

УДК 630.165.72

## КРИТЕРИИ ОТБОРА КЕДРА СИБИРСКОГО ПО ПЫЛЬЦЕВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

А.В. Водин, Р.Н. Матвеева

ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»  
660049 Красноярск, пр. Мира, 82

Представлены результаты семилетних исследований особенностей формирования пыльцевой продуктивности кедра сибирского в архивных географических культурах. По результатам исследований разработаны критерии отбора деревьев кедра сибирского по пыльцевой продуктивности. При отборе рекомендуется руководствоваться следующими критериями: 1) удельная энергия пыльцевой продуктивности отбираемых деревьев должна превышать средний показатель в насаждении такого же возраста не менее чем в 2 раза; 2) деревья должны отличаться стабильно повышенным уровнем формирования пыльцы по годам; 3) отбираемые деревья должны представлять различные фенологические группы по срокам вылета пыльцы (ранние, средние, поздние); 4) для отбора деревьев с ранним вступлением в стадию формирования пыльцы их возраст должен быть не более 40 лет. Данные рекомендации в большей степени применимы для однородных искусственных насаждений, где деревья имеют хорошо развитую крону и не испытывают жесткой конкуренции со стороны соседних деревьев.

The Presented results of the seven-year studies of the particularities of the shaping to male productivity of the cedar siberian in archive geographical culture. Criteria of the selection tree cedar siberian is designed On result of the studies on male productivity. At selection is recommended follow following: 1) specific energy to male productivity selected tree must exceed the average factor in planting such age not less than in 2 times; 2) tree must differ stable raised level by shaping male escape on year; 3) selected tree must present the different groups on period of the opening male organ (early, average, late); 4) for selection tree with early entering in stage of the shaping male organ their age must be not more than 40 years. The Data to recommendations in greater degree applicable for uniform artificial plantings, where tree has well developed krona and do not feel the tough rivals on the part of nearby dereviev.

### ВВЕДЕНИЕ

Создание эффективно функционирующих урожайных плантаций кедра сибирского невозможно без деревьев опылителей, обладающих определенными свойствами. В связи с этим отбор кедра сибирского должен проводиться не только по ряду хозяйственно важных признаков, но и на пыльцевую продуктивность. Необходимы четкие критерии отбора исходных растений по пыльцевой продуктивности, потомство которых может быть использовано при формировании плантаций.

### ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ

Разработка критериев на пыльцевую продуктивность проводилась на основе семилетних наблюдений за особенностями формирования пыльцевой продуктивности у деревьев кедра сибирского различного географического происхождения, произрастающих в архивных культурах, заложенных под руководством проф. Р.Н. Матвеевой. Культуры созданы посадочным материалом семенного происхождения по схеме 5x5 м (Матвеева, Буторова, 2000). Возраст деревьев в период обследования составил 33-40 лет. Обследовано 109 деревьев.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Прежде чем разрабатывать рекомендации, необходимо определиться, какими свойствами должны обладать особи, отобранные по пыльцевой продуктивности. Так Е.В. Титов (2001, 2004) отмечает, что особи, отбираемые по пыльцевой продуктивно-

сти, а, соответственно, и их вегетативное потомство, которое используется в качестве опылителей на плантациях, должны иметь хорошую пыльцевую продуктивность, пыльцу с высокой оплодотворяющей способностью, вылет которой должен совпадать со временем цветения опыляемых клонов.

Изучение особенностей формирования пыльцы и режима пыления показало, что деревья, отбираемые на пыльцевую продуктивность, должны обладать еще рядом качеств, которые необходимы для последующего формирования плантационных культур. Прежде всего, это относится к возрасту отбираемых растений. Для кедра сибирского характерной биологической особенностью является то, что первоначально формируются женские репродуктивные органы. Мужские (микростробилы) образуются через 7-10 лет после начала семеношения (Некрасова, 1972). Данная особенность существенно не влияет на урожайность естественных древостоев из-за их разновозрастности и неоднородности в условиях произрастания. В плантационных культурах, где деревья имеют одинаковый возраст и произрастают в однородных экологических условиях, данная закономерность приводит к значительным потерям урожая семян в молодом возрасте из-за нехватки или полного отсутствия пыльцы. В связи с этим важным моментом в отборе кедра сибирского на пыльцевую продуктивность является выделение особей с ранним вступлением в стадию формирования пыльцы. Очевидным является то, что возраст отбираемых растений должен составлять 30-40 лет.

