

РЕАЛИЗАЦИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ КЕДРА СИБИРСКОГО НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ В ГОРНОМ АЛТАЕ

Е.В. Титов

Воронежская государственная лесотехническая академия
394087 Воронеж, ул. Тимирязева, 8; e-mail: lesovod@vglta.vrn.ru

Излагаются результаты выполнения в зоне экологического оптимума кедра сибирского основных этапов селекционной программы на семенную продуктивность: отбор плюсовых деревьев, оценка их по клоновому потомству, выделение кандидатов в сорта-клоны.

Первичный отбор плюсовых деревьев проводится без подъема в крону. Их выделяют по протяженности плодоносящего проростка и количеству плодоносящих побегов, высоко коррелирующих с семенной продуктивностью. Критерием оценки «плюсовости» дерева является среднегодовалый урожай семян, показатели которого определяются в кроне кандидатов в плюсовые деревья и у контрольных особей.

Установлена высокая наследуемость в клоновом потомстве основных фенотипических показателей урожайности. Это свидетельствует о правомерности их использования при отборе плюсовых деревьев и высокой его эффективности: 74 % изученных клонов соответствуют показателям высокоурожайных особей.

Выделены новые 3 кандидата в сорта-клоны по семенной продуктивности и впервые – один крупносемянный. Первые превышают средний многолетний урожай лучших по семеношению плюсовых деревьев на 27-55 %, ежегодно плодоносят (за последние 15 лет – 14 урожаев). У крупносемянного генотипа масса 1000 шт семян составляет 412 г, что на 20-25 % выше лучшего контроля.

Ключевые слова: урожайность, плюсовые деревья, плантации, сорта-клоны

Results of performance in a zone of an ecological optimum of a cedar Siberian the basic stages of the selection program on seed efficiency are stated: selection plus trees, their estimation on clonal posterity, allocation of candidates for grades - clones.

Primary selection plus trees is carried out (spent) without rise in a crone. Them allocate on extent of a circle and quantity (amount) of the fructifying runaways highly correlating with seed efficiency. Criterion of an estimation "plusness" a tree is average annual crop of seeds which parameters are defined (determined) in a crone of candidates in plus trees and at control individuals.

The high heredity in clonal posterity of the basic phenotypic parameters of productivity is established. It testifies to legitimacy of their use at selection plus trees and his (its) high efficiency: 74 % of the investigated clones correspond (meet) to parameters of high-yielding individuals.

New 3 candidates for grades - clones on seed efficiency and for the first time - one large-seeded are allocated. The first exceed an average long-term crop of the best on seed efficiency plus trees on 27-55 %, annually fructify (for last 15 years - 14 crops). At large-seeded a genotype of a genotype weight 1000 weight of seeds makes 412 g, that 20-25 % is higher than the best control.

Key words: productivity, plus trees, plantations, grades - clones

ВВЕДЕНИЕ

Целью любой селекционной программы лесных древесных пород является мобилизация их ценного генофонда для создания высокоурожайных насаждений по определенным хозяйственно-ценным признакам. Ведущий селективируемый признак у кедра сибирского – орехопродуктивность. Главное богатство этого плодового дерева – кедровые орехи, экологически чистый продукт высокой биологической активности. Они являлись важным экономическим ресурсом России. В последние годы становятся дефицитным и дорогостоящим товаром из-за резкого сокращения площади высокоурожайных кедровников, низкой семенной продуктивности и старения насаждений, из-за трудоемкости орехопромысла в тяжелых таежных условиях.

Возрождение массового производства кедровых орехов, удовлетворение возрастающих потребностей в этом уникальном пищевом и целебном продукте и в получаемом из них кедровом масле связывается с созданием высокоурожайных кедро-

вых садов, кедровых плантаций, посадок кедров в районах естественного ареала вида, так и в условиях интродукции.

Наивысший селекционный эффект в повышении продуктивности естественных насаждений и при плантационном лесовыращивании достигается в зоне оптимума произрастания вида. Здесь наиболее полно проявляется его генотипический потенциал.

