

УДК 630\*228.7:582.475.4(571.51)

## СЕМЕНОШЕНИЕ И КАЧЕСТВО СЕМЯН КЛОНОВ КЕДРА СИБИРСКОГО РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ПЛАНТАЦИИ В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ\*

©2003г. Г.В.Кузнецова

Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН

660036 Красноярск, Академгородок

Поступила в редакцию 02.12.2002 г.

Проведен полный анализ семеношения имеющихся клонов кедровых сосен на прививочной плантации в многолетнем цикле (1981-1999 гг.). Показана индивидуальная и географическая изменчивость по количеству формируемых женских генеративных органов у клонов разного происхождения.

*Клоновая плантация, клон, прививки, кедровые сосны, кедр сибирский, кедр европейский, климатипы, семеношение, макростробилы.*

Создание лесосеменных объектов клоновых географических плантаций кедровых сосен обеспечивает размножение ценных климатипов и форм этих видов, продвижение их в новые экологические условия, а также производство гибридных семян. Клоновые плантации, концентрирующие генофонд инорайонных популяций, являются ценными объектами изучения семеношения, адаптации растений и других вопросов [11, 15, 22, 25-27 и др.].

Ряд авторов отмечает раннее "цветение" и семеношение прививок кедра сибирского на подвоях сосны обыкновенной в Подмоскovie [21], на Южном Урале [20], в Поволжье [1, 7], в Приобье [24].

Исследователи обращают внимание на невысокий уровень семеношения на плантациях в первые годы [21, 12, 13] и указывают, что хороший урожай хозяйственного значения можно ожидать только примерно к 15 годам [4, 14]. Но в целом биология семеношения кедровых сосен на клоновых плантациях изучена недостаточно.

В связи с этим наши многолетние исследования (1981-1999 гг.) семеношения клонов кедровых сосен в Красноярской лесостепи представляют значительный интерес для лесного семеноводства. Исследование клонов кедровых сосен разного происхождения на плантации позволило оценить климатипы с точки зрения лесосеменного районирования и интродукции кедровых сосен, изучить биологию цветения и репродуктивный процесс этих видов в новых условиях, что важно для разработки схемы размещения семенных хозяйств и определения районов использования производимых семян.

### ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом изучения являлась географическая клоновая плантация кедровых сосен, созданная лабораторией лесной генетики и селекции Института леса СО РАН (под руководством А.И. Ирошниковой) в 1965 г. Исследования клоновой плантации кедровых сосен проведены на экспериментальной базе Института леса "Погорельский бор", находящейся в Красноярской лесостепи в бассейне р. Бузим в 38 км от г. Красноярска.

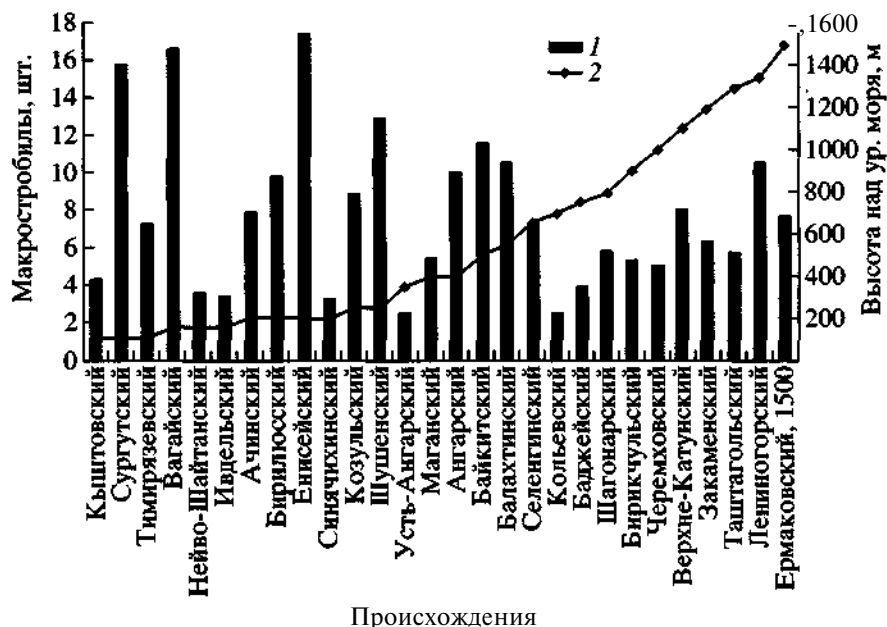
При создании семенной клоновой плантации кедра прививки выполнялись черенками из более, чем 40 пунктов ареала кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour), включая Тюменскую, Свердловскую, Кемеровскую, Иркутскую, Томскую, Новосибирскую обл.; Красноярский край; республики Казахстан, Саха-Якутия, Тыва, Бурятия, Хакасия, Алтай. Были получены также черенки кедра европейского (*Pinus cembra* L.) - из Карпатской ЛОС (Иваново-Франковск). Каждый пункт представлен 3-6 клонами (клон - вегетативное потомство, полученное от одной особи кедра), а каждый клон - 5-20 прививками (раметами). В качестве подвоя использовалось естественное возобновление сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на вырубке в возрасте 5-7 лет.