Пыльцевая продуктивность у обследуемых деревьев определялась по числу мужских побегов,

микростробилов и массе пылицы. С практической точки зрения удобнее использовать первый показатель с последующим его пересчетом в массу, используя переводной коэффициент. У обследуемых деревьев в среднем 100 мужских побегов дают 20,3г пылицы. Соответственно переводной коэффициент составляет 0,203.

Между тем деревья имеют различия в биометрических показателях, которые вызваны не только индивидуальными генотипическими особенностями, но и возрастом обследуемых деревьев. Поэтому более объективно оценить пыльцевую продуктивность возможно, используя относительный показатель.

При отборе деревьев кедр сибирского на семенную продуктивность используется показатель удельной энергии семеношения (количество шишек, приходящихся на 1 см диаметра ствола). Аналогичный показатель можно использовать при оценке деревьев на пыльцевую продуктивность. Это удельная энергия пыльцевой продуктивности (УЭПП), то есть количество мужских побегов, приходящихся на 1 см диаметра ствола.

Среднегодовые показатели пыльцевой продуктивности деревьев кедр сибирского, формирующих наибольшее количество мужских побегов в течение семи лет, представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Пыльцевая продуктивность деревьев, формирующих наибольшее количество мужских побегов**

№ деревья	Количество, шт.						Удельная энергия пыльцевой продуктивности, шт./см						
	мужских побегов			микростробилов			Масса пылицы, г			хср±m	δ	V, %	t <sub>β</sub> при t <sub>05</sub> =2,36 t <sub>01</sub> =1,89
	max	min	Хср	max	min	Хср	max	min	Хср				
58-9	360	90	238,2	3384	850	2239,8	54,1	13,6	35,8	15,3±2,57	5,74	37,5	3,13
61-2	750	49	352,4	9675	632	4547,2	154,8	10,1	72,7	21,5±7,51	16,79	78,1	1,94
68-2	700	148	470,8	7858	2397	5406,8	125,7	37,7	86,5	28,6±5,7	13,97	48,8	3,77
74-3	774	175	336,4	16718	3786	7267,4	267,5	60,6	116,3	16,0±4,90	10,96	68,5	1,84
78-2	1080	28	339,8	19114	496	6015,4	305,8	7,9	96,2	19,0±10,27	22,97	120,8	1,18
78-4	333	158	246,2	5261	2496	3889,4	84,2	39,9	62,2	16,2±2,22	4,97	30,7	3,92
78-7	560	203	392,8	10080	3652	7070,0	161,3	58,4	113,1	21,7±3,71	8,30	38,2	3,90
79-1	920	61	315,3	9292	618	3184,0	148,7	9,9	50,9	21,0±12,90	25,81	123,2	1,09
8-52	474	73	218,3	4482	1040	2541,5	71,7	16,6	40,7	15,8±7,54	15,08	95,2	1,18
8-18	1103	47	390,4	15411	662	5369,8	246,6	10,6	85,9	26,5±14,16	31,66	119,4	1,39
6-63	1003	22	614,5	11580	254	6938,8	185,3	4,1	111,1	31,5±11,25	22,50	71,3	2,19
5-78	1084	275	654,4	12145	4083	8448,2	164,3	65,3	135,2	36,4±8,75	19,57	53,8	3,36
4-144	1107	425	747,5	17669	7593	12749,0	282,7	121,5	204,0	39,2±9,87	19,73	50,3	3,27
Средняя	3,0	747,5	115,8	8448,2	26,5	1470,5	0,4	204,0	23,5	6,8±0,87	8,28	120,9	-

Примечательно то, что в данном возрастном периоде 9 % обследуемых деревьев не формируют мужские побеги, а, соответственно, эти деревья могут быть отнесены к генотипам с поздним вступлением в стадию формирования пылицы, либо с ее отсутствием. Установить это возможно только в процессе дальнейших наблюдений. Те же деревья, которые имеют высокие показатели пыльцевой продуктивности, можно отнести к ранним формам вступления в стадию формирования пылицы.

