

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
СТАТЬИ

УДК 630* 161.6: 582.475.2: 631.532

**КОНТРОЛИРУЕМОЕ ОПЫЛЕНИЕ СОСНЫ СИБИРСКОЙ
НА КЛОНОВОЙ ПРИВИВОЧНОЙ ПЛАНТАЦИИ***

© 2013 г. И. Н. Третьякова

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

660036 Красноярск, Академгородок

E-mail: culture@ksc.krasn.ru

Поступила в редакцию 09.11.2011 г.

Эксперименты по контролируемому опылению были проведены на 14–17-летних клонах сосны сибирской в Западном Саяне. В качестве опылителей использовались дерево с однолетним циклом развития женских шишек и плюсовые деревья из естественного древостоя, формирующие женские шишки с высокой семенной продуктивностью, высоким качеством семян и пыльцы. Контролируемое опыление клонов улучшило показатели структуры урожая женских шишек и качества семян по сравнению со свободно опыленными клонами. Получено потомство от деревьев-опылителей с однолетним циклом развития женских шишек, которое представляет ценный материал для изучения биологических особенностей уникального природного явления – особой сосны сибирской с однолетним циклом развития.

Сосна сибирская, дерево с однолетним циклом развития женских шишек, клонная плантация, пыльца, семенная продуктивность женской шишки.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Несмотря на разноплановые исследования генеративных органов сосны сибирской (кедра сибирского, *Pinus sibirica* Du Tour) – основного орехоплодного вида Сибири, выявление закономерностей формирования урожая [1–5, 8], изучение физиологических процессов, лежащих в основе формирования генеративных структур [6], цитозембриологические особенности [15], микроклональное размножение в культуре *in vitro* [17] и многие другие аспекты репродукции данного вида остаются не решенными. Между тем, репродуктивные процессы сосны сибирской имеют ряд особенностей, отличающих кедр сибирский от других представителей хвойных, произрастающих на территории Сибири: высокую полиэмбриональность (до 16 зародышей в одном мегагаметофите) и необходимость длительной стратификации семян (4–7 мес); встречаемость в природных популяциях уникальных гетерозисных генотипов деревьев (0,2%) с однолетним

циклом развития женской шишки, у которых наблюдается сильная акселерация генеративного цикла (от опыления до оплодотворения проходит 2 месяца, вместо 14–15 [3, 6]). Однако размножение таких гетерозисных форм естественным путем невозможно вследствие гаметофитной несовместимости в период сингамии и отсутствия зародыша [15, 16].

Повышение репродуктивного потенциала сосны сибирской является одной из основных проблем повышения урожайности данного вида и сохранения его генофонда. Эта проблема может быть решена сочетанием классических методов селекции, таких как искусственный отбор высокоурожайных форм, контролируемое опыление, получение хозяйственно ценных гибридов с современными биотехнологиями культуры *in vitro*, позволяющими массово размножать улучшенные сеянцы данного вида.

Проведение опытов по внутривидовой гибридизации с отбором высокопродуктивных родительских форм, участвующих в эксперименте как “материнские” или “отцовские” деревья, а также использование пыльцы деревьев с однолетним циклом развития женских шишек позволит

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 11–04–00281 и интеграционного проекта № 53.

более тщательно изучить репродуктивные процессы, лежащие в основе формирования семян кедра сибирского, а также улучшить семенную продуктивность женских шишек и качество семян данного вида.