Экологический оптимум и зона повышенного полиморфизма кедров сибирского находится в низкогорном (черневом) поясе Алтае-Саянской горной области с богатыми почвами и лучшим гидротермическим режимом. Здесь формируются наиболее продуктивные по росту и биологическому урожаю семян насаждения. Высокой орехопродуктивностью отличаются также кедровники в нижней части среднегорья Северо-Восточного Алтая. В этих регионах сосредоточен наиболее ценный генофонд данной орехоплодовой породы с относительно высокой концентрацией редких генотипов: по урожайности и товарным признакам урожая, динамике,

энергии и продолжительности плодоношения, пыльцевой продуктивности и другим высоко генетически обусловленным признакам. Это позволяет отбирать среди них различные ценные формы: высокоурожайные, крупношишечные (многосемянные), крупносемянные, раноплодоносящие, скороспелые, с равномерным и неравномерным семеношением и др. Они являются основным селекционным материалом для плантационного ореховодства, гарантирующего ускоренное получение большого количества высококачественных орехов на специализированных плантациях и создание надежной высокопродуктивной орехопромышленной базы.

С целью мобилизации ценного генофонда кедров сибирского для возрождения былого величия орехопромысла, уничтоженного в результате лесозаготовительного бума в 50-80-х годах прошлого века, в Горном Алтае в течение последних 30 лет (1978-2008 гг.) учеными НИИ лесной генетики и селекции, Воронежской государственной лесотехнической академии совместно с работниками лесного хозяйства планомерно выполняется селекционная программа.

Эффективность ее реализации зависит от уровня научно-методического обеспечения и качественного выполнения отдельных этапов: отбора плюсовых деревьев, оценки их семенной продуктивности по клоновому потомству, выделения сортов-клонов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Отбор плюсовых деревьев. Высокоурожайные деревья кедров сибирского являются основой для дальнейшей селекции и базой для создания прививочных промышленных орехопродуктивных плантаций. Это - прямоствольные кедров с низкоопущенным, широким женским генеративным ярусом кроны, с обилием плодоносящих побегов и высококачественных семян. Они- результат случайного, удачного сочетания в одном организме ценных свойств различных родителей и поэтому в природе встречается очень редко: одно дерево на 1 тыс. га.

Урожайность дерева – реализация его потенциальной семенной продуктивности в многолетнем цикле. Поэтому для объективной оценки высокоурожайных особей кедров сибирского необходимы данные о динамике урожая. Ее изучают за последние 10-12 лет по следам от шишек на модельных ветвях. Для этого следует подниматься в крону кедров на высоту 25-28 м. Это – довольно трудоемкая и небезопасная работа и поэтому она должна быть исключена на предварительном этапе выделения плюсовых деревьев. Для этой цели необходимо использовать более доступные информативные методы, основанные на учете биологических особенностей формирования шишек в кроне.

В ранее существующей «Методике отбора плюсовых деревьев кедров сибирского»(1980) для оценки семенной продуктивности особей предлагалось использовать относительный показатель – удельную энергию семеношения – количество шишек на 1 см диаметра ствола. Только для вычисления ее средних значений для насаждения следовало на

каждой пробной площади осуществлять подъем в крону 15 модельных деревьев и проводить в ней учет шишконосных побегов и двухлетних шишек на всех ветвях женского яруса.

При предварительном отборе плюсовых деревьев рекомендовалось вычислять приближенное (!?) значение удельной энергии семеношения по результатам глазомерного учета шишек текущего года. Однако и это не всегда возможно, даже при недопустимом игнорировании точности исследования.

Известно, что для деревьев кедров сибирского характерна высокая и очень высокая индивидуальная изменчивость урожая шишек по годам ($C= 41-138 \%$). Поэтому объективные значения предлагаемого расчетного показателя можно получить лишь в редкие (2-3 за 10 лет) высокоурожайные годы, когда максимально реализуется урожайность генотипа, да в короткий период (1-1,5 месяца) нахождения всех шишек в кроне на ранней стадии их развития. Вычисление удельной энергии семеношения в годы средних и слабых урожаев, которые преобладают в природе и когда число шишек на дереве не отражает потенциальную возможность особи, а также в период их созревания, когда не менее, чем 50 % шишек уничтожается птицами и позвоночными животными, приводит к большим ошибкам.

Все вышеперечисленные ограничения и недостатки привели к тому, что данная «Методика отбора плюсовых деревьев кедров сибирского по семенной продуктивности» не нашла широкого применения в таежных кедровниках Сибири.