Для определения качества семян использовали метод рентгенографии (Щербакова, 1963; ОСТ 56-94-87, 1988).

### ОБСУЖДЕНИЕ

На прививочных плантациях возможно получение более ранних и обильных урожаев семян. Однако следует отметить, что прививка как технологический прием сама по себе не стимулирует

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда науки (1 IF 0035C).



Многолетнее (1981-1999 гг.) среднее число макростробилов (шт.) на одном дереве у прививок кедров сибирского в Красноярской лесостепи в зависимости от происхождения черенков: 1 - макростробиловы, 2 - высота над ур. моря, м.

цветение. Она лишь позволяет сократить возраст начала семеношения, а также воспроизвести на клоновых плантациях особенности семеношения материнских деревьев.

В условиях Красноярской лесостепи в первые 5-7 лет на прививках кедров сибирского преобладал мужской тип цветения, первые женские шишки (не считая имевшихся на черенках) отмечены у кедров в семилетнем возрасте [12]. Число шишек на этом этапе не превышало трех-пяти на одной прививке.

Большинство привоев до 18-20-летнего возраста имело слабое семеношение (в среднем 5-9 шишек на прививку). Слабое "цветение" и семеношение прививок в первые годы можно объяснить увеличенным ростом побегов и хвои у привоев, индивидуальными особенностями и возрастом деревьев, с которых заготавливали черенки для прививки, разным полом черенков, а также нарушением условий (температуры, влажности, освещения), необходимых для прохождения привоями этапов микро- и макроспорогенеза.

Кроме того, формирование мужских стробилов (до 20 лет) не обеспечивало достаточного опыления макростробилов [15]. С годами на прививках число шишек увеличилось и к 30-летнему возрасту на отдельных деревьях составило более 100-200 шишек в наиболее благоприятные для семеношения годы.

Полный анализ семеношения имеющихся привоев кедров сибирского на плантации в многолетнем цикле показал индивидуальную и географическую изменчивость по количеству формируе-

мых женских генеративных органов (рисунок). Отмечено постоянное и хорошее семеношение по годам отдельных клонов кедров из равнинных, южно- и средне-таежных популяций Западной и Южной Сибири: Красноярского края (Енисейский, Шушенский, Байкитский лесхозы); Тюменской области (Сургутский, Вагайский лесхозы). Хорошее семеношение отмечено у клонов из горной популяции Казахстана (Лениногорский лесхоз). Слабое семеношение наблюдалось у привоев, черенки которых взяты у кедров сибирского из южных популяций республик Тыва, Хакасия, Бурятия и Урала (Свердловская обл.).

Высокий процент (80-100%) образования макростробилов наблюдался у клонов кедров в 1981—1983, 1986, 1989, 1993, 1994 гг.; ниже показатели были в 1984, 1985, 1987, 1996 гг.; практически отсутствовало семеношение в 1982 и 1987 гг. С 1990 по 1992 г. женских шишек на прививочной плантации кедров также почти не отмечалось, были лишь единичные макростробиловы на отдельных деревьях. Слабое семеношение наблюдалось в 1995 и 1996 гг. Главной причиной изменения по годам величины и структуры продуктивности кедров сибирского являются нарушения генеративного процесса [9] в период мейоза, цветения, оплодотворения семяпочек и развития семян. Нарушения могут вызывать как погодные явления (температура, влажность воздуха, осадки), так и необеспеченность опыления женских шишек, обусловленная в свою очередь малым количеством заложившихся микростробилов или их гибелью в период развития [17,28,29]. Нарушения ге-

неративного процесса приводят к отпаду репродуктивных органов на разных этапах развития в период пыления и после цветения, в период оплодотворения и в эмбриональный период, поэтому фактический урожай шишек на прививочной плантации может быть невысоким [8, 6]. Колебание урожая год от года зависит от заложившихся зачатков шишек и от величины потери урожая в процессе его развития.