В.Н. Воробьев (1983) для отбора деревьев по семенной продуктивности рекомендует использовать показатель среднеквадратического отклонения от среднего значения. Так он предлагает к очень низкопродуктивной форме относить те деревья, которые имеют ранг менее  $\bar{X}-\delta$ , к низкой – от  $\bar{X}-\delta$  до  $\bar{X}$ , к средней – от  $\bar{X}$  до  $\bar{X}+\delta$ , к высокой - от  $\bar{X}+\delta$  до  $\bar{X}+2\delta$ , к очень высокой – свыше  $\bar{X}+2\delta$ . Данная методика была использована нами для отбора особей по пыльцевой продуктивности.

Согласно примененной методике к формам с низкой пыльцевой продуктивностью относятся 68 % деревьев из всех обследуемых, средней - 18%, высокой - 9%, очень высокой - 5%. Следовательно, основное количество деревьев в данном возрасте имеют низкую пыльцевую продуктивность. В совокупности деревья, имеющие высокую и очень высокую УЭПП, составляют 14%. Для отбора наиболее продуктивных биотипов вполне перспективным будет использование деревьев, входящих в эти ка-

тегории. Отобранные деревья имеют показатель УЭПП 15,3-39,2 шт./см, среднегодовую массу пылицы 35,8-204,0 г. Превышение УЭПП над средним показателем всех деревьев, формирующих пыльцу, составило 225-476,5% (в 2,3-5,8 раз).

Еще одним важным моментом является отбор деревьев, имеющих стабильный характер формирования количества пылицы по годам. По данным Т.П. Некрасовой (1983), формирование пылицы у деревьев кедр сибирского в молодом возрасте носит неустойчивый характер. Такая же закономерность отмечена нами у обследуемых деревьев. Очевидным является то, что на пыльцевую продуктивность, так же как и на урожай семян, влияет ряд факторов, как внутренних (генотип), так и внешних (погодные условия, почвенное плодородие, освещенность и др.). Причем некоторые из внешних факторов меняются по годам и существенным образом влияют на пыльцевую продуктивность. Об этом свидетельствует коэффициент варьирования, который у большинства деревьев достигает очень большого уровня (более 50%). При этом нами были отмечены деревья, которые в одни годы дают значительное количество пылицы, в другие формируют очень малое количество мужских побегов, либо они полностью отсутствуют (№ 75-6, 77-3, 80-1 и др.). Поэтому судить о стабильности указанного показателя довольно сложно. Для того чтобы отобрать деревья, имеющие относительно стабильный характер формирования пылицы по годам, необходимы

длительные наблюдения.

На наш взгляд, при отборе по этому признаку, в первую очередь, должны выбраковываться деревья, имеющие крайне неустойчивый характер формирования пыльцы. Если наблюдаемое дерево в отдельные годы формирует незначительное количество мужских побегов, а у остальных не произошло существенного снижения уровня пыльцевой продуктивности, то такое дерево должно выбраковываться. Однако, если такое дерево по среднесезонным данным входит в категорию с высоким и очень высоким уровнем пыльцевой продуктивности, то выбраковывать его не целесообразно. Такие деревья в плантационных культурах могут создавать существенный фон пыльцы, а компенсировать их недостатки необходимо соответствующим подбором форм на лесосеменных объектах. Из обследуемых деревьев таким примером могут служить особи под номерами 78-2, 79-1, 8-18.

При плантационном выращивании деревья опылители должны не только создавать достаточный фон пыльцы, но и отличаться синхронностью пыления и готовностью макростробилов у опыляемых деревьев принимать пыльцу (рецептивная фаза). Исследования показали, что готовность макростробилов воспринимать пыльцу неодинакова как в пределах кроны, так и у отдельных особей. Зависит это как от индивидуальных особенностей генотипа, так и от факторов внешней среды. Вылет же пыльцы довольно скоротечен и в естественных насаждениях в зависимости от условий происходит в течение 3-7 дней. В плантационных культурах из-за относительной однородности условий произрастания этот период более короткий. При благоприятных погодных условиях основной вылет пыльцы на наблюдаемом объекте происходил в течение одного дня (Водин, 2004). Такой продолжительности пыления явно не достаточно для насаждений плантационного типа. Следствием такой продолжительности вылета пыльцы является недоопыление макростробилов и значительные потери урожая семян.

