

Д. А. КОМИССАРОВ

**ОСОБЕННОСТИ ПОЛИПЛОИДНОЙ СОСНЫ (*PINUS SILVESTRIS* L.)
ПОЛУЧЕННОЙ ПРИ ПОМОЩИ КОЛХИЦИНА**

(Представлено академиком В. Н. Сукачевым 13 VII 1947)

В настоящей работе, проведенной в 1945 г. по заданию Министерства лесной промышленности СССР, мы попытались выяснить, возможно ли при помощи колхицина получать быстрорастущую полиплоидную форму сосны *Pinus silvestris* L. Проросшие семена сосны, с корешками около 2 мм длиной, раскладывались в чашки Петри на фильтровальную бумагу и смачивались водными растворами колхицина в концентрации 0,1 и 0,2% в течение 24, 36, 48 и 72 час. После обработки проростки обмывались водой и высаживались в земляные ящики в теплице. Воздействию колхицина было подвергнуто более 5000 проростков семян.

Результаты опытов. Водные растворы колхицина вызвали у большинства проростков задержку развития семядолей на 7—10 дней и начала развития первых листьев на 10—15 дней. В связи с этим наблюдалось понижение интенсивности дыхания в первые три недели после обработки на 25—50%. Молодые растения отличаются коротким и утолщенным стеблем и мясистыми семядолями и первыми листьями. Замыкающие клетки устьиц оказались больше на 50—90%.

Цитологическое исследование верхушек корней показало, что многие из таких измененных растений являются полиплоидами. Подавляющее большинство сохранившихся растений оказалось триплоидами ($3n = 36$) и единичные — тетраплоидами ($4n = 48$). У тех и других полиплоидов в тканях имеются также клетки с нормальным числом хромосом $2n = 24$.

Были обнаружены растения и с более высокими числами хромосом: $5n = 60$, $6n = 72$, $8n = 96$ и даже с $12n = 144$. Однако такие растения оказались настолько сильно поврежденными колхицином, что через $1\frac{1}{2}$ —2 месяца погибали. Следовательно, среди полиплоидов сосны более жизнеспособными являются триплоиды, которые нам удалось получить воздействием чистого колхицина (температура плавления $141—144^\circ$) при концентрации 0,1% в течение 36, 48 и 72 час. и 0,2% в течение 24 и 48 час. Более слабая концентрация, 0,05%, оказалась мало эффективной, а более высокая, 0,4%, вызывала в дальнейшем гибель всех полиплоидов. Число выживших полиплоидов составляло не более 2—3% от общего числа обработанных проростков семян.

Анатомическое исследование контрольных и полиплоидных растений показало, что последние имеют более крупные клетки во всех тканях корня, стебля, семядолей и хвои. В тканях стебля ширина клеток у полиплоидов была в 2—3 раза больше, чем у контрольных;

длина клеток, наоборот меньше на 30 — 50%. Очевидно, этим и объясняется сильное утолщение стебля и задержка его роста в длину у молодых полиплоидов. Дифференцировка тканей стебля у полиплоид-