В результате многолетнего изучения в кедровниках Горного Алтая величины урожая деревьев в зависимости от развития женского генеративного яруса кроны, выявления фенотипических показателей урожайности (Титов, 1990), учета методических исследований плодоношения других авторов (Шарнас, Джебеян, 1934, Ирошников, 1985) разработаны современные «Рекомендации по отбору и оценке плюсовых деревьев кедров сибирского на семенную продуктивность» (2000). Они утверждены Федеральной службой лесного хозяйства и являются основным регламентирующим документом для отбора высокоурожайных плюсовых деревьев в настоящее время. Изложенные в них принципы и методы значительно облегчают проведение данной работы при соблюдении высокой точности исследований.

Первичный отбор деревьев проводится без подъема в крону. Он осуществляется по развитию женского генеративного яруса, являющегося отличительным признаком высокоурожайных особей. Его протяженность и количество плодоносящих побегов в нем являются основным интегральным показателем текущей и потенциальной орехопродуктивности кедров в онтогенезе. Эти фенотипические признаки кроны высоко коррелируют ($r = 0,84-0,94$) с семенной продуктивностью. Благодаря четкой выраженности нижней границы женского генеративного яруса в течение всей жизни дерева, отбор высокоурожайных особей не зависит от текущего урожая шишек и возможен в любое время года

(Титов, 2004 а).

Ведущим фенотипическим признаком при отборе является количество плодоносящих побегов. Они находятся на концах скелетных ветвей первого и второго порядков ветвления, отличаются вертикальной ориентацией и повышенной толщиной. Это – надежные свидетели семеношения дерева в многолетнем цикле, т.к. постоянно, в отличие от опадающих шишек, сохраняются в кроне. Для точного визуального их учета на кедрях с различной плотностью и протяженностью плодоносящей части кроны используются поправочные коэффициенты. Они установлены экспериментальным путем в результате двойного подсчета плодоносящих побегов на опытных деревьях: глазомерно с земли и непосредственно в кроне (Титов, 1990)

На втором этапе отбора осуществляют подъем в крону на ограниченное количество деревьев: на кандидаты в плюсовые по развитию женского генеративного яруса кроны и на три контрольные особи (средние по фенотипическим показателям урожайности). В ней уточняют число плодоносящих побегов, на 10-15 модельных ветвях определяют среднемноголетние показатели семеношения: энергию плодоношения побегов (количество зрелых шишек на одном побеге), процент ежегодно плодоносящих побегов.

Затем рассчитывают среднемноголетний урожай семян, как произведение общего числа плодоносящих побегов, энергии их семеношения, среднего процента ежегодно плодоносящих побегов и средней массы полнозернистых семян в средней шишке. При отсутствии урожая текущего года используют следующие значения для последнего показателя: в черневом поясе Северо-Восточного Алтая – 20 г, в среднегорье – 18 г. В урожайные годы отбирают с каждого дерева образцы шишек (20-25 шт) для детального анализа и уточнения массы семян в них.

На заключительном этапе сравнивают фактический среднемноголетний урожай кандидатов с контролем. У плюсового дерева по общей орехопродуктивности превышение должно быть не менее, чем в 1,7 раза. Отбор плюсовых высокоурожайных деревьев кедра сибирского с использованием этих «Рекомендаций...» не отличается большой трудоемкостью. Ежегодно, в течение 6 лет, в таежных кедровниках Горного Алтая отбирали по 40 шт плюсовых особей. Все они аттестованы и занесены в Госреестр.

Эффективность и правомерность использования фенотипических показателей урожайности при отборе высокоурожайных особей устанавливали на клоново-испытательных плантациях.

Оценка семенной продуктивности плюсовых деревьев по клоновому потомству. Фенотипические признаки особи, используемые при отборе, не всегда соответствуют ее генотипу. Поэтому для оценки эффективности плюсовой селекции предусматривается обязательная проверка выделенных деревьев по потомству. Предпочтительнее вегетативное размножение. При нем существенно повышается наследуемость селективируемого признака и

полностью сохраняются генетические свойства клолируемых особей.