Цель исследования – изучение особенностей формирования генеративных органов сосны сибирской на клоновой прививочной плантации при контролируемом опылении клонов пыльцой дерева с однолетним циклом развития женских шишек и высокопродуктивных деревьев, а также исследование полученного гибридного потомства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Объектом исследования служили клоны кедра сибирского, произрастающие на прививочной плантации Западно-Саянского опытного лесного хозяйства. Клоновая прививочная плантация площадью 10 га расположена на территории Даурского лесничества вблизи поселка Ермаковское (53°16' с.ш. и 92°23' в.д., высота над уровнем моря 300–320 м). Каждый клон представлен прививками плюсовых деревьев кедра сибирского из естественного древостоя в Западном Саяне, выделенных Ю.А. Череповским с сотрудниками, и состоит из 12–15 деревьев (рамет). При проведении работ по контролируемому опылению в 2005–2009 гг. отбирались плантационные клоны высотой 3–3.5 м в возрасте 14–17 лет. На двух клонах (N 277/22 и N 281/26) проводилось контролируемое опыление в течение четырех лет. В последующие годы в контролируемое опыление периодически были вовлечены следующие клоны: N 275/20, N 280/25, N 145/4, N 153/13, N 002. В качестве “отцовских” деревьев использовали дерево с однолетним генеративным циклом развития женских шишек N 106 и плюсовые деревья N 277, N 492, N 357 и N кш2 из естественного древостоя из Западного Саяна. Плюсовые деревья характеризуются высокой семенной продуктивностью женских шишек (76–97%), формирующих крупные полиэмбриональные семена (масса 1000 семян составляла 267–338 г). Кроме того, проводили самоопыление плантационных клонов. Сбор пыльцы и контролируемое опыление осуществляли по стандартным методикам [10, 12–14] в период раскрытия микроспорангиев. За период исследования, с 2005 по 2009 г., на 182 раметах выполнен 1381 вариант контролируемого опыления.

По стандартным методикам [9, 16] определяли морфометрические параметры пыльцы. Для изучения жизнеспособности пыльцы проращивали ее в 10%-м растворе сахарозы [9] и в водном растворе минеральной среды [19].

Исследование женских генеративных органов включало анализ показателей урожая учет заложенных и созревших шишек при свободном и контролируемом опылении и исследование структуры урожая женских шишек. Анализ показателей структуры урожая и семенной продуктивности проводили по методу Д.А. Сабинина [11], разработанному для злаковых культур и модифицированному для хвойных [7]; учитывали следующие показатели строения женских шишек: длину и ширину шишки, число семенных чешуй (общее и развитых), число семян. Показатель семенной продуктивности определяли как выраженное в процентах отношение числа развитых семян к общему числу семенных чешуй, увеличенному вдвое. Стратифицированные семена в 2010 г. были введены в культуру *in vitro* (в печати) и высажены в теплицу.

Просмотр микроскопических образцов проводили на микроскопе Ломо Микмед–6 (Россия). Фотографии микропрепаратов осуществляли при помощи цифрового фотоаппарата Olympus FE–5020 (Япония).

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью пакетов программ Microsoft Excel 2003 и STATISTICA 8.0 по стандартным методикам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Урожайность макростробилов и семенная продуктивность женских шишек клонов сосны сибирской на прививочной клоновой плантации. На прививочной клоновой плантации сосны сибирской первые макростробиловы появились в 2005 г. на отдельных раметах 14-летних клонов N 277/22 и N 281/26. В 2006 г. 12% клонов формировали макростробиловы. Число макростробилов у рамет одного и того же клона варьировало по годам. Самый низкий урожай макростробилов на клоновой плантации за весь период исследования наблюдался в вегетационный сезон 2009 г. (табл. 1).

Размеры образовавшихся шишек при свободном опылении в 2005–2009 гг. у одного и того же клона варьировали. Так, у рамет клона №277/22 размеры шишек по длине колебались от 35.5 мм (2006 г.) до 55.7 мм (2007 г.). Семенная продуктивность шишек у клонов при свободном опылении оказалась низкой: от 1,6% у клона N 280/25, в 2009 г. до 26.1% у клона N 281/26, в 2007 г. (рис. 1).

Особенности пыления и качество пыльцы сосны сибирской у клонов и деревьев опылителей из естественного древостоя. Первые