В условиях Красноярской лесостепи потери урожая кедровых сосен на клоновой плантации связаны с влиянием заморозков в конце весны, избытком и недостатком осадков во время развития шишек, недоопылением женских стробилов, а также с расхищением урожаев обитателями леса (белкой, птицами).

Среди исследуемых привоев кедр сибирского на плантации отмечены клоны, характеризующиеся ежегодным семеношением. Таковы прививки из Красноярского края (Козульский, Бирилюсский, Байкитский, Ермаковский лесхозы), из Тюменской области (Сургутский лесхоз) и Казахстана (Лениногорский лесхоз), у которых среднее многолетнее число шишек на прививку составляет от 13 до 18 штук на дерево (рисунок). Даже в годы общей пониженной семенной продуктивности (1985, 1990 и 1996 г.) на деревьях этих происхождений имелись макростробилы.

Наблюдения за семеношением привоев кедр на плантации показали в целом слабое и нерегулярное семеношение их, незначительную дифференциацию клонов по величине урожая, несмотря на то, что на плантации имеются клоны с постоянным сравнительно хорошим семеношением.

Важный показатель семеношения - морфометрическая характеристика женских шишек. Проведены исследования шишек и семян на прививках (сбор шишек 1983, 1985, 1987 гг.). Средняя длина женских шишек у клонов кедр сибирского варьирует в пределах 45—84 мм, ширина - 40-60 мм. Женские шишки с прививок кедр европейского значительно больше по размеру, чем у клонов кедр сибирского, средняя длина составляет 64.5 мм, ширина - 50 мм. Размеры шишек прививок кедр сибирского из оптимума произрастания вида обнаруживают тенденцию к увеличению у особей равнинных и низкогорных популяций кедр. Географическая изменчивость длины и ширины шишек характеризуется низкими величинами коэффициента вариации (7.4-17.6), тем не менее межклоновая изменчивость превышает внутрикловую. Вес шишек с возрастом увеличивается, но коэффициенты изменчивости веса и параметров шишки остаются невысокими. Невысокая изменчивость размеров женских шишек, числа развитых чешуи, а также веса шишек у привоев кедр разного происхождения указывает на генотипическую обусловленность данных при-

знаков в популяциях. Средние морфометрические показатели зрелых женских шишек у прививок кедр близки и совпадают с аналогичными данными других исследователей [3, 5, 16].

С размерами шишек тесно связано количество семенных чешуи в них, а также выход семян из шишек. В верхней и нижней частях шишек формируются недоразвитые чешуйки без семяпочек, между ними находится зона наиболее многочисленных фертильных чешуек с семяпочками. Количество развитых (фертильных) чешуи в шишках кедр разного происхождения варьирует как в пределах клонов, так и между ними.

Наблюдается большая вариабельность по числу развитых чешуи в шишке рамет клонов кедр в пределах горных местообитаний (Алтай, Тывы, Хакасии, Иркутской обл.) и низкогорных местообитаний Красноярского края (Ермаковский лесхоз): коэффициент вариации первых колеблется от 41 до 68%, а у рамет клонов из Ермаковского лесхоза достигает 88%. Высокий коэффициент вариации числа развитых чешуи в шишке отмечен и у прививок равнинных популяций кедр из Тюменской области и Красноярского края (от 44 до 80%), а также у рамет кедр европейского (Карпаты) - до 73%. У прививок кедр сибирского число фертильных чешуи в шишке с возрастом увеличивается, а процент недоразвитых чешуи становится меньше (в пределах 18-49%), но больший процент недоразвитых чешуи сохраняется у горных и северных популяций, что, возможно, свидетельствует о недостаточном опылении из-за несовпадения сроков "цветения" с основной группой опылителей. Т.П. Некрасова [18] также отмечала, что у большей части взрослых деревьев горных, таежных и припоселковых кедровников количество бесплодных чешуи в среднем равнялось 25-40%, а среднее число фертильных чешуи изменялось от 40 до 57%, что составляло 60-70% от общего числа всех чешуи.

