

УДК 630*17:582.475.2:630*164.8

КАЧЕСТВО СЕМЯН ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ НА КЛОНОВОЙ ЛЕСОСЕМЕННОЙ ПЛАНТАЦИИ

²Зеленяк А.К., ¹Морозова Е.В., ¹Иозус А.П.

¹Камышинский технологический институт (филиал) государственного образовательного учреждения «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: end@kti.ru;

²Нижневолжская станция по селекции древесных пород – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», Камышин, e-mail: pitomnik-vnialmi@mail.ru

В статье приведены результаты многолетних исследований качества семян интродуцированной в степную зону РФ лиственницы сибирской на выделенных маточных деревьях в существующих лучших популяциях и в клоновой лесосеменной плантации, созданной на основе этих маточников. Анализируются размеры шишек, их длина и ширина, время созревания семян, их размеры и масса, полнозернистость и лабораторная всхожесть, выявлены отдельные корреляционные связи между морфометрическими признаками и качеством семян. На созданной лесосеменной плантации с применением необходимых мероприятий возможно получение семян лиственницы первого класса качества с урожайностью до 120 кг с 1 га. Проведенные опыты показали значительное превышение завязывающихся нормальных семян при ксеногамном опылении, чем при гейтегамном. Для лиственницы важно как перекрёстное опыление, так и самоопыление. В случае перекрёстного опыления расширяется генотипический состав семян, что позволяет потомству занимать новые экологические ниши и эволюционировать. В случае самоопыления потомство остается в тех же лесорастительных условиях, но в первом инбредном поколении происходит сужение генетического состава по сравнению с кроссбредным. Ввиду того, что в Нижнем Поволжье лиственница не является аборигенной породой, при создании лесосеменной плантации необходимо ориентироваться на получение семян с кроссбредной наследуемостью, обладающей более высокими адаптивными свойствами, и в то же время на плантации в обязательном порядке будет присутствовать самоопыление. Рекомендуем в качестве способов повышения полнозернистости семян применять отсеивание пустых семян или отмывку водой.

Ключевые слова: лиственница сибирская, маточные деревья, лесосеменная плантация, семеношение, семена

SEED QUALITY OF SIBERIAN LARCH ON CLONAL FOREST-SEED PLANTATION

²Zelenyak A.K., ¹Morozova E.V., ¹Iozus A.P.

¹Kamyshin Technological Institut (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: end@kti.ru;

²Lower Volga station on tree species breeding – branch of Federal scientific center of agroecology and agroforest melioration, Kamyshin, e-mail: pitomnik-vnialmi@mail.ru

The article presents the results of long-term studies of seed quality of Siberian larch introduced into the steppe zone of the Russian Federation on allotted uterine trees in existing best populations and in the clonal forest seed plantation that created on the basis of these mother plantation. The sizes of strobiles, their length and width, seed ripening time, their size and mass, full-graininess and laboratory seed germinating are analyzed, and individual correlation relationships between morphometric characteristics and the quality of seeds are revealed. It is possible to obtain larch seeds of the first class of quality having a yield up to 120 kg per hectare at the created forest seed plantation with the application of the necessary measures. The carried-out experiments showed a significant excess of tied normal seeds in xenogamy pollination than in the case of geitonogamy one. It is important for larch both cross pollination and self-pollination. In case of cross pollination, the genotypic composition of seeds is expanded, which allows the offspring to occupy new ecological niches and to evolve. In case of self-pollination, the offspring remains in the same forest growing conditions, but in the first inbred generation the genetic composition is narrowed in comparison with the crossbred one. In view of the fact that in the Lower Volga region larch is not of aboriginal breed, when creating a seed-bearing plantation, it is necessary to focus on obtaining seeds with crossbred inheritance, which has higher adaptive properties, and at the same time self-pollination will necessarily be presented on the plantation. We recommend to use the elimination of empty seeds or washing them out with water as methods to increase the full grain of seeds.