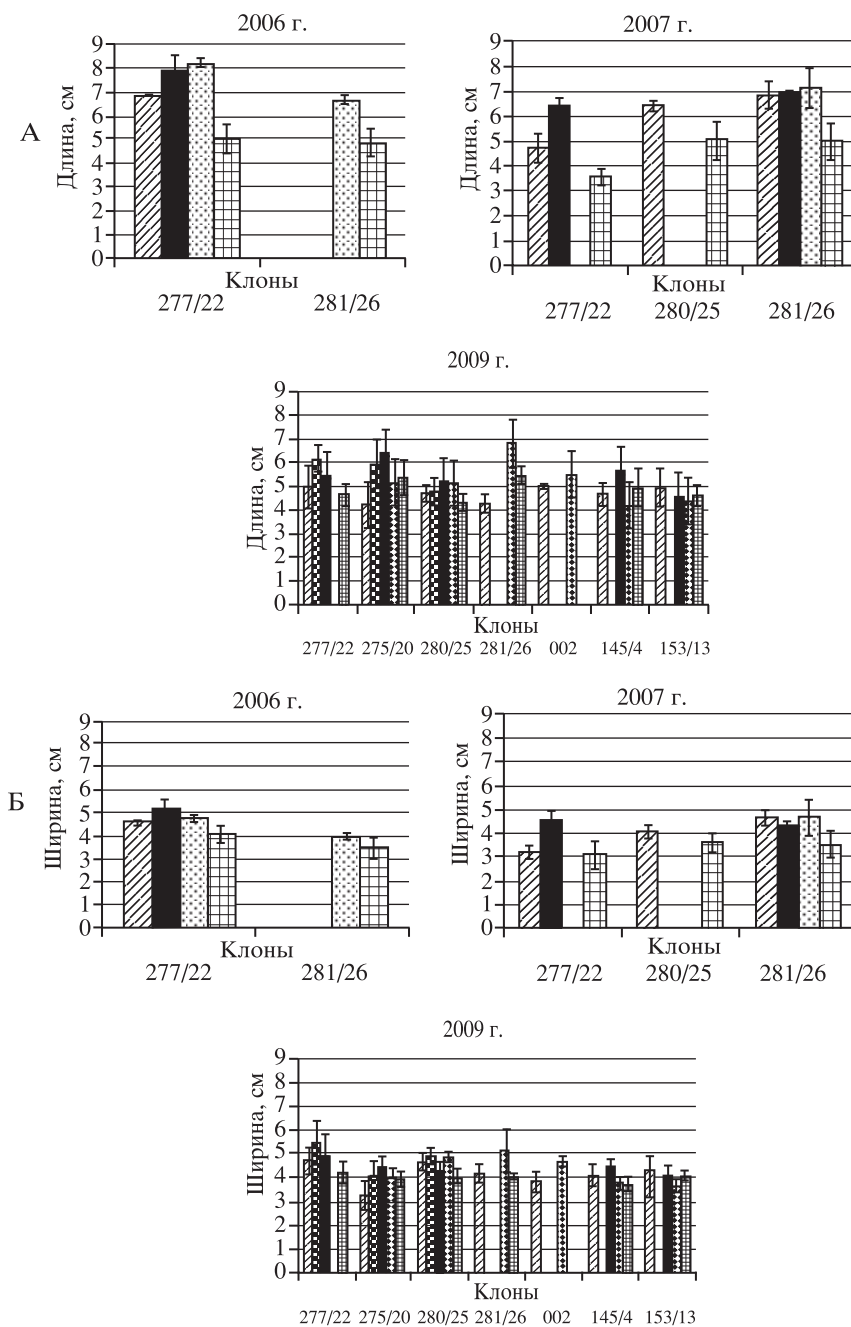


Рис. 1. Размеры шишек (А, Б) и семенная продуктивность (В), кедра сибирского на клоновой прививочной плантации. 1 – дерево опылитель N 106; 2 – самоопыление; 3 – дерево опылитель N 496; 4 – свободное опыление; 5 – дерево опылитель N 357; 6 – дерево опылитель N кш2. Указаны индексы опыленных рамет, ниже индексы деревьев-опылителей.

микростробилы на клоновой плантации появились в 2006 г у 15-летнего клона N 281/26. В 2007 и 2008 гг. пыление клонов на плантации было массовым – в клонах пылили 60 и 70% рамет.

Пыление сосны сибирской на клоновой плантации происходило 5–7 июня в 2005 г., 9–12 июня в 2006 г, 6–8 июня в 2007 г., 9–10 июня в 2008 г.,

11–12 июня в 2009 г. при сумме эффективных температур 316–335 град-суток. Пыльца рамет на плантации оказалась меньше по размерам в сравнении с пыльцой деревьев из естественного древостоя (табл. 2).