Для разных клонов кедр характерна изменчивость отдельных показателей качества семян (табл. 1). Так, содержание развитых семян у клонов кедр сибирского варьирует от 10 до 54% (в среднем 29%). Максимальная доля (от 42 до 54%) развитых семян в шишках отмечена у клонов из равнинных популяций Тюменской, Томской обл. и Красноярского края. Невысокая доля развитых семян (от 10 до 12%) наблюдается у клонов кедр из горных районов республик Хакасии и Тывы, Красноярского края, равнинной популяции Козульского лесхоза Красноярского края, а также прививок европейского кедр (Иваново-Франковская область). Наличие значительного количества недоразвитых семян явилось результатом недостаточного опыления отдельных макростробилов, а также следствием воздействия поздне-весенних заморозков на развитие шишек в период

**Таблица 1.** Изменчивость семян на прививках кедра сибирского разного происхождения в 20-летнем возрасте на клоновой плантации в Красноярской лесостепи

Происхождение	Номера клонов/число рамет, шт.	Число семян в шишке, шт. $M \pm m$		Доля семян, %		Масса 1000 семян, г.
		недоразвитые	развитые	полнозернистых	развитых	
Красноярский край, лесхоз						
Байкитский	131-132/13	39.4 ± 3.80	23 ± 2.80	72	36	274
Козульский	82-85/23	56.3 ± 3.00	7.4 ± 5.90	64	10	277
Енисейский	107-108/12	34.8 ± 3.80	16.2 ± 2.2	55	31	281
Баджейский	103-105/7	18.2 ± 3.10	20.2 ± 2.60	50	54	278
Ермаковский, 450 м над ур. моря	1-8/37	39.9 ± 3.20	20.2 ± 2.20	71	36	270
Ермаковский, 1500 м над ур. моря	32-34/15	40.9 ± 6.30	11.5 ± 4.60	65	22	251
Респ. Хакасия						
Бирикчүльский лесхоз	86-89, 100-101/14	64.5 ± 8.80	6.1 ± 5.40	43	10	239
Респ. Тыва						
Шагонарский лесхоз	44-47/10	60.0 ± 4.80	8.0 ± 3.10	22	12	243
Респ. Бурятия						
Закаменский лесхоз	1/9	40.3 ± 5.20	14.5 ± 2.20	60	26	256
Кемеровская обл.						
Таштагольский лесхоз	64-67/12	36.1 ± 3.90	12.4 ± 1.90	75	31	257
Респ. Алтай						
Верх-Катунский лесхоз	72-76/29	42.4 ± 8.48	19.9 ± 6.6	47	30	276
Респ. Казахстан						
Лениногорский лесхоз	2-4/15	24.2 ± 4.60	46.8 ± 7.92	75	37	259
Новосибирская обл.						
Кыштовский лесхоз	2/8	38.5 ± 2.30	15.4 ± 2.7	56	24	278
Томская обл.						
Тимирязевский лесхоз	130/8	28.9 ± 1.80	25.3 ± 2.70	70	42	284
Тюменская обл.						
Сургутский лесхоз	20-21/8	25.1 ± 6.08	18.1 ± 3.30	67	43	275
Свердловская обл.						
Ивдельский лесхоз	3/6	47.5	10.5	78	19	287
Иркутская обл.						
Черемховский лесхоз	95-97/9	50.5 ± 3.30	18.8 ± 2.60	39	27	248
Иваново-Франковская обл.						
Усть-Чернянский лесхоз (кедр европейский)	4/23	44.4 ± 4.60	5.5 ± 0.77	75	12	297

оплодотворения. Полнозернистость колебалась в пределах от 22 до 78%, при среднем значении 59% (табл. 1). Особых различий в полнозернистости в зависимости от географического района у клонов не выявлено.

Сильное уменьшение этого показателя происходит обычно в годы плохого урожая. Снижение выхода полнозернистых семян в первую очередь свя-

зано с недостаточным количеством пыльцы в год опыления и низким ее качеством. Ряд авторов [2, 19, 23 и др.] также отмечает, что одной из основных причин низкой урожайности и низкого качества семян на плантациях является пониженная жизнеспособность пыльцы, связанная с воздействием неблагоприятных метеорологических условий в период весеннего развития микростробилов.

