

границы бывших корабельных рощ, отводившихся, как известно, в лучших для сосны и лиственницы лесорастительных условиях. Одновременно это способствовало бы восстановлению генофонда наиболее ценных древесных пород Европейского Севера, что важно для теории и практики лесного хозяйства России.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Беломорская тайга: вчера, сегодня, завтра / Л.Ф. Ипатов, П.Н. Львов, Д.В. Трубин, Б.В. Трубин. - Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1988. - 262 с. [2]. Битрих А. Орловская роща, ее устройство и судьба ее сплошных вырубок // Лесн. журн. - СПб., 1913. - Вып. 1-2. - С. 73-139. [3]. Редько Г.И., Бабич Н.А. Корабельный леса во славу флота российского. - Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1993. - 151 с.

Поступила 23 ноября 1995 г.

УДК 581.331.2:630\*165.4

*А.А. АФОНИН, Е.Н. САМОШКИН*

Брянский государственный педагогический университет  
Брянская государственная инженерно-технологическая академия

Афонин Алексей Алексеевич родился в 1959 г., окончил в 1981 г. Брянский педагогический институт, ассистент Брянского государственного педагогического университета по курсам генетики, цитологии и дарвинизма. Область научных интересов – популяционная биология.



Самошкин Егор Никитич родился в 1934 г., окончил в 1960 г. Всесоюзный заочный лесотехнический институт, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой дендрологии и лесной селекции Брянской государственной инженерно-технологической академии, академик РАЕН. Имеет более 100 научных работ по генетике и селекции древесных растений.



### ЗАВИСИМОСТЬ РАЗМЕРОВ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН ИВ ТРЕХТЫЧИНКОВОЙ И ПЕПЕЛЬНОЙ ОТ ЧИСЛА ХРОМОСОМ В КЛЕТКАХ

Установлена связь числа хромосом и длины пыльцевых зерен, подтверждено наличие анеуплоидных рядов, сделано предположение о существенной роли в эволюции ив анеуплоидии.

The dependence of the number of chromosomes and length of pollen-grains is established. The presence of aneuploideus rows is proved, as well as the proposition is made on the adequate role of aneuploidia willows in the evolution.

Внутривидовая изменчивость длины пыльцевых зерен (ПЗ) ив изучена крайне недостаточно [1]. Отмечается высокий уровень вариабельности в пределах рода, отдельных видов и даже особей. Предполагается, что разнокачественность пыльцы связана с полиплоидией, однако не обнаружены исследования о связи размеров пыльцы с числом хромосом [1, 6].

Известно [6], что при увеличении числа хромосом в  $N$  раз размеры ПЗ увеличиваются в  $\sqrt{N}$  раз, что используется при оценке автополиплоидов.

По нашему мнению, можно расширить границы применения этого правила и представить его в виде уравнения

$$X_a / X_0 = (D_a / D_0)^2,$$

где  $X_a$  – число хромосом анеуплоидной особи;

$X_0$  – то же особи с модальными (наиболее часто встречающимися) размерами ПЗ;

$D_a$  – размеры ПЗ анеуплоидной особи;

$D_0$  – модальный размер ПЗ в популяции.

Это соотношение будет выполняться достаточно точно, если толщина экзины незначительна по сравнению с размерами ПЗ, а влияние экологических факторов на размер ПЗ несущественно.

Для анализа отобраны два широко распространенных вида ив: трехтычинковая (*Salix triandra* L.) и пепельная (*S. cinerea* L.) в пойме р. Десны (Брянск). Пойменные ивняки произрастают здесь в оптимальных синэкологических условиях: умеренно развитые аллювиально-луговые почвы с высоким уровнем грунтовых вод, растения не имеют затенения.

Количество хромосом подсчитывали по стандартной методике [3] на давленных препаратах пыльников. Пыльники для цитоанализа получали на срезанных черенках в лабораторных условиях (январь – март).

В период массового цветения отбирали по три сережки с разных побегов каждой особи, анализ ПЗ выполняли без предварительной обработки. Изучение мейоцитов и зрелых ПЗ вели под СМ МБИ-11, увеличение 900-кратное, светофильтр зеленый. С помощью окуляр-микрометра (точность  $\pm 0,8$  мкм) оценивали размер хромосом и определяли длину ПЗ. Ма-

териал обрабатывали статистически [2]. Хромосомные числа даны по [5, 7] и результатам прямых подсчетов, терминология – по [1, 4].