Подобрать особи с синхронным пылением и готовностью макростробилов воспринимать пыльцу довольно сложно на практике. Целесообразнее выделять особи, имеющие фенологические различия по времени вступления в стадию вылета пыльцы. Такие особи должны отбираться среди деревьев, отличающихся наибольшей пыльцевой продуктивностью. Исследования по выделению таких форм были проведены в 2004 г. В результате были выделены особи с ранним, средним и поздним сроком вылета пыльцы (Водин, 2005). Процентное соотношение деревьев по указанным категориям было следующее – ранние формы составляют 19% от всех наблюдаемых деревьев, средние – 70%, поздние – 11%. Из каждой категории были выделены деревья с наибольшей пыльцевой продуктивностью. Среди ранних были отобраны деревья под номерами 4-144, 71-1, 74-3, 74-5, 77-5, средних – 5-78, 61-2, 68-2, 78-7, 8-18, 8-52, поздних – 58-5, 58-8, 6-63, 75-1, 76-4.

Указанные формы последовательно вступают в стадию вылета пыльцы, а, соответственно при оп-

ределенном подборе и размещении таких форм в плантационных культурах они способны растянуть период лета пыльцы, тем самым увеличить опыляемость макростробилов и урожайность насаждения в целом.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, основываясь на проведенных исследованиях, для отбора деревьев кедра сибирского по пыльцевой продуктивности можно рекомендовать следующие критерии:

1) для отбора деревьев с ранним вступлением в стадию формирования пыльцевой продуктивности возраст отбираемых деревьев должен быть не более 40 лет;

2) удельная энергия пыльцевой продуктивности отбираемых деревьев должна превышать средний показатель в насаждении такого же возраста не менее чем в 2 раза (более 15,3 шт. мужских побегов, приходящихся на 1 см диаметра ствола);

3) деревья должны отличаться стабильно повышенным формированием пыльцы, без резких колебаний пыльцевой продуктивности по годам;

4) отбираемые деревья для создания урожайных плантационных культур должны представлять различные фенологические группы по срокам вылета пыльцы (ранние, средние, поздние).

Следует отметить, что данные рекомендации в большей степени применимы для однородных насаждений, где деревья имеют хорошо развитую крону и не испытывают жесткой конкуренции со стороны соседних деревьев. Поэтому лучше всего проводить отбор по этим критериям в искусственных насаждениях, каковыми могут быть лесные культуры и плантации различного типа семенного происхождения. Также отбор необходимо проводить во время массового появления микростробилов и вылета пыльцы. Для повышения достоверности отбора по указанным критериям наблюдения за деревьями должны проводиться в течение нескольких лет. В связи с этим целесообразнее на первом этапе выделять деревья кандидаты, имеющие наибольшее значение показателя УЭПП.

Отобранные деревья должны использоваться в качестве маточников для заготовки черенков и семян с последующим созданием плантационных культур. Кроме этого пыльца отобранных деревьев может быть использована для проведения работ по контролируемому скрещиванию с другими деревьями с последующим выявлением оптимальных комбинаций скрещивания, что позволит более эффективно осуществлять формирование высокоурожайных плантационных культур.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Водин, А.В. Проблемы недоопыления в плантационных культурах кедра сибирского / А.В. Водин // Ботанические исследования в Сибири. Красноярское отделение Российского ботанического общества РАН. – Красноярск: СОРАН, 2004. - Вып. 12. – С. 51-55.
2. Водин, А.В. Фенологические формы кедра сибир-

- ского по срокам начала вылета пыльцы / А.В. Водин // Всероссийская конференция «Природная и антропогенная динамика наземных экосистем», посвященная памяти А.С. Рожкова. – Иркутск: ИГТУ, 2005. – С. 123-125.
3. Воробьев, В.Н. Биологические основы комплексного использования кедровых лесов / В.Н. Воробьев. - Новосибирск: Наука, 1983. – 254 с.
  4. Матвеева, Р.Н. Генетика, селекция, семеноводство кедра сибирского / Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова. – Красноярск: СибГТУ, 2000. – 243 с.
  5. Некрасова, Т.П. Биологические основы семеношения кедра сибирского / Т.П. Некрасова. - Новосибирск: Наука, 1972. – 274 с.
  6. Титов, Е.В. Орехоплодовые плантации кедровых сосен / Е.В. Титов // Лесное хозяйство. – 2001. - № 1. – С. 36-38.
  7. Титов, Е.В. Плантационное лесовыращивание кедровых сосен: учебное пособие / Е.В. Титов. – Воронеж: ВГЛТА, 2004. - 165 с.

---

Поступила в редакцию 13 сентября 2007 г.  
Принята к печати 26 ноября 2007 г.