Таблица 2. Развитие зародыша &lt;семян кедрового шишки на прививках 20-летнего возраста (клонная плантация в Красноярской лесостепи)

Происхождение	Номер клона/число рамет, шт.	Доля семян без зародыша, %	Участие семян с разной длиной зародыша, %					Доля семян с полиэмбрионами в %
			классы по длине эмбрионального начала в долях единицы					
			1*	2	3	4	5	
Тюменская обл. Сургутский лесхоз	20-21/8	2	2.7	2.6	4.7	76.6	3.7	5
Томская обл. Тимирязевский лесхоз	130/8	1.7	1.2	1.1	15.2	75.3	6.7	7
Свердловская обл. Ивдельский лесхоз	3/6	-	-	49.2	29.5	26.7	14	13
Иркутская обл. Черемховский лесхоз	95-97/9	0.3	0.4	0.7	6.7	37.8	27.2	39
Респ. Казахстан Лениногорский лесхоз	2-4/15	4.7	7.2	0.6	5.4	42.9	52.9	52
Новосибирская обл. Кыштовский лесхоз	2/8	7.5	1.7	14.8	27.8	57.5	-	17
Респ. Бурятия Закаменский лесхоз	1/9	9.6	-	-	13.7	40.7	57	9
Кемеровская обл. Таштагольский лесхоз	64-67/12	1.5	0.3	1.5	1.1	47.6	46.3	5
Респ. Алтай В-Катунский лесхоз	72-76/29	6.3	-	-	1.9	32.3	-	22
Респ. Тыва Шагонарский лесхоз	44-47/10	-	-	-	87.5	12.5	-	40
Красноярский край Байкитский лесхоз	131-132/13	5.2	4.5	<b>2.0</b>	9.4	48.8	32.4	41
Козульский лесхоз	82-85/23	2.4	-	-	-	18.0	70.4	36
Балахтинский лесхоз	110-113/9	1.8	-	-	4.6	27.7	65.7	45
Енисейский лесхоз	107-108/12	1.7	4.0	2.5	11.7	49.3	41.7	50
Баджейский лесхоз	103-105/7	-	-	-	35.5	25.3	65.2	13
Ермаковский лесхоз	1-8/20	3.3	2.4	-	39.4	70.9	-	17
Респ. Хакасия Бирикчульский лесхоз	86-89.100-101/14	8.3	-	16.6	38.9	66.6	-	21

\* 1-5 - классы по длине эмбрионального начала в долях от единицы.

От числа полнозернистых семян в шишке зависит абсолютный вес 1000 шт. семян. Средняя масса 1000 шт. возд./сух. семян у клонов кедров варьирует от 150 до 300 г (табл.1). В годы, когда погода способствует успешному развитию зародыша и накоплению запасных веществ в эндосперме, абсолютный вес семян выше. Для формирования эндосперма необходима теплая, умеренно влажная погода летом. Засуха, как и холод с избытком влаги, мешает нормальному формированию семян, эндосперм оказывается более шуплым, среди семян много пустых, и абсолютный вес снижается относительно нормального на 20-35% [16]. Наши исследования семян в неурожайный 1987 г. показали также снижение абсолютного веса 1000 шт. семян по сравнению с урожайным 1985 г. на 19%. Тем не менее масса семян остается сравнительно стабильной в многолетнем цикле и в меньшей мере зависит от погодных условий. Наряду с размером шишек и качеством семян масса семян может служить основой для отбора наиболее урожайных деревьев.

На прививочной плантации можно выделить особи кедров с тяжелыми семенами - это отдельные деревья клонов из Тюменской, Томской, Свердловской обл., Красноярского края и Алтая. У этих клонов масса 1000 шт. семян превышает 250 г, а у некоторых привоев Красноярского края (Ермаковский район) достигает 300-400 г.