Keywords: Siberian larch, uterine trees, forest seed plantation, seeding, seeds

Лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb) имеет широкий ареал распространения, хорошо изучена и систематизирована [1, 2]. Лиственница является перспективной породой для выращивания на достаточно плодородных почвенных разностях сухой степи Нижнего Поволжья.

Здесь лиственница сибирская показывает хороший рост, устойчивость к неблагоприятным климатическим факторам, обладает резко выраженными почвозащитными и водоохранными свойствами, высокой хозяйственной ценностью, декоративностью. По совокупности всех приоритетных свойств

в защитном лесоразведении она не имеет конкурентов [3].

Однако, несмотря на важные достоинства, использование лиственницы в лесоразведении и озеленении в сухостепной зоне крайне ограничено, чему препятствует отсутствие местных семян и сложность выращивания сеянцев в питомниках. Проблема получения местного селекционно-улучшенного посевного материала может быть решена лишь организацией собственных семенных баз на основе адаптированных в степных условиях популяций и маточных деревьев [4].

Цель и задачи исследования

Целью научной работы являлся сравнительный анализ урожайности и качества семян, выделенных в лучших лесных культурах степного Заволжья маточных деревьев интродуцированной лиственницы сибирской, в том числе на клоновой лесосеменной плантации, заложенной в 1985 г., и выявление возможностей получения массового производственного сбора качественного селекционно-улучшенного посевного материала.

Материалы и методы исследования

В течение 45 лет сотрудниками отдела биологии Всероссийского научно-исследовательского института агролесомелиорации произведено исследование роста и состояния лиственницы в сохранившихся насаждениях в Оренбургской, Самарской, Волгоградской областях; в лучших популяциях и семьях отобраны маточные деревья; выделенный генофонд прошел проверку на семеношение и качество семян, по наследственности роста семенного потомства, его засухо- и солеустойчивости; предложены эффективные методы семенного и вегетативного размножения, разработана технология создания клоновых плантаций для производства селекционно-улучшенных семян. В наиболее успешных лесных культурах и старинных парках были отобраны 18 лучших по комплексу фенотипических признаков деревьев в возрасте от 29 до 400 лет. В результате исследований по совокупности важных для защитного лесоразведения показателей выделено 12 лучших маточных деревьев для закладки семенных плантаций. С каждого отобранного маточного дерева отдельно собирали семена и выращивали из них однолетние сеянцы, которые затем высаживали в полиэтиленовые контейнеры. К сеянцам маточного дерева «вприклад

серцевинной на камбий» прививали черенки с тех же маточных деревьев. Эти однолетние прививки в 1976 г. высажены в Шахматовском агролесомелиоративном питомнике Оренбургской области на площади 2 га, а в 1985 г. – в Новоаннинском лесничестве Волгоградской области на площади 12 га. Таким образом, заложены клоновые лесосеменные плантации лиственницы сибирской посадкой привитых саженцев (клонов) от 12 маточных деревьев. Применена рендомизированная схема смешения клонов с размещением растений: 5 м – расстояние между клонами в ряду, 10 м – ширина междурядий. Оценка семеношения выделенных деревьев и клонов на лесосеменной плантации (ЛСП) проводилась глазомерно-статистическим методом по шкале В.Г. Каппера, количество шишек – по спиленному модельному дереву, размеры шишек – их сбором с каждого клона и обмером.

Показатели качества семян оценивались по ГОСТ 14161-93 «Семена хвойных деревьев и кустарников. Посевные качества» – в лаборатории станции.

Результаты исследования и их обсуждение

Практический небогатый опыт существующих насаждений показывает, что интродуцированная лиственница сибирская в возрасте 104 лет достигает высоты 34,8 м и диаметра ствола 40,8 см (с. Полибино, Оренбургская область). В Шахматовском питомнике (Оренбургская область) культуры лиственницы в возрасте 57 лет имели высоту 19,3 м, диаметр 27,5 см, на черноземе обыкновенном Безенчукского лесхоза (Самарская область) лиственница к возрасту 87 лет имела высоту 18,7 м, диаметр 25,2 см, т.е. насаждения выделяются успешным ростом и относятся к 1–2 классам бонитета. Известно, что деревья одной и той же породы и возраста в одних и тех же лесорастительных условиях могут отличаться друг от друга быстротой роста, формой ствола, семеношением, устойчивостью к неблагоприятным воздействиям внешней среды. Доказано, что эти различия проявляются в потомстве. Поэтому создание местных лесосеменных баз на основе предварительного селекционного отбора, сбор и использование семян с лучшими наследственными свойствами позволят поднять производительность и качество создаваемых на этой основе будущих защитных насаждений.

