

зование метода «звуковой пробы» может дать более или менее точные результаты только в последней стадии развития гнили, когда в стволе уже образовалось дупло.

Таким образом, наиболее надежными признаками поражения деревьев ели еловой губкой являются наличие плодовых тел гриба и табачных сучков, а эффективным приемом диагностики — взятие кернов возрастным буровом. Сочетание всех перечисленных признаков и приемов значительно повышает точность диагноза.

Полученные нами данные могут быть использованы при оценке поражения отдельных деревьев и древостоев еловой губкой и отборе больших экземпляров ели в санитарную рубку.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Воронцов А. И. Патология леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 270 с. [2]. Воронцов А. И., Мозолевская Е. Г., Соколова Э. С. Технология защиты леса.— М.: Экология, 1991.— 304 с. [3]. Гусев И. И. Продуктивность ельников Севера.— Л.: ЛГУ, 1978.— 232 с. [4]. Журавлев И. И. Диагностика болезней леса.— М.: Сельхозиздат, 1962.— 192 с. [5]. Журавлев И. И., Крангауз Р. А., Яковлев В. Г. Болезни лесных деревьев и кустарников.— М.: Лесн. пром-сть, 1974.— 160 с. [6]. Лебедев А. В. Устойчивость различных форм ели в рекреационных лесах // Повышение продуктивности, устойчивости и защитной роли лесных экосистем.— Воронеж: ВЛТИ, 1990.— С. 155—160. [7]. Лебедев А. В. Патология и устойчивость деревьев ели в рекреационных древостоях // Лесн. журн.— 1991.— № 3.— С. 17—20.— (Изв. высш. учеб. заведений). [8]. Лебедев А. В., Иванова Э. А. Патология деревьев ели в древостоях учебного назначения // Лесн. журн.— 1992.— № 5.— С. 39—43.— (Изв. высш. учеб. заведений). [9]. Мелехов И. С., Чертовской В. Г., Моисеев Н. А. Леса Архангельской и Вологодской областей // Леса СССР. Т. 1.— М.: Наука, 1966.— С. 78—156. [10]. Правдин Л. Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР.— М.: Наука, 1975.— 176 с. [11]. Федоров Н. И. Корневые гнили хвойных пород.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 160 с. [12]. Чертовской В. Г. Еловые леса европейской части СССР.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 176 с.

Поступила 12 апреля 1994 г.

УДК 630\*165 : 630\*174.754

М. В. СУРСО

Архангельский институт леса и лесохимии

### О СООТНОШЕНИИ МУЖСКИХ И ЖЕНСКИХ ГАМЕТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*Pinus sylvestris* L.) В ИСКУССТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ

Описана методика расчета пыльцевой продуктивности и оценки количественного соотношения мужских и женских половых органов сосны.

Methods of pollen productivity count and estimation of quantitative correlation of pine male-and-female reproductive organs have been presented.

Количественные пропорции мужских и женских гамет имеют важное значение для анемофильных видов, в частности хвойных, эволюция механизмов опыления и оплодотворения у которых шла таким образом, что возможность партеноспермии для большинства из них сомнительна. Кроме того, лесообразующие виды хвойных, занимающие обширные территории, продуцируют огромное количество пыльцы, и хотя бы приблизительная количественная оценка их продуктивности представляет определенный практический интерес.

В целях разработки методики приблизительной количественной оценки мужских и женских гамет, продуцируемых сосновыми популя-

циями, в 1987 г. на лесосеменной плантации (ЛСП) Устюженского лесхоза (Вологодская область) с 39 деревьев, имевших биологический возраст около 30 лет, были собраны образцы пыльцы и макростробилов. Одновременно глазомерно оценивали обилие мужского и женского «цветения».

После извлечения пыльцы осуществляли биометрию пыльцевых зерен по  $A$ ,  $B$  и  $\Sigma$  по общепринятой методике [3]. Средние размеры пыльцы для каждого образца определяли по 50 пыльцевым зернам. Ранее для той же ЛСП нами были определены размеры пыльцевых зерен еще по 50 деревьям. Всего в общей сложности было произведено более 12 тыс. микроизмерений.