В ходе эксперимента по проращиванию пыльцы на питательных средах было показано, что

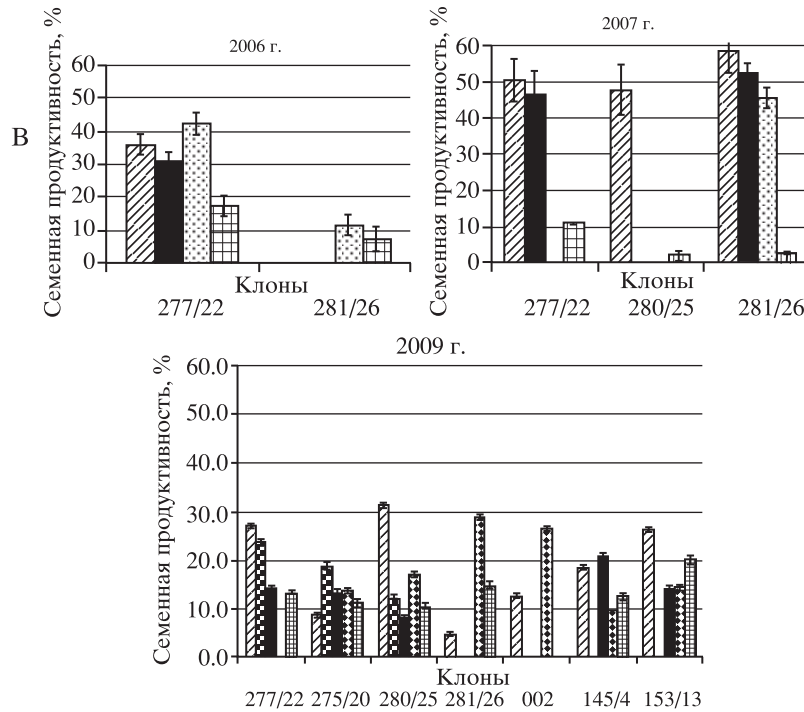


Рис. 1 (окончание).

пыльца деревьев из естественного древостоя имела высокий процент прорастания и формировала более длинные пыльцевые трубки по сравнению с пыльцой рамет (табл. 3).

Таблица 1. Урожай макростробилов у клонов кедра сибирского на прививочной клоновой плантации

Год наблюдения	клон	Число макростробилов, шт.
2005	277/22	48
	281/26	8
2006	277/22	64
	281/26	68
2007	277/ 22	105
	281/26	29
	282 /27	40
	285/31	30
	320/51	43
	280/25	35
	277/22	76
2008	281/ 26	29
	275/20	40
	153/13	138
	002	107
2009	145/4	87
	277/22	22
	153/13	8
	145/4	16
	002	27

Репродуктивный потенциал сосны сибирской при контролируемом опылении. В период исследования на прививочной клоновой плантации (2005–2009 гг.) ежегодно проводили два одинаковых варианта контролируемого опыления: клон N 277/22 и N 277 (опылитель – плюсовое материнское дерево, черенки которого использовались в качестве привоя) и N 277/22 и N 106 (опылитель – дерево с однолетним циклом развития женских шишек). В одном и том же варианте контролируемого опыления у клонов в разные годы формировались неодинаковые по размерам шишки (рис. 1). Так, в варианте опыления клона N 277/22 и N 106 в 2006 г. формировались крупные шишки (длина шишки составляла 68.4 ± 9.4 мм, ширина 45.8 ± 4.5 мм), а в 2007 г. размеры шишек в этом же варианте уменьшились вдвое, а в 2009 г. длина шишек опять увеличилась. В варианте самоопыления клона N 277/22 и N 277 наиболее крупные шишки также формировались в 2006 г. (длина шишки составила 7.8 см), в 2007 г. и, особенно в 2009 г., размеры шишек оказались более низкими. Семенная продуктивность женских шишек также варьировала в варианте клона N 277/22 и N 106 от 27% (2009 г.) до 50.5% (2007 г.). В варианте самоопыления клона N 277/22 и N 277 семенная продуктивность шишек колебалась от 14.3% в 2009 г. до 46.1% в 2007 г. (рис. 1).