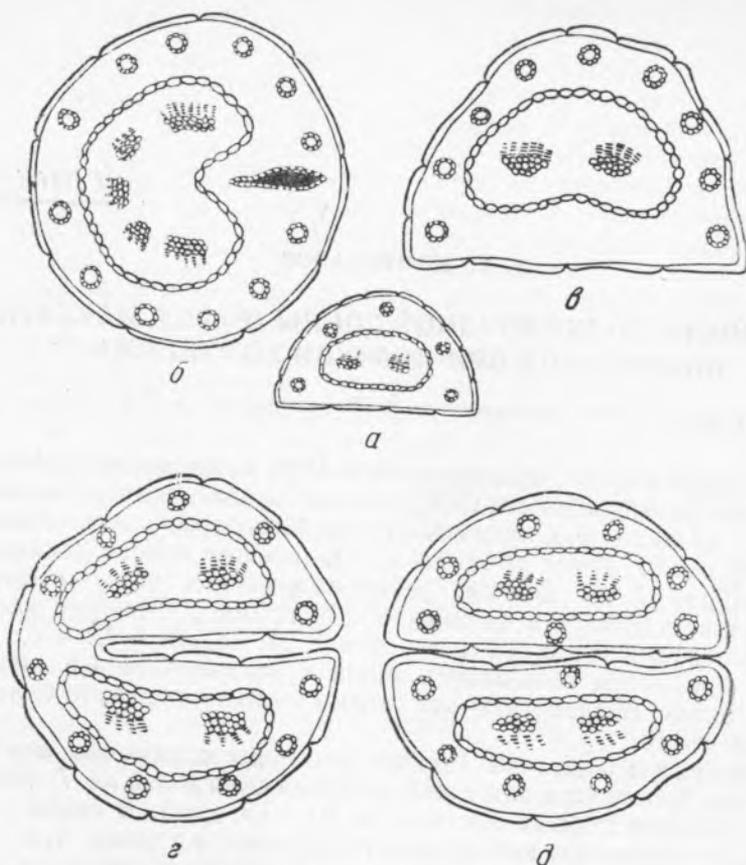


Рис. 1. Схема поперечного сечения хвон сосны: а — диплоидное растение (контроль); б, в, г, д — триплоиды

дов в семядольной стадии развития задерживается. В то время как у контрольных растений развились большие группы трахеид, у полиплоидов — только единичные широкие трахеиды с очень тонкими стенками. При этом растения находились в сильно выраженном тургорном состоянии вследствие нарушения водообмена. Растяжимость клеточных оболочек у них была в 2—3 раза меньше, чем у контрольных. Вследствие этих и других причин полиплоидные растения сосны в семядольной стадии развития легко ломаются при незначительном изгибе. Аналогичное явление отмечал Леван⁽²⁾ у полиплоидов *Petunia*.

Таблица 1

Сравнительный рост полиплоидов и диплоидов сосны

Растения	Соматическое число хромосом	Число измер. растений	Длина стебля в см		
			средн.	макс.	миним.
Диплоиды (контроль)	24	20	8,5	9,5	7,0
Триплоиды	36	20	7,0	11,0	5,0
Тетраплоиды	48	4	5,6	6,0	4,8

Осмотическое давление клеточного сока в кожеце стебля полиплоидов было около 6—7 атм., у

контрольных диплоидов — 9 — 10 атм. Вязкость протоплазмы, наоборот, у полиплоидов оказалась выше. Повышение вязкости протоплазмы от действия колхицина, наблюдавшееся и другими авторами (4), видимо, и является одной из причин возникновения полиплоидии.

По длине стебля на втором году жизни некоторые полиплоидные растения были одинаковыми с диплоидами или больше на 25%; большинство же оказалось меньше на 30 — 40% (табл. 1). Поэтому весьма сомнительно, что можно ускорить рост сосны путем умножения хромосомного набора при помощи колхицина.

У большинства полиплоидов охвоевание слабее, чем у диплоидов, зато хвоя в два раза крупнее по объему; она несколько короче, но в полтора-два раза шире и толще (рис. 1). Форма хвои как на разных экземплярах, так и на одном и том же различная. Наряду с обычной полуцилиндрической хвоей имеется новый тип цилиндрической хвои — с поперечным сечением в виде круга (рис. 1, б и г). Вероятно, цилиндрические хвои развились в результате срастания зачатков двух обычных парных хвои пучка. Действительно, при рассматривании под микроскопом поперечного среза такой хвои можно было заметить внутри короткую и узкую щель, к краям которой примыкают клетки эпидермиса и гиподермы (рис. 1, б).

У другой группы цилиндрической хвои на поперечном срезе хорошо видна открытая наружу узкая щель, заходящая по диаметру далее центра (рис. 1, г). Здесь уже ясно наметились две самостоятельные хвои. Наконец, у третьей группы цилиндрической хвои можно было заметить невооруженным глазом снаружи с двух противоположных сторон глубокие бороздки. На поперечном срезе такой хвои под микроскопом ясно видно, что она состоит из двух обычных полуцилиндрических, плотно прижатых друг к другу плоскими сторонами, но не сросшихся (рис. 1, д).

Величина замыкающих клеток устьиц на хвое полиплоидов на 50 — 70% больше, зато число устьиц на единицу поверхности на 15 — 25% меньше, чем у диплоидов. Клетки всех тканей хвои и анатомические элементы последней, в частности смоляные ходы, у полиплоидов значительно больше. Число смоляных ходов у цилиндрической хвои доходит до 12 (рис. 1, б), а у полуцилиндрической — до 7 — 9 (рис. 1, в), в хвое диплоидов преобладает 5 (рис. 1, а). В общем по строению хвою полиплоидной сосны можно отнести к резко выраженному световому типу.