Анализ полученных данных показал, что биометрические показатели пыльцы сосны по  $A$ ,  $B$  и  $\Sigma$  обладают малой индивидуальной и временной изменчивостью. Кроме того, есть данные об их слабой географической изменчивости [1]. Все это позволяет для целей количественного учета мужских гамет сосны обыкновенной принять  $A$ ,  $B$  и  $\Sigma = \text{const}$ . В данном случае  $A = 48,8 \pm 0,22$  мкм;  $B = 39,4 \pm 0,31$  мкм;  $\Sigma = 69,7 \pm 0,32$  мкм.

Приняв пыльцевое зерно за комбинацию правильных геометрических фигур вращения, можно определить его объем. Пусть

$$\bar{V}_{\text{п.з}} = \bar{V}_{\text{т.з}} + \bar{V}_{\text{в.м}} \quad (1)$$

где  $\bar{V}_{\text{п.з}}$ ,  $\bar{V}_{\text{т.з}}$ ,  $\bar{V}_{\text{в.м}}$  — объем среднестатистического пыльцевого зерна соответственно общий, тела и воздушных мешков, мкм<sup>3</sup>.

Допустим, что

$$r_{\text{в.м}} = (\Sigma - B)/2, \quad (2)$$

где  $r_{\text{в.м}}$  — радиус воздушного мешка, мкм.

Тогда

$$\bar{V}_{\text{п.з}} = 0,524 [AB^2 + (\Sigma - A)^3], \quad (3)$$

где  $A$ ,  $B$  — высота и длина тела зерна, мкм;

$\Sigma$  — общая длина зерна с воздушными мешками, мкм.

В нашем случае  $\bar{V}_{\text{п.з}} = 0,49 \cdot 10^{-4}$  мм<sup>3</sup>.

Зная средний объем пыльцевого зерна, количество мужских генеративных органов на дереве, выход пыльцы по объему и массе из одного мужского «колоска»\*, нетрудно подсчитать выход пыльцы как по каждому дереву отдельно, так и на единице площади данной популяции (см. таблицу).

По-видимому, потенциальная продуктивность пыльцы у большинства популяций хвойных обусловлена возрастом деревьев и условиями освещенности. Не исключено, что сосновая популяция может продуцировать до 1 т пыльцы на 1 га и более. Если учесть, что вся эта масса одновременно флукуирует в приземных слоях воздуха в течение какого-то промежутка времени, можно составить более полное представление о некоторых явлениях, чем если бы эти концентрации пыльцы в воздухе игнорировались. Например, известно, что вспышки многих аллергических заболеваний у людей совпадают с цветением строго определенных видов и родов растений [5]. Кроме того, являясь в период массового пыления растений основным компонентом аэропланктона,

\* Под мужским «колоском» понимают компактно расположенные в определенной последовательности микростробилов сосны.

## Некоторые количественные характеристики мужского и женского «цветения» сосны обыкновенной на Устюженской ЛСП в 1987 г.

Показатели	Количественная характеристика показателей
<b>Мужское «цветение»</b>	
Количество мужских «колосков», тыс. шт.: в среднем на одно дерево на 1 га плантации	6,37 1592,5
Выход пыльцы: из 100 мужских «колосков»	
г	9,14
см <sup>3</sup>	27,25
из одного «колоска»	
г	0,09
см <sup>3</sup>	0,27
Количество пыльцы, продуцируемой: одним деревом	
кг	0,618
л	1,842
1 га плантации	
кг	154,5
л	460,4
Характеристики среднестатистического пыльцевого зерна:	
объем, мм <sup>3</sup>	0,49 · 10 <sup>-4</sup>
масса, мг	0,76 · 10 <sup>-4</sup>
количество пыльных зерен, шт.: в 1 см <sup>3</sup> пыльцы	0,443 · 10 <sup>7</sup>
в 1 г пыльцы	0,132 · 10 <sup>8</sup>
Количество пыльцевых зерен, шт., продуцируемых: одним деревом	0,77 · 10 <sup>10</sup>
1 га плантации	1,92 · 10 <sup>12</sup>
<b>Женское «цветение»</b>	
Количество макростробилов, тыс. шт.: в среднем на одно дерево на 1 га плантации	0,717 179,25
Среднее количество рецептивных семяпочек в одном макростробиле, шт.	51
Количество рецептивных семяпочек, тыс. шт.: в среднем на одно дерево на 1 га плантации	36,567 9141,75

пыльцевые зерна служат своеобразными центрами конденсации паров воды и высокое содержание пыльцы в воздухе, несомненно, оказывает влияние на глобальные процессы выпадения осадков.