Таблица 2. Морфометрические показатели пыльцы клонов и деревьев из естественного древостоя

Год исследования	Вариант	Тело пыльцевого зерна, мкм		Воздушные мешки, мкм	
		длина	ширина	длина	ширина
2006	Естественный древостой	$\frac{44.8-51.3}{48.6}$	$\frac{42.6-55.5}{49.5}$	$\frac{35.3-43.8}{40.1}$	$\frac{18.7-32.7}{23.8}$
	Клоновая плантация, клон N 281/26	48.9±2.1	48.7±2.3	44.4±2.43	26.0±1.8
2007	Естественный древостой	$\frac{50.1-59.0}{55.1}$	$\frac{35.2-55.5}{44.4}$	$\frac{29.9-43.5}{37.0}$	$\frac{17.1-26.9}{22.1}$
	Клоновая плантация /клоны №277/22, №281/26	$\frac{33.4-43.7}{36.4}$	$\frac{15.8-36.4}{25.8}$	$\frac{31.0-43.0}{35.3}$	$\frac{19.8-26.7}{22.5}$
2008	Естественный древостой	$\frac{51.8-58.8}{55.0}$	$\frac{35.3-54.3}{43.8}$	$\frac{28.9-44.6}{37.0}$	$\frac{15.2-28.0}{22.0}$
	Клоновая плантация, клоны N 277/22, N 275/20, N 289/25, N 145/4, N 153/13	$\frac{34.7-44.8}{36.2}$	$\frac{14.7-39.2}{28.1}$	$\frac{31.4-44.1}{32.9}$	$\frac{19.9-27.7}{22.0}$
2009	Естественный древостой	$\frac{45.1-67.5}{56.3}$	$\frac{33.3-45.8}{39.3}$	$\frac{46.7-68.5}{59.5}$	$\frac{33.3-46.1}{41.7}$
	Клоновая плантация, клон N 153/13	44.0±0.7	29.7±0.6	57.8±0.7	34.0±0.7

Примечание: в числителе – минимальное и максимальное значения, в знаменателе – среднее значение, $M \pm m$.

Таблица 3. Проращение пыльцы и длина пыльцевых трубок

Год исследования	Вариант	Процент проросшей пыльцы, %	Длина пыльцевых трубок, мкм
2006	Естественный древостой	$\frac{75.4-96.8}{83.6 \pm 2.8}$	$\frac{105.1-164.9}{135.9 \pm 14.7}$
	Клоновая плантация, клон №281/26	56.9±1.3	153.6±8.4
2007	Естественный древостой	$\frac{70.3-95.1}{77.7 \pm 13.2}$	$\frac{115.1-158.8}{138.4 \pm 5.7}$
	Клоновая плантация, клоны N 277/22, N 281/26	$\frac{3.0-90.0}{37.2 \pm 1.9}$	$\frac{14.8-154.7}{67.9 \pm 2.6}$
2008	Естественный древостой	$\frac{71.8-81.0}{78.0 \pm 1.2}$	$\frac{115.1-153.7}{128.4 \pm 2.1}$
	Клоновая плантация, клоны N 277/22, N 27275/20, N 289/25, N N 145 5/4, N 153/13	$\frac{28.0-80.9}{28.5 \pm 6.3}$	$\frac{22.1-120.4}{50.2 \pm 4.6}$
2009	Естественный древостой	$\frac{39.0-60.0}{49.0 \pm 3.7}$	$\frac{48.4-57.1}{5.8 \pm 1.4}$
	Клоновая плантация, клон N153/13	11.0±2.5	60.4±6.9

Примечание: числитель – минимальный и максимальный показатели, знаменатель – $M \pm m$.

Длина образовавшихся двухлетних шишек после контролируемого опыления в 2006 г. варьировала по клонам от 47.3 ± 5.5 (клон N 277/22 и N 106) до 71.1 ± 8.2 мм (клон N 281/26 и N 492), ширина от 32 до 46.4 мм. Семенная продуктивность колебалась от 42.4 до 58.6%, У самоопыленных клонов показатели размера шишек и их семенной продуктивности варьировали и не от-

личались от других вариантов контролируемого опыления (рис. 1. Б).