Объективная оценка материнских деревьев возможна в условиях, обеспечивающих максимальную реализацию генетического потенциала селективируемого признака. С этой целью испытание плюсовых по семенной продуктивности кедров проводится в зоне оптимума вида – в черневом поясе Северо-Восточного Алтая (400 м над ур. моря). Плантации созданы в Телецком ОЛХ посадкой привитых саженцев в 1980-1981 гг., в Чойском лесхозе - прививкой на растущие кедровые подвои в 1988 г. Для устранения возрастного и онтогенетического влияния на показатели урожая исследуются раметы на кедровых подвоях одинакового возраста. Каждый клон представлен 8-10 раметами, размещенными по площади рендомизированно. Это позволяет нивелировать влияние почвенных условий на характер роста и плодоношения. Деревья располагаются свободно (6 x 8; 8 x 8 м), не угнетены. За ними проводится своевременный уход – удаляется поросль лиственных пород.

Оценить степень генетической обусловленности общей семенной продуктивности по фенотипическим морфометрическим признакам возможно у прививок, вступивших в пору плодоношения, при использовании коэффициента наследуемости в широком смысле (H^2) (Роне, 1980). На 14-летних привоях установлено, что основные фенотипические показатели урожайности плюсовых деревьев высоко наследуются в клоновом потомстве: протяженность плодоносящей кроны – 0,870, ширина кроны – 0,812, количество плодоносящих побегов – 0,601. С возрастом прививок коэффициент наследуемости повышается (Титов, 2004). Это свидетельствует об объективной информативности данных показателей урожайности деревьев кедра сибирского и правомерности их использования в современных «Рекомендациях ...» (2000).

В Республике Алтай отбор плюсовых особей на обилие урожая семян с соблюдением изложенных в них признаков и критериев оказался высокоэффективным. Среди изученных клонов 74 % соответствуют показателям высокоурожайных деревьев. Это - отселектированный материал для дальнейшего выявления выдающихся по общей семенной продуктивности генотипов-кандидатов в сорта-клоны.

Выделение сортов-клонов. Является завершающим этапом селекционной программы у кедра сибирского на семенную продуктивность для создания высокоурожайных орехопродуктивных промышленных плантаций. Сорт-клон у этой орехово-плодовой породы – вегетативное потомство элитного дерева с выдающимися показателями урожайности или структурных признаков урожая. В отличие от сорта-гибрида, их выявление более перспективно в связи с более ранним, нежели в семенном потомстве, проявлением данных ценных свойств.

Сорта-клоны выделяют на клоново-испытательных плантациях и в архивах клонов плюсовых деревьев среди лучших по селективируемому признаку клонов. Их выявление у кедра си-

бирского проводится с учетом современных методических подходов (Титов, 2008). В 2008 году на 30-летних клоново-испытательных плантациях плюсовых деревьев кедр сибирского в Телецком

ОЛХ Республики Алтай нами впервые в селекции данной породы выделены 4 кандидата в сорта-клоны по общей семенной продуктивности: 3-10 (кедроградский), 11-13 (романтик), 72, 12-9 (таб.).

Таблица – Показатели 30-летних деревьев кедр сибирского – кандидатов в сорта-клоны по семенной продуктивности в Телецком ОЛХ Республики Алтай

Шифр клона	Высота, м	Протяженность плод-ей кроны, м % от всей кроны	Кол-во ежегод-но плод-их. побегов, шт %	Энергия плод ия побега	Шишки, см длина, шири-на	Масса семян, г		Урожай семян, кг/превышение контроля, %			
						1000 шт	в шишке	на прививке		на 1 га	
								ср.	мах.	ср.	мах.
3-10	6,8-7,0	<u>5,5</u> 89	средн.- 24 макс.-38 61	2,10	<u>8,0-8,5</u> 4,5-5,0 крупные, цилиндричес- кие	350-390 очень тяже- лые	37-38	<u>1,7</u> 42	<u>3,2</u> 52	<u>340-425</u> 42	<u>640-800</u> 52
11-12	7,0-7,5	<u>6,0</u> 86	средн. – 24 макс. - 47 69	2,24	<u>7,5-8,0</u> 4,5 выше сред- них, цилинд- рические	330-350 тяже- лые	27-34	<u>1,6</u> 33	<u>2,9</u> 38	<u>320-400</u> 33	<u>580-725</u> 38
12-9	7,5-8,0	<u>6,2</u> 85	средн.- 25 макс. -55 72	2,33	<u>7,0-7,5</u> 5,0 средние, ци- линдрические	270-290 средние	24-26	<u>1,5</u> 25	<u>2,7</u> 28	<u>300-375</u> 25	<u>540-675</u> 28
72	7,5-8,0	<u>6,6</u> 85	сред.- 27 макс. -43 84	2,62	<u>7,0-8,0</u> 4,5 средние, ци- линдрические	270-280 средние	21-23	<u>1,5</u> 25	<u>2,7</u> 28	<u>300-375</u> 25	<u>540-675</u> 28
9-14 13-10	7,5-8,0	<u>6,0</u> 85	средн.- 26 макс. – 46 68	2,30	<u>8,0</u> 4,5 крупные, конусовид- ные	270-290 средние	18-20	1,2	2,1	240-300	420-525