При анализе мейоцитов было установлено, что хромосомы в прометафазае первого деления мейоза представляют собой цепочечные ассоциации хроматиновых сегментов. Форма отдельных сегментов округлая или слабо-овальная, их диаметр не превышает 1 мкм, причем одиночные сегменты имеют примерно одинаковые размеры. Ассоциации сегментов нестабильны, поэтому каждый сегмент можно считать отдельной хромосомой. Число сегментов изменяется в пределах как вида, так и одного пыльника, что показывает наличие у ив анеуплоидии и миксоплоидии.

В образцах пыльцы всегда присутствуют два типа ПЗ: мелкие деформированные и крупные правильной эллипсоидальной формы с четко выраженными морфологическими особенностями [1]. Последний тип ПЗ использовали для измерения их длины, затем вычисляли средний размер ПЗ для данной особи.

**Зависимость размеров ПЗ ив трехтычинковой и пепельной от числа хромосом в клетках**

Номер особи	Длина ПЗ, мкм		$X_a$ расчетное	$t_\phi$
	фактическая	расчетная		
Ива трехтычинковая				
1	22,82 ± 0,26	22,87	17	- 0,19
2	24,18 ± 0,25	24,18	19	0,00
3	24,18 ± 0,29	24,18	19	0,00
4	24,18 ± 0,31	24,18	19	0,00
5	24,34 ± 0,27	24,18	19	+ 0,59
6	24,45 ± 0,37	24,18	19	+ 0,73
7	24,72 ± 0,20	24,81	20	- 0,45
8	24,74 ± 0,33	24,81	20	- 0,21
9	24,75 ± 0,26	24,81	20	- 0,23
10	24,80 ± 0,28	24,81	20	- 0,04
11	24,82 ± 0,24	24,81	20	+ 0,04
12	24,89 ± 0,55	24,81	20	+ 0,15
13	24,90 ± 0,28	24,81	20	+ 0,32
14	25,02 ± 0,25	24,81	20	+ 0,84
15	25,09 ± 0,26	24,81	20	+ 1,08
16	25,27 ± 0,34	25,42	21	- 0,44
17	25,30 ± 0,20	25,42	21	- 0,60
18	25,37 ± 0,23	25,42	21	- 0,22
19	25,40 ± 0,27	25,42	21	- 0,07
20	25,48 ± 0,12	25,42	21	+ 0,50
21	25,50 ± 0,27	25,42	21	+ 0,30
22	25,80 ± 0,26	26,02	22	- 0,85
23	25,89 ± 0,26	26,02	22	- 0,50
24	25,90 ± 0,40	26,02	22	- 0,30
25	25,91 ± 0,31	26,02	22	- 0,35

Продолжение таблицы

Номер особи	Длина ПЗ, мкм		$X_a$ расчетное	$t_\phi$
	фактическая	расчетная		
26	25,95 ± 0,29	26,02	22	- 0,24
27	26,04 ± 0,19	26,02	22	+ 0,11
28	26,04 ± 0,24	26,02	22	+ 0,08
29	26,04 ± 0,31	26,02	22	+ 0,06
30	26,22 ± 0,29	26,02	22	+ 0,69
31	26,31 ± 0,32	26,02	22	+ 0,91
31	26,31 ± 0,32	26,60	23	- 0,90
32	26,32 ± 0,19	26,02	22	+ 1,57
32	26,32 ± 0,19	26,60	23	- 1,47
33	26,38 ± 0,29	26,60	23	- 0,76
34	26,43 ± 0,29	26,60	23	- 0,59
35	26,87 ± 0,25	26,60	23	+ 1,08
36	27,35 ± 0,60	27,18	24	+ 0,28
37	27,40 ± 0,23	27,18	24	+ 0,96
Ива пепельная				
1	26,64 ± 0,35	25,70	25	- 0,17
2	26,43 ± 0,22	26,21	26	+ 1,00
3	28,15 ± 0,29	28,15	30	0,00
4	28,15 ± 0,31	28,15	30	0,00
5	28,63 ± 0,40	28,62	31	+ 0,02
6	28,70 ± 0,51	28,62	31	+ 0,16
7	28,76 ± 0,26	28,62	31	+ 0,54
8	29,58 ± 0,35	29,52	33	+ 0,17
9	29,58 ± 0,25	29,52	33	+ 0,24
10	29,58 ± 0,22	29,52	33	+ 0,27
11	29,72 ± 0,40	29,52	33	+ 0,75
11	29,72 ± 0,40	29,97	34	- 0,63
12	29,92 ± 0,48	29,97	34	- 0,10
13	30,33 ± 0,23	30,41	35	- 0,35
14	30,40 ± 0,29	30,41	35	- 0,03
15	30,67 ± 0,33	30,84	36	- 0,52
16	30,87 ± 0,39	30,84	36	+ 0,08
17	31,28 ± 0,28	31,26	37	+ 0,07
18	31,48 ± 0,31	31,68	38	- 0,65
19	31,62 ± 0,44	31,68	38	- 0,13
20	32,10 ± 0,26	32,10	39	0,00
21	32,57 ± 0,21	32,50	40	+ 0,33
22	32,78 ± 0,44	32,91	41	- 0,30
23	32,98 ± 0,46	32,91	41	+ 0,15
24	33,66 ± 0,35	33,70	43	- 0,11