У исследуемых клонов семена кедров в основном имеют хорошо развитый зародыш - так, у 65% полнозернистых семян он занимает 3/4 канала или весь канал (табл. 2). По размерам зародыша можно характеризовать клоны, черенки которых взяты из разных местопроизрастаний. У клонов из горных р-нов Хакасии (Бирикчүльский лесхоз) и Свердловской обл., а также из северных популяций (Байкитский лесхоз) увеличивается доля семян с зародышами, занимающими 0.3-0.4 длины эмбрионального канала. У клонов из сравнительно теплообеспеченных, южных мест - таких, как Ермаковский р-н, Бурятия, из равнинных популяций Тюменской, Томской, Новосибирской обл. преобладают семена с более крупными зародышами. Средний процент семян без зародыша невелик (табл. 2) в среднем составляет 3%, что говорит о нормальном развитии семян у прививок в Красноярской лесостепи. Образование же доброкачественных семян является одним из критериев успешности интродукции вида.

У всех семян клонов кедров сибирского наблюдается явление полиэмбрионии. Число зародышей в семенах варьирует от 2 до 5, доля таких семян у отдельных клонов колеблется от 5 до 50% (табл. 2). Большая склонность к образованию полиэмбриональных семян отмечена у клонов кедров сибирского, черенки которых взяты у северного происхождения (Байкитский лесхоз). Эта зако-

номерность проявляется постоянно в многолетнем цикле, что указывает на наследственный характер этого явления.

**Закключение.** Урожайность дерева оценивается реализацией его потенциальных репродуктивных возможностей в многолетнем цикле. Многолетние наблюдения за семеношением привоев кедров разного происхождения на плантации в Красноярской лесостепи позволили выявить "высокоурожайные" и "низкоурожайные" клоны. Первые превосходят вторые по числу "цветущих" прививок одного клона и по среднему числу шишек на одну прививку. Это превосходство хорошо заметно в урожайные годы, когда наиболее полно реализуются потенциальные возможности генотипа. Различия в урожайности сохраняются в годы слабых урожаев и нивелируются, когда урожай шишек практически равен нулю. В целом на прививочной плантации урожайность, как интегральный показатель жизнедеятельности кедров в географическом плане, отражает те же закономерности, что и показатели роста кедров сибирского, т.е. повышение по мере продвижения с севера на юг и от верхних горных поясов к нижним [10].

Результаты исследования шишек и семян различных клонов на прививочной плантации показали, что высокие показатели качества семян имеют прививки, черенки которых взяты из оптимальных условий произрастания кедров сибирского - равнинных, низкогорных, южно- и средне-таежных популяций Западной и Южной Сибири и Казахстана.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алимбек Б.М.* Опыт разведения кедров прививками // Сб. тр. Поволжского лесотехн. ин-та. 1965. № 57. Вып. 2. С. 85-103.
2. *Артемов В.А., Урнышев А.П.* Прогнозирование жизнеспособности пыльцы сосны обыкновенной как фактора, лимитирующего плодоношение // Всесоюз. совещ. по лесной генетике, селекции, семеноводству. Петрозаводск: Ин-т леса Карел, фил. АН СССР, 1983. С. 7-9.
3. *Бех М.А.* Кедровники Южного Приобья. Новосибирск: Наука, 1974. 212 с.
4. *Вересин М.М., Улюкина М.И.* Создание семенных прививочных плантаций кедров сибирского на сосну в условиях лесостепи // Лесная генетика, селекция и семеноводство. Петрозаводск: Карелия, 1970. С. 476-482.
5. *Воробьев В.Н.* Особенности плодоношения кедров сибирского в горных условиях // Биология семенного размножения хвойных западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1974. С. 15-70.
6. *Горошкевич С.Н.* Влияние погодных условий на органогенез и рост мужских и женских побегов кедров сибирского в условиях средней подзоны тайги // Проблемы кедров. Экология кедровых лесов.