Для них характерны следующие особенности:

1 – большая протяженность плодоносящей части кроны – 85-90 % всей кроны,

2 – большое количество ежегодно плодоносящих побегов – 61-72 %,

3 – раннее плодоношение – первые шишки при наличии достаточного опыления формируются в 3-4 –летнем возрасте прививок,

4 - регулярное семеношение – за последние 17 лет – 16 урожаев,

5 – высокий среднемноголетний (1,5-1,7 кг) и максимальный (2,7-3,2 кг) урожай семян на прививке. Превышение аналогичных показателей лучших по урожайности клонов – не менее, чем на 25 и 28 % соответственно.

6 – относительная стабильная семенная продуктивность в многолетнем цикле: в 19-30 - летнем возрасте максимальный урожай орехов превышает средние значения не более, чем в 2,7-3 раза.

7 – цилиндрические шишки, апофиз семенных чешуй бугорчатый.

8 - стабильные в многолетнем цикле размеры шишек (различия – 7-10 %) и высокий выход полнозернистых семян из них - 87-97 %.

9 – высокая восстановительная репродуктивная способность: продолжительность непрерывного высокоурожайного (1,5-2,0 кг) и очень высокоурожайного (2,5-3,0 кг) циклов в возрасте 22-30 лет, соответственно, 4 и 2 года, с интервалом в 2 года.

10 – длительное сохранение репродуктивной

способности у ветвей с возрастом: шишки формируются на 20-21 – летних ветвях, находящихся в нижней части кроны. Это – высоко генетически обусловленный показатель высокой урожайности.

Выделенные высокоурожайные клоны различаются по форме и густоте кроны. У клонов с крупными шишками (3-10, 11-12) она раскидистая, средней густоты. Ветви отходят от ствола под небольшим углом: в верхней и средней части – 60-80°, в нижней – 80-90°. У клонов с шишками средних размеров (7,5-7,0 x 4,5 см) (12-9, № 72) крона компактная, густая. Ветви на $\frac{3}{4}$ высоты дерева отходят от ствола под острым углом – 45-60°, лишь в нижних мутовках – под углом 70-80°.

Высокий урожай семян орехов у этих кандидатов в сорта-клоны формируется при различном сочетании его структурных элементов. У клонов «3-10» и «11-12», в основном, за счет высокой массы полнозернистых семян в шишках (соответственно 37-38 и 27-34 г) при небольшом среднемноголетнем их количестве (45-60 (90) шт), у клона «12-9» – за счет повышенной массы семян в шишках (24-26 г) и несколько большего их количества (50-70 (130) шт), у клона № 72 – за счет большого количества шишек (65-80 (140) шт) при средней массе семян в них (21-23 г).

Среднемноголетний урожай кедровых орехов с одной прививки увеличивается с возрастом. У клона «3-10» в 15-19 лет он составляет 0,8 кг, в 20-24 года – 1,6, в 25-30 лет – 2,1 кг, у клона «11-12», со-

ответственно, - 0,5, 1,2 и 1,9 кг, у клона «12-9» – 0,4, 1,2 и 1,7 кг, у клона №72- 0,5, 1,3 и 1,4 кг.

Среди выделенных кандидатов в сорта-клоны особую хозяйственную ценность представляет клон «3-10» - высокоурожайный, крупношишечный, крупносемянный. Шишки крупные, длиной 8,0-8,5 (максимально – 10,0 см), шириной – 4,5-5,0 см. В средней шишке содержится 95-110 шт полнозернистых семян, максимально – 130 шт. Семена темно-коричневые, крупные (14 x 8, 13 x 8 мм), очень тяжелые: масса 1000 шт – 346 г. Масса полнозернистых семян в шишке – 37-38 г, что на 70-80 % выше средних показателей. Уникальное биологическое сочетание высоких и повышенных значений урожая и его структурных признаков у данного клона позволяет назвать его «Кедроградский», по имени кедрового хозяйства, предусматривающего комплексное использование богатств кедровой тайги, и на территории которого он выявлен.