Другой важный аспект проблемы — перенос веществ. Учитывая объемы продуцируемой пыльцы, можно предположить, что в ряде случаев процессы перераспределения химических элементов, происходящие в результате разлета пыльцы, могут иметь существенное значение. Так, по нашим данным, в 30-километровой зоне Чернобыльской АЭС через 5 лет после аварии удельная активность пыльцы сосны обыкновенной по <sup>137</sup>Cs на подвергшихся среднему радиоактивному загрязнению участках (суммарная поглощенная доза по  $\gamma$ -излучению 5...10 Гр) на супесчаных почвах без гумусового горизонта, т. е. со слабо развитым почвенно-поглощающим комплексом, при наличии водоупорного слоя и со слабым стоком, достигала 110...150 Бк/г [4]. По-видимому, перенос радионуклидов с восходящим током воды из почвы в генеративные органы растений и последующий разлет пыльцы в той или иной степени

вливают на пространственное перераспределение радиоактивных изотопов.

В естественных условиях примерно у половины семяпочек сосны в пыльцевых камерах после смыкания интегумента и закрывания микропиле наблюдается по одному пыльцевому зерну, у 1/3 — по два, у 1/10 — по три, а у 3 % семяпочек — по четыре [2]. Жизнеспособность свежесобранной пыльцы сосны обычно достаточно высока (90...100 %). К моменту оплодотворения в пыльцевой трубке сосны в результате деления сперматогенной клетки образуется два спермия, один из которых оплодотворяет созревшую яйцеклетку, другой лизирует [1]. Учитывая сказанное, можно сделать допущение, что число мужских гамет у сосны, способных потенциально участвовать в процессе оплодотворения, и общее число всех продуцируемых пыльцевых зерен примерно одинаковы.

В каждой семяпочке у сосны обычно развиваются два архегония и в принципе обе яйцеклетки могут быть оплодотворены. Из каждой оплодотворенной яйцеклетки вследствие клявижа может образоваться несколько внешне полноценных зародышей, но, в конечном итоге, в подавляющем большинстве случаев лишь один из них разовьется в новое полноценное растение.

Таким образом, с известной степенью приближения можно утверждать, что соотношение мужских и женских гамет в сосновой популяции выражается через соотношение количества пыльцевых зерен и рецептивных семяпочек.

Из приведенных данных видно, что в 1987 г. на Устюженской ЛСП продуцировалось пыльцы сосны приблизительно в 200 000 раз больше, чем это было бы необходимо, если бы каждое пыльцевое зерно попадало в пыльцевую камеру семяпочки и при этом каждая рецептивная семяпочка была бы опылена только однажды. Следовательно, кпд опыления в данном случае составил  $0,474 \cdot 10^{-6} \%$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Козубов Г. М. Биология плодоношения хвойных на Севере.— Л.: Наука, 1974.— 136 с. [2]. Котелова Н. В., Хромова Л. В. К вопросу об опылении и росте пыльцевых трубок у двухвойных сосен при ксеногамии // Науч. тр. / МЛТИ.— 1974.— Вып. 51. (Физиол. и селекция раст. и озел. городов).— С. 44—50. [3]. М о н о с з о н - С м о л и н а М. X. К вопросу о морфологии пыльцы некоторых видов рода *Pinus* // Ботан. журн.— 1949.— Т. 34, № 4.— С. 352—380. [4]. Сурсо М. В. Влияние хронического облучения на мужскую репродуктивную сферу сосны обыкновенной // Тр. Коми НЦ УрО РАН.— Сыктывкар, 1993.— № 127 (Радиоэкол. исслед. в 30-километровой зоне аварии на Черноб. АЭС).— С. 133—143. [5]. Stanley R. G., Linsken's H. F. Pollen (biology, biochemistry, management).— Berlin; N.-Y.: Springer-Verl., Heid., 1974.— 307 p.

Поступила 5 марта 1994 г.