Исследование вопроса качества семян лиственницы имеет принципиальное значение. С семенами выделенных деревьев урожая 1980 г. (балл семеношения 4) проведены лабораторные исследования их всхожести. В качестве примера в табл. 1 приведены данные по выделенным деревьям № 10–15. Результаты показывают, что прорастают все полнозернистые (здоровые) семена – 54,7%, загнившие составляют 5,7%, пустые лишенные зародыша и эндосперма – 39,7%.

Таблица 1
Лабораторная всхожесть семян
маточных деревьев

| | № деревьев и всхожесть семян, % | | | | | |
|-----------|---------------------------------|----|----|----|----|----|
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Пустые | 40 | 52 | 54 | 39 | 37 | 16 |
| Загнившие | 8 | 4 | 3 | 10 | 5 | 4 |
| Проросшие | 52 | 44 | 43 | 51 | 58 | 80 |

В годы с низким семеношением при баллах 1–2 показатели всхожести снижаются: проросшие – 12–23%, пустые – соответственно увеличиваются, загнившие – сохраняют прежний уровень. Установлена четкая зависимость образования пустых семян от расположения дерева: одиночное, в насаждении, в линейных посадках, что обуславливается качеством перекрестного опыления. В Нижнем Поволжье лиственница является интродуцентом, поэтому при создании лесосеменных плантаций (ЛСП) мы ориентировались на получение семян с кроссбредной наследуемостью, обладающей более высокими адаптивными свойствами, и в то же время на плантации в обязательном порядке будет присутствовать самоопыление.

Средняя лабораторная всхожесть семян у всех 18 выделенных деревьев за период с 1971 по 1980 гг. составила 28%, контрольные семена из насаждений, где выделены маточники, показали среднюю всхожесть 17%.

В то же время по отдельным годам наблюдений всхожесть семян у каждого из выделенных деревьев сильно варьирует от 4–7% до 80%. При этом у отдельных деревьев наблюдался ежегодно высокий процент полнозернистых семян. Например, дерево № 15 имело следующие показатели всхожести по годам: 1971 – 79%, 1972 – 58%; 1975 – 79%, в то время как контрольный образец семян имел соответственно следующие показатели всхожести: 45, 26, и 16,%. Четкого ежегодного постоянства качества

семян у отдельных маточных деревьев не выявлено. Масса 1000 шт. семян лиственницы – наиболее изменчивый признак. По данным Е.П. Заборовского, масса семян колеблется в пределах от 3,1 до 12,2 г, а средние наиболее частые величины этого показателя 7–9 г [5]. Изменчивость массы семян, по нашим определениям, еще более велика – от 2,5 до 16,0 г. Средняя масса 1000 шт. семян всех деревьев за годы наблюдений составляет 8,5 г, у большинства – выше контроля. Наблюдается тенденция повышения массы при среднем и хорошем урожае. В 1972 г. средняя масса 1000 шт. семян всех выделенных деревьев составила при плодоношении 1,2 балла – 6,4 г, в 1978 г. при 2,5 балла – 11,0 г, в 1980 г. при 1,8 балла – 10,1. Наибольшим постоянством массы семян отличаются деревья № 2, 6, 7, 8, 9, 16, у которых различия по годам составляют 2,4–4,7 г. Выделяются семена деревьев № 4, 5, 8, 14, при среднем варьировании имеющие большую массу. Масса 1000 шт. семян одиночно растущего дерева № 18 равна 4,4 г, что в 1,5–2,0 раза ниже образцов семян насаждений лиственницы Нижнего Поволжья. На лесосеменной плантации клоны лиственницы единично начали плодоносить в возрасте 13 лет, с повышением возраста плодоношение увеличивается, и в 17 лет возможна массовая заготовка семян, в пору обильного плодоношения ЛСП вступила в 24-летнем возрасте.