Близок к нему клон «11-12» - высокоурожайный, крупносемянный. Шишки выше средних размеров: длиной 7,5-8,0 (максимально 9,0 см). В них содержится в разные годы 80-105 (максимально 120) шт полнозернистых семян массой 27-34 г. Семена крупные (14 x 9; 13 x 8 мм), тяжелые. Масса 1000 шт сухих семян 330 г. В честь поколения энтузиастов лесных селекционеров, отобравших его в горноалтайской тайге и выявивших при многолетнем клоновом испытании, ему дано имя «Романтик».

Использование этих двух выдающихся кандидатов в сорта-клоны при создании орехопродуктивных плантаций в зоне экологического оптимума кедр сибирского, с размещением растений по схеме 6 x 8 м (196 шт./га) и наличии надежных источников естественного опыления, позволяет получить первый промышленный урожай кедровых орехов (60 – 70 кг/га) в 12-13 -летнем возрасте прививок. К 20 годам он увеличится до 150-200 кг, к 25 – до 300-400 , к 30 - до 500-600 кг/га и будет возрастать в дальнейшем.

Величина урожая на плантации с 25-летнего возраста будет значительно превышать семенную продуктивность лучших 200-240- летних таежных кедровников, а с 30 лет – и приселковых. Эффективный период высокой экономически выгодной урожайности плантаций -не менее 80-100 лет.

По структурным признакам урожая впервые выделен крупносемянный кандидат в сорт-клон

«221». В его широких, крупных шишках (длиной 7,5, шириной 5,5 см) формируется 65 шт крупных полнозернистых семян (87 % от общего количества), масса 1000 шт которых при влажности 12 % составляет 412 г. Это значение на 20-25 % выше лучшего контроля. Масса полнозернистых семян в шишке – 27-28 г.

В настоящее время многолетние исследования находятся на завершающем этапе – выделении сортов-клонов на клоново-испытательных плантациях плюсовых деревьев. Их выявление и создание на их основе элитных, высокоурожайных плантаций – венец напряженного, целенаправленного труда целого поколения лесных селекционеров, актуальное направление в развитии лесной селекции и семеноводстве, позволяющее впервые в истории России реально повысить семенную продуктивность новых кедровых насаждений - кедросадов не менее, чем на 35 - 40 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ирошников, А.И. Орехопродуктивность кедровников/А.И. Ирошников // Кедровые леса Сибири. - Новосибирск: Наука, 1985. - С. 132-150.
- Методика отбора плюсовых деревьев кедр сибирского по семенной продуктивности / А.И. Земляной, Т.П. Некрасова, М.: ЦБНТИ Гослесхоз СССР, 1980. – 22 с.
- Рекомендации по отбору и оценке плюсовых деревьев кедр сибирского на семенную продуктивность / А.И. Ирошников, Е.В. Титов. М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. – 36 с.
- Роне, В.М. Генетический анализ лесных популяций / В.М. Роне. – М.: Наука, 1980. – 160 с.
- Титов, Е.В. Выделение сортов-клонов по семенной продуктивности у кедр сибирского/ Е.В. Титов // Лесное хозяйство. – 2008. - № 5. – С.31-33.
- Титов, Е.В. Отбор плюсовых деревьев кедр сибирского в Горном Алтае / Е.В. Титов// Лесное хозяйство. – 1990. -№ 2. – С. 42-45.
- Титов, Е.В. Плантационное лесовыращивание кедровых сосен / Е.В. Титов. – Воронеж: ВГЛТА, 2004 а. – 165 с.
- Титов, Е.В. Семенная продуктивность: оценка эффективности плюсовой селекции кедр сибирского по клоновому потомству / Е.В. Титов// Лесное хозяйство. – 2004. - № 1. – С.31-33.
- Шарнас, Л.А., Джебеян В.Г. Методика орпедления урожая кедровых лесов и урожайности кедровников / Л.А. Шарнас, В.Г. Джебеян. – Красноярск: СибНИИЛХ, 1934.

Поступила в редакцию 26 октября 2009 г.
Принята к печати 25 февраля 2010 г.