, что величина коэффициентов для шишек других лет будет иной. Однако основное направление этой связи останется: чем больше линейные размеры шишек, тем больше в них полнозернистых и меньше пустых семян.

Таким образом, количество семян очень сильно связано с шириной и длиной шишек, при этом связь с шириной более тесная, чем с длиной. Дело в том, что в шишках одинаковой длины (в пределах кроны отдельного дерева) содержание семян будет выше при большем их диаметре. Согласно ОСТ 56-23-75 при заготовке отбираются шишки с диаметром более 16 мм. Однако нередко у шишек с диаметром до 16 мм встречается по 20-30 семян, из которых 10-15 полнозернистые. Максимальное количество семян, встретившееся в шишке с размерами 15,4 x 32,0 мм составило 35 шт., из которых 31 - полнозернистое. Как правило, такое количество семян встречается в шишках с диаметром от 15 до 16 мм. У шишек меньшего диаметра такого количества семян не наблюдается.

Семена из шишек, собранных на 5 пробных площадях на Екатеринбургской зональной лесосеменной станции, были подвергнуты проверке на качество. Согласно ГОСТ 14161-86 все семена, извлеченные из шишек с диаметром более 16 мм, имели первый класс качества. Показатели всхожести семян для всех пробных площадей больше 90 %. Масса 1000 семян для всех пробных площадей отличается от среднегодовалых показателей для данных районов, но не выходит за допустимый интервал варьирования.

Дополнительно был проведен анализ по установлению связи между содержанием полнозернистых семян и их массой. Во время работы нами были отмечены очень большие размеры семян в отдельных шишках. При пересчете на 1000 шт. нередко их масса оказывалась в пределах 10 – 12 г, а длина 5,0-5,5 мм. Небольшое количество семян в шишках компенсировалось их крупностью. В шишках, где количество полнозернистых семян насчитывалось больше 20-30 (максимальное количество 35 шт.), семена были очень мелкие, около 3 мм в длину и массой от 2,5 до 3,0 г. Результаты показали, что связь массы с общим количеством семян, в том числе с полнозернистыми - значительная отрицательная ($r = -0,561$ и $r = -0,555$), а с количеством пустых – умеренная ($r = 0,446$), т.е. при увеличении в шишках

числа полнозернистых семян наблюдается уменьшение их размеров и снижение массы, при уменьшении количества полнозернистых масса семян возрастает. Данный вывод применим лишь к шишкам, собранным в одинаковых условиях местопроизрастания и в пределах одного урожайного года. В сборных партиях, что чаще всего имеет место, следует ориентироваться при сортировке на более крупные шишки, собранные в лучших условиях местопроизрастания.

Выводы

1. Полученными результатами подтверждается общая закономерность увеличения средних размеров, массы шишек, а также содержание в них семян в направлении с севера на юг и с запада на восток, а также при уменьшении высоты над уровнем моря.
2. В крупных и мелких шишках урожая 1999 г. в среднем по всем пробным площадям содержится 7 полнозернистых и 4,6 пустых семян. В крупных шишках содержится 10,3 – 15,1 шт. полнозернистых и 3,6–5,4 шт. пустых, а в мелких - 2,2 – 5,4 и 3,1 – 5,6 соответственно.
3. Содержание полнозернистых семян в крупных шишках на пяти пробных площадях варьирует от 59,4 до 102,6 %, а в мелких - от 85,3 до 116,6 %. Пустых семян в среднем содержится от 40,9 до 89,8% как в крупных, так и в мелких шишках.
4. В пределах урожая одного года, собранного в одинаковых условиях местопроизрастания, при увеличении содержания полнозернистых семян в шишках наблюдается снижение их массы, а при уменьшении, наоборот, масса и размеры семян достоверно возрастают.
5. Содержание полнозернистых семян зависит от крупности шишек и характеризуется очень сильной теснотой связи с длиной ($r = 0,933$) и шириной ($r = 0,973$) шишек, а содержание пустых – сильной отрицательной ($r = - 0,850$ и $r = - 0,841$ соответственно).

ЛИТЕРАТУРА

Аникеев Д. Р., Бабушкина Л. Г., Зуева Г. В. Состояние репродуктивной системы сосны обыкновенной при аэротехногенном загрязнении. Екатеринбург: УГЛТА, 2000. 81с.

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

Звиедре А. А. О выходе семян из шишек сосны обыкновенной // Лесн. хоз-во. 1980. № 5. С. 65-66.

Кузьмина Н. А. Изменчивость генеративных органов сосны обыкновенной в Приангарье // Селекция хвойных пород Сибири. Красноярск, 1978. С. 96-120.

Мамаев С.А. Географическая изменчивость семян сосны обыкновенной // Вопросы географической изменчивости растений на Урале: Тр. / Ин-т экологии растений и животных. Свердловск, 1970. Вып. 75. С. 3-36.

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

Проказин А. Е., Проказина Т.П. Географическая изменчивость качества шишек сосны обыкновенной // Лесн. хоз-во. 1979. № 3. С. 36-39.

Романовский М. Г. Формирование урожая семян сосны обыкновенной в норме и при мутагенном загрязнении. М.: Наука, 1997. 112 с.