Примечание. Диплоидное число хромосом по [5, 7] для ивы трехтычинковой 38, 44, 57, 88; для ивы пепельной – 76.  $t_\phi$  – различие между фактической и расчетной длиной пыльцевых зерен.

Анализ результатов показывает (см. таблицу), что средние длины ПЗ группируются около некоторых модальных величин, часть результатов повторяется с точностью до 0,01 мкм. Для ивы трехтычинковой модальные числа равны 24,18 и 26,04 мкм, для ивы пепельной 28,15 и 29,58 мкм. В качестве  $D_0$  использовали минимальные модальные числа. На их основе по предложенному уравнению вычисляли теоретические размеры ПЗ с учетом варьирования числа хромосом. Число хромосом, соответствующее каждой модальной величине ПЗ, для конкретного вида определяли на основе возможных фактических чисел хромосом  $X_{\phi}$  в прометафазе первого деления мейоза. Для ивы трехтычинковой  $X_{\phi} = 17 \dots 27$  (наиболее часто встречающиеся 17, 19 и 22); для ивы пепельной – 30, 33, 34, 36, 38, 40, 42, 43, 44 (наиболее часто встречающиеся 33 и 38). Величину  $X_0$  находили в соответствии с принципом максимального правдоподобия путем подбора [2]. Для ивы трехтычинковой при длине ПЗ 24,18 мкм она равна 19 хромосомам, для ивы пепельной при длине ПЗ 28,15 мкм – 30 хромосомам. Максимальные значения модальных величин использовали для проверки правильности расчетов; для ивы трехтычинковой ошибка составила 0,02 мкм (0,08 %), для ивы пепельной – 0,06 мкм (0,2 %).

Таким образом, каждому значению фактической средней длины ПЗ соответствуют определенное число хромосом и расчетная средняя длина ПЗ. Во всех случаях фактическая длина ПЗ отличается от вычисленной недостоверно ( $P > 0,10$ ), т. е. наши предположения не опровергаются.

Наблюдающееся несоответствие модальных чисел хромосом и модальных размеров ПЗ ивы трехтычинковой объясняется тем, что исследованные виды относятся к разным под родам. У ивы трехтычинковой пыльца подобна верхнемеловым видам, она обладает более толстой экзиной примитивной структуры. У ивы пепельной экзина более продвинутая, тонкая, с мелкосетчатой структурой [1]. Отклонения фактической средней длины ПЗ от расчетной можно объяснить наличием миксоплоидии и некоторыми различиями в размерах хроматиновых сегментов.

Таким образом, для изученных представителей рода ива установлена тесная связь между размерами пыльцевых зерен и числами хромосом. Путем цитоанализа в популяциях ивы трехтычинковой и пепельной выявлен высокий уровень изменчивости хромосомных чисел за счет анеуплоидии и миксоплоидии. Однако особенности кариотипа ив (мелкие хромосомы, склонные к образованию цепочечных ассоциаций) затрудняют изучение хромосомного полиморфизма. Установление определенных связей чисел хромосом и изменчивости длины ПЗ позволило подтвердить наличие анеуплоидных рядов у ивы трехтычинковой и констатировать их существование у ивы пепельной, для которой анеуплоидия не была описана ранее.

Выявленный высокий уровень анеуплоидии у ив в сочетании с предложенной методикой выявления анеуплоидов дает возможность использовать ивы в качестве тест-систем для фиксации факторов, повышающих уровень анеуплоидии.