В 2009 г. при высокой урожайности шишек на клонах размеры двухлетних шишек и их семенная продуктивность значительно уменьшились по сравнению с предыдущими годами (рис. 1, В). Длина шишек варьировала от 39 мм до 70 мм, ширина – от 32 мм до 54 мм. Семенная продуктив-

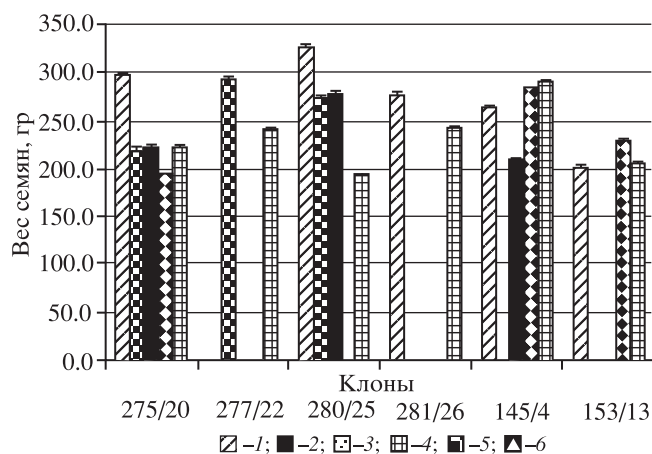


Рис. 2. Масса 1000 семян кедрового урожая 2009 г. Обозначения см. рис. 1

ность опыленных шишек колебалась в пределах от 4,9% до 31,2% и в среднем составила только 16,3%. Внутри клона наблюдалась значительная вариабельность показателей структуры урожая женских шишек в зависимости от использованной пыльцы дерева-опылителя. В варианте самоопыления клонов (№ 277/22, № 275/20 и № 145/4) размеры шишек и их семенная продуктивность не отличалась от других вариантов контролируемого опыления, а семенная продуктивность оказалась меньше, за исключением клона № 145/4.

При опылении клонов пыльцой дерева с однолетним циклом развития женских шишек № 106 в 2009 г. формировались средние по размерам женские шишки (длина 40–50 мм, ширина 30–40 мм). При этом семенная продуктивность их, в основном, не отличалась, а в ряде случаев даже превышала эту величину, полученную от других вариантов контролируемого опыления. Следует отметить, что пыльца деревьев с однолетним циклом развития не сказалась на морфогенезе женских шишек. Развитие макростробилов шло по двухлетнему генеративному циклу. Размеры женских шишек и семенная продуктивность в данном варианте контролируемого опыления не отличались от других вариантов контролируемого опыления. Размер макростробилов у разных клонов в конце первого вегетационного периода колебался от 20 до 25 мм.

Масса 1000 семян колебалась от 194,7 г (вариант опыления N 275/20 × N кш2) до 422,8 г (вариант самоопыления N 275/20 и N 275/20) (рис. 2). При опылении клонов пыльцой дерева № 106 масса 1000 семян и колебалась от 301,6 до 326,6 г. При самоопылении клонов N 277/22, N 275/20, N 145/4 масса 1000 семян достигала также значительной величины – 278,6–418 г.

Таким образом, при низкой семенной продуктивности женских шишек большинства клонов в 2009 г. масса 1000 семян оказалась высокой, семена таких шишек были крупными и полнозернистыми.

Рост гибридных семян в условиях теплицы. Семена кедрового, полученные в результате контролируемого опыления, стратифицировались в условиях холодильной камеры при температуре 1–3°C в течение четырех месяцев и затем были высажены в теплицу (2010 г.). Результаты исследований показали, что грунтовая всхожесть гибридных семян в разных вариантах контролируемого опыления колебалась от 10 до 100%. Наиболее высокие показатели всхожести семян и сохранности сеянцев отмечены в вариантах контролируемого опыления у клонов N 277/22, N 280/25 и N 145/4 при опылении их пыльцой дерева N 106 с однолетним циклом развития женских шишек и в варианте самоопыления (всхожесть сеянцев достигала 100%). Рост сеянцев у потомства разных клонов кедрового значительно варьировал. Наиболее слабый рост сеянцев был отмечен у потомства клона N 275/20 (высота сеянцев 3,8–4,6 см), а наиболее интенсивный рост сеянцев – у клона № 277/22 (высота сеянцев 6–6,8 см) (рис. 3). Потомство сеянцев, полученное в результате контролируемого опыления клонов пыльцой дерева с однолетним циклом развития женских шишек, не отличалось по интенсивности роста от потомства других вариантов контролируемого опыления. Заслуживает внимания тот факт, что самоопыление клонов положительно сказалось на росте сеянцев. Высота сеянцев у клонов N 277/ 22, N 280/25 и N 145/4 превышала высоту других опытных вариантов на 60–70%.