- Томск: Ин-т экол. природ, комплексов, 1992. Вып. 5. С. 19-28.
7. *Грбовская А.А., Смирнов Г.В.* Цветение и семеношение прививок пятихвойных сосен // Матер, научно-техн. конф. Ленинградской лесотех. акад. 1966. Вып.6. С. 116-118.
  8. *Ефимов Ю.П., Мамонов Н.И., Шутяев А.М.* Селекционное семеноводство как основа повышения эффективности лесовыращивания // Достижения лесной генетики и селекции и пути их внедрения в производство. Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1981. С. 55-78.
  9. *Земляной А.Н.* Влияние на структуру семенной продуктивности кедр сибирского (*Pinus sibirica*) нарушений генеративного развития // Актуальные вопросы генетики и селекции растений. Тез. докл. Сиб. региональной конф., Барнаул 23-27 июня 1980. Новосибирск: Ин-т цитологии и генетики СО РАН СССР, 1980. С. 73.
  10. *Ирошников А.М.* Полиморфизм популяций кедр сибирского // Изменчивость древесных растений Сибири. Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 1974. С. 73-103.
  11. *Ирошников А.М.* Орехопродуктивность кедровников // Кедровые леса Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. С. 132-150.
  12. *Колегова Н.Ф.* Географические прививочные плантации сосны и кедр в Красноярской лесостепи // Географические культуры и плантации хвойных в Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. С. 154-166.
  13. *Колегова Н.Ф.* Цветение и качество семян кедр сибирского на прививочных плантациях // Всесоюз. совещ. по лесн. генетике, селекции и семеноводству. Тез. докл. Петрозаводск: Ин-т леса Карел, фил. АН СССР, 1983. С. 96-97.
  14. *Колегова Н.Ф.* Цветение и семеношение кедр сибирского на плантации в Красноярской лесостепи // Половое размножение хвойных растений. Тез. докл. II Всесоюзн. симп. 10-12 сентября 1985 г. Новосибирск: Наука, 1985. С. 87-88.
  15. *Молотков П.М.* Интенсификация селекционных работ в лесном хозяйстве // Лесн. хоз-во. 1980. № 11. С. 37-38.
  16. *Некрасова Т.П.* Биологические основы семеношения кедр сибирского. Новосибирск: Наука, 1972. 273 с.
  17. *Некрасова Т.П., Земляной А.М.* Массовое доопыление как метод повышения семенной продуктивности и генетического улучшения потомства сосны // Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов. Тез. докл. и сообщ. на Всесоз. научно-техн. совещ. М., 1980. С. 413-414.
  18. *Некрасова Т.П.* Пыльца и пыльцевой режим хвойных Сибири. Новосибирск: Наука, 1983. 169 с.
  19. *Романовский М.Г., Хромова Л.В.* Образование семян при самоопылении сосны обыкновенной // Лесоведение. 1992. № 3. С. 3-9.
  20. *Рябчинская В.В.* Прививки кедр сибирского в Башкирии // Тр. ВНИИЛМА. Уфа: Башкириздат, 1961. Вып. V. С. 205-218.
  21. *Северова А.М.* Семеношение прививок хвойных пород // Лесн. хоз-во. 1968. № 2. С. 58-61.
  22. *Титов Е.В.* Селекция сосны кедровой сибирской на семенную продуктивность. Автореф. дис. докт. с.-х. наук: 06.03.01. Брянск: БГИТА, 1995. 43 с.
  23. *Хвостова В.В., Ячевская Г.А.* Перестройка хромосом в мейозе // Цитология и генетика мейоза. М.: Наука, 1975. С. 232.
  24. *Хромова Н.Ф.* Плодоношение кедр сибирского в прививках // Биология семенного размножения хвойных Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1974. С. 105-115.
  25. *Ahlgren Clifford E.* Some effects of inter and intraspecific grafting on growth and flowering of some five-needle-pinus // *Silvae Genetica*. 1972. V. 21. № 3-4. P. 122-126.
  26. *Brown J.A., Sawve E.M.* Effect of exogenous growth substances on cone development in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) // *Can. J. For. Res.* 1975. V. 5. № 2. P. 165-170.
  27. *Ehrenberg C, Simak M.* Flowering and pollination in Scots pine // *Midd. Stat. Skogsforsk. Inst.*, 1957. V. 46. № 12. P. 1-27.
  28. *Simak M., Gustaffson A.* Seed properties in mother trees and grafts of Scots pine // *Meddelanden fran Statens Skogforskninginst.* 1954. B. 44. H. 2. S. 1-73.
  29. *Turok Y.* Prementivost kytitnuja a fruktifikacie borovice limby (*Pinus cembra* L.) // *Zb. Pr. Tatrunsk. Nar. Parku*. 1982. № 23. S. 55-75.

## Seed Formation and Quality in Siberian Pine Clones of Different Origin at a Grafting Plantation in Krasnoyarsk Forest-Steppe

G. V. Kuznetsova

A complete analysis of seed formation in Siberian pine (*Pinus sibirica*) clones at a grafting plantation was carried out based on the data of long-term observation (1981-1999). The individual and geographical variability of the number of the formed female generative organs in clones of different origin was shown. High- and low-productive clones of Siberian pine were selected.