В связи с описанными анатомическими особенностями хвои полиплоидной сосны представлялось интересным выяснить у нее интенсивность фотосинтеза, дыхания и транспирации. По этим вопросам мы провели специальное исследование в сентябре 1946 г., когда двухлетние растения уже закончили рост. Для опытов были взяты три диплоидных растения и четыре триплоидных. Фотосинтез и дыхание определялись по методу Л. А. Иванова и Н. Л. Коссович.

Данные табл. 2 показывают, что при относительно высокой интенсивности света хвоя полиплоидов сосны ассимилирует энергичнее, чем хвоя диплоидов, в среднем на 30%. При среднем и слабом освещении полиплоиды снизили ассимиляцию соответственно на 15 и 60% по сравнению с диплоидами. Это, вероятно, объясняется более резко выраженным световым характером хвои полиплоидов. В ней сильнее развиты бесцветные ткани — гиподерма и смоляные ходы, поглощающие значительную часть световых лучей.

Дыхание хвои полиплоидной сосны также находится в большей зависимости от температуры, чем хвоя диплоидной. При температуре 15°C полиплоидные растения понизили дыхание на 30% по сравнению с диплоидными (табл. 3). Следовательно, двухлетние растения полиплоидной сосны оказываются более требовательными не только к свету, но и к теплу.

Таблица 2

Интенсивность фотосинтеза
хвои полиплоидной сосны
(среднее из 3 опытов)

Растения	Число растений в опыте	Содержание CO_2 в колбе в мг	Поглощено CO_2 мг за время спыта	Поглощено CO_2 мг за 1 час на 100 см ² поверхн. хвои	В %
Диплоиды (контроль)	3	3,12	0,65	3,82	100
Триплоиды	4	3,12	0,69	4,98	130

Средняя интенсивность света

Средняя интенсивность света					
Диплоиды (контроль)	3	3,36	0,55	2,75	100
Триплоиды	4	3,36	0,30	2,34	85

Слабая интенсивность света

Слабая интенсивность света					
Диплоиды (контроль)	3	3,22	0,14	0,70	100
Триплоиды	4	3,22	0,04	0,29	41

Таблица 3

Дыхание хвои полиплоидной
сосны (среднее из 3 опытов)

Растения	Число расте- ний в опыте	При 25° С		При 15° С	
		выделилось CO_2 мг на 1 г сырого веса хвои за 1 час	в %	выделилось CO_2 мг на 1 г сырого веса хвои за 1 час	в %
Диплоиды (контроль)	3	0,32	100	0,20	100
Триплоиды	4	0,29	90	0,14	70

Таблица 4

Транспирация у полиплоид-
ной сосны (среднее из 3 опытов)

Растения	Число расте- ний в опы- те	Испарилось воды в г за 1 час на 100 см ² по- верхности хвои	В %
Диплоиды (контроль)	3	0,056	100
Триплоиды	4	0,074	132

Интенсивность транспирации у полиплоидов оказалась на 32% выше, чем у диплоидов (табл. 4). Возможно, что повышенная транспирационная способность полиплоидной сосны может оказаться полезной при разведении ее на избыточно влажных почвах северной части СССР.

Судя по наблюдениям и результатам опытов, можно считать, что полиплоидные растения отличаются большей изменчивостью в отношении роста, морфологических и анатомо-физиологических особенностей, чем диплоидные. Однако в настоящее время пока еще трудно судить о том, возможно ли будет среди них отобрать экземпляры с полезными лесоводственными качествами.

В заключение пользуюсь случаем выразить благодарность О. В. Федоровой-Саркисовой и М. В. Комиссаровой за помощь в цитологическом исследовании, а также Л. П. Бреславец и Л. А. Иванову за полезные советы в связи с проведением работы.

Центральный научно-исследовательский
институт лесного хозяйства,
Ленинград

Поступило
3 VI 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Jensen and A. Levan, *Hereditas*, 27, 221 (1941). ² A. Levan, *ibid.*, 25, 109 (1939). ³ N. T. Mirov and P. Stockwell, *J. Heredity*, 30, 389 (1939). ⁴ Н. Н. Карташева, ДАН, 46, № 9 (1945). ⁵ В. В. Сахаров, *Наука и жизнь*, № 7 (1945). ⁶ М. С. Навашина и Е. Н. Герасимова, ДАН, 31, 47 (1941). ⁷ Л. А. Иванов и Л. Л. Коссович, *Бот. журн. СССР*, 31, 3 (1946).