Проведенные ранее исследования по внутривидовой гибридизации кедрового были

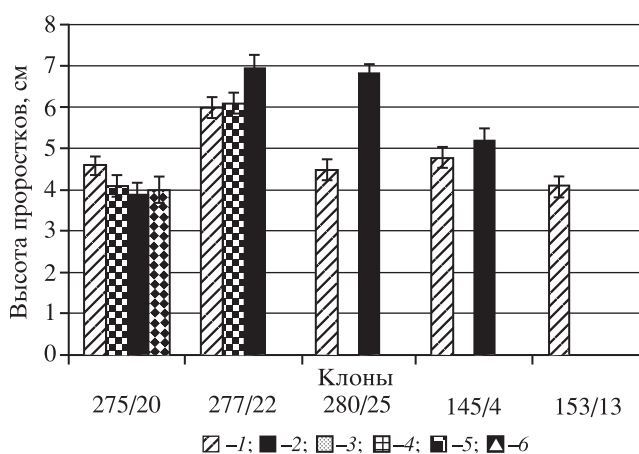


Рис. 3. Показатели роста сеянцев кедрового в теплице. Обозначения см. рис. 1

основаны на использовании родительских пар, отличающих их географическим происхождением и половым типом [12, 13]. В результате такой гибридизации было получено жизнеспособное потомство с признаками гетерозиса. Однако использование в гибридизационных работах родительских форм, удаленных по половым признакам, по нашему мнению, не является перспективным, так как виды рода *Pinus* являются однодомными растениями, и половой диморфизм у них выражен слабо. В проведенных нами исследованиях в качестве “материнских” деревьев использовались 14–17-летние клоны плюсовых деревьев, а в качестве “отцовских” были испытаны уникальные деревья с однолетним циклом развития женских шишек и высокопродуктивные по репродуктивным признакам плюсовые деревья. Исследованиями, проведенными ранее, было выявлено, что деревья с однолетним циклом развития женских шишек характеризовались интенсивным ростом и мощным развитием кроны, нарушением хода морфогенеза побегов и полового процесса [15–18], акселерацией генеративного цикла и склонностью к “апомиксису” [20], что позволило расценивать данные особи как гибриды, обладающие свойствами гетерозиса [6]. На основании указанных признаков, и особенно акселерации генеративного цикла и в целом развития еменных шишек, а также наличия апомиксиса, Е.Г. Мининой [6] было высказано предположение, что данные особи в эволюционном плане обладают чертами прогрессивности. Не исключено, что естественные гибриды кедрового сибирского с однолетним генеративным циклом, вероятно, возникли в результате физиологически благоприятного сочетания “сексуализации” родительских партнеров, возникших в оптимальных условиях произрастания” [6, с. 134]. Можно предположить, что у природных гибридов, какими являются формы кедрового сибирского с однолетним генеративным циклом развития женской шишки, проявляется гибридная сила, положительный гетерозис, выделяющий их по ряду свойств среди остальных особей данного вида в западно-саянской популяции.

В результате контролируемого опыления клонов на клоновой плантации пыльцой деревьев с однолетним циклом развития женских шишек были получены гибридные семена, потомство которых представляет ценный материал для проведения научных генетико-селекционных исследований и, в целом, для изучения биологии уникального природного явления каким являются кедрово-акселераты с однолетним циклом развития женских шишек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В результате экспериментов, проведенных по контролируемому опылению 14–17-летних клонов кедрового сибирского пыльцой дерева с однолетним циклом развития женских шишек и пыльцой плюсовых высокоурожайных деревьев из естественного древостоя Западного Саяна, получено увеличение урожайности женских шишек и качества семян по сравнению со свободно опыленными клонами. Наиболее высокие показатели структуры урожая женских шишек были отмечены в вариантах опыления клонов пыльцой дерева с однолетним развитием женских шишек. Полученное потомство от деревьев-опылителей представляет ценный материал для изучения биологических особенностей уникального природного явления – особой сосны сибирской с однолетним циклом развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев В.Н., Воробьева Н.А. Семена кедрового сибирского. Новосибирск: Наука, Сиб отд.-ние, 1979. 129 с.
2. Горошкевич С.Н. Динамика роста и плодоношения кедрового сибирского. Уровень и характер изменчивости признаков // Экология. 2008. Т. 39. № 3. С. 168–175.
3. Ирошников А.И. Полиморфизм популяции кедрового сибирского // Изменчивость древесных растений Сибири. Красноярск: Изд-во ИЛиД, 1974. С. 77–103.
4. Ирошников А.И. Орехопродуктивность кедровников // Кедровые леса Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. С. 132–150.
5. Кузнецова Г.В. Семеношение и качество семян клонов кедрового сибирского разного происхождения на плантации в Красноярской лесостепи // Лесоведение. 2003. № 6. С. 42–48.
6. Минина Е.Г., Ларионова Н.А. Морфогенез и проявление пола у хвойных. М.: Наука, 1979. 215 с.
7. Минина Е.Г., Третьякова И.Н. Геотропизм и пол у хвойных. Новосибирск: Наука, 1983. 200 с.
8. Некрасова Т.П. Биологические основы семеношения кедрового сибирского. Новосибирск: Наука, 1972. 274 с.
9. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Колос, 1980. 340 с.
10. Райт Д.В. Введение в лесную генетику. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 470 с.
11. Сабинин Д.А. Влияние минерального питания на качество урожая яровой пшеницы // Избранные труды по минеральному питанию растений. М.: Изд-во 1971. С. 483–494.

12. *Титов Е.В.* Методы получения репродуктивного гетерозиса у кедровых сосен // *Лесоведение*. 1980. № 1. С. 80–86.
13. *Титов Е.В.* Возможность гетерозиса при скрещивании деревьев кедра сибирского различного полового типа // *Лесоведение*. 1988. № 4. С. 89–94.
14. *Титов Е.В.* Плантационное лесовыращивание кедровых сосен: учеб. пособие. Воронеж: изд-во гос. Лесотех. акад., 2004. 165 с.
15. *Третьякова И.Н.* Оплодотворение и проявление аномалий в роде *Pinus* // *Цитология*, 1988. Т. 30. N 7. С. 810–814.
16. *Третьякова И.Н.* Эмбриология хвойных: физиологические аспекты. Новосибирск: Наука, 1990. 157 с.
17. *Третьякова И.Н., Ижболдина М.В.* Индукция соматического эмбриогенеза у кедра сибирского // *Лесоведение*. 2009. №5. С.41–47.
18. *Третьякова И.Н., Новоселова Н.В., Череповский Ю.Н.* Особенности эмбрионального развития у кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) с одноступенчатой стадией развития женской шишки в горах Западного Саяна // *Физиология растений*. 2003. Т. 51. № 1. С.134–141.
19. *Nygaard P.* Studies in the germination of pine pollen (*P. mugo*) in vitro. Growth conditions and effects pH and temperature on germination tube growth and respiration // *Physiol. Plant.* 1969. V. 22, N 3. P. 228–346.
20. *Tret'yakova I.N.* Possibility of apomixes in Conifers // *Apomixes Newsletter*. 1992. N 4. P. 39–40.

Controlled Pollination of Siberian Pine on a Clonal Grafting Plantation

I. N. Tretyakova

The controlled pollination of 14–17-year-old Siberian pine clones was performed on a clone grafting plantation of the West-Sayan Experimental Forest Station. Pollen of a tree with the annual cycle of developing strobiles and pollen of high-yielding plus trees a natural stand were used as pollinators. As a result of the clone control pollination, the size of cones and their seed productivity were significantly higher as compared to those in the variants with open pollination. The highest parameters of the female cone yield were revealed in the variants with pollination of clone with pollen of trees having annual development of cones. The generation from the Siberian pine tree-pollinator with the annual cycle of developing cones was got for the first time.

Siberian pine, tree with the annual cycle of developing, clone grafting plantation, pollen, seed productivity of strobiles.