В условиях Волгоградской области созревание шишек по нашим многолетним наблюдениям происходит в период с 24 июля по 3 августа, на стационарном объекте Нижневолжской станции по селекции древесных пород (г. Камышин) на 3–5 дней раньше, чем на ЛСП Новоаннинского лесничества. Начало и продолжительность периода высыпания семян определяется состоянием погоды. В нижней части шишки, где семенные чешуйки плотные, некондиционные семена могут сохраняться еще длительное время. Семена оказываются полностью сформированными уже к началу августа. Чтобы получить семена высокого качества, необходим сбор шишек в период от их созревания до начала вылета семян. Исследования морфометрических показателей шишек и семян проводились на материалах ЛСП Новоаннинского лесничества (табл. 2).

Наблюдения показывают, что длина шишек – признак наиболее изменчивый, прежде всего он сильно колеблется в пределах одного дерева. На размеры шишек оказывает

влияние эндогенный фактор, обуславливающий их дифференциацию в пределах кроны дерева. В верхней, хорошо освещенной части формируются более крупные шишки, но их мало, основная часть крупных шишек с качественными семенами сосредоточена в средней части кроны, меньшая часть – в нижней при достаточной освещенности. Кроме того, на изменчивость длины и ширины шишек в пределах одного дерева оказывают влияние такие факторы, как неравномерность поступления питательных веществ в различные участки кроны, неравномерность распределения по кроне солнечного тепла, влажности и т.д. Шишки, расположенные на южной стороне кроны, как правило, крупнее, чем на теневой стороне.

Длина и ширина шишек также существенно варьируются по годам, что объясняется разными метеорологическими условиями каждого отдельного вегетационного периода, величиной урожая предшествующего года и др. На размеры шишек также влияет индивидуальная изменчивость каждого отдельного растения. Н.В. Дылис [4] указывал, что даже у рядом расположенных деревьев размеры шишек в большинстве случаев неодинаковы, объясняя эти расхождения индивидуальными внутренними свойствами каждой особи и различиями жизненных условий, которые всегда име-

ют место даже у двух соседних деревьев. В древостое всегда встречаются крупношишечные и мелкошишечные формы. Между длиной шишек и их шириной просматривается нечетко выраженная прямая зависимость: с увеличением длины шишек увеличивается их диаметр. Ранговая оценка длины и ширины шишек выделенных деревьев по годам показывает, что стабильно сохранили ранговое положение по длине шишек клоны № 4 и 7 (ранг 1–3), нет постоянства – клоны № 2, 5, 6 (ранг 3–6). Шишки дерева № 2 выделяются по ширине (средний ранг 2,8). Клоны № 4, 7, 12, 15 практически всегда имели самые крупные шишки, № 1, 3, 5, 13, 17 – самые мелкие. Масса шишек тесно связана с массой семян, образуемых в шишке, коэффициент корреляции равен 0,8. Коэффициент корреляции длины шишек с массой семян в них составляет 0,7–0,8, что свидетельствует о целесообразности сбора более крупных шишек. При изучении связи семенной продуктивности с морфологическими особенностями деревьев у лиственницы сибирской влияния морфологических признаков деревьев на размер и массу шишек, а также на количество семян в них не выявлено [5], однако отмечено, что комплексным показателем наиболее урожайных деревьев у лиственницы сибирской является диаметр кроны деревьев.

Таблица 2

Морфометрические показатели шишек и семян клонов лиственницы

| Показатели | К-1 | К-2 | К-3 | К-4 | К-5 | К-6 | К-7 | К-8 | К-12 | К-13 | К-15 | К-17 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Кол-во шишек, шт. на 1 дереве | 1134 | 540 | 540 | 648 | 1620 | 1188 | 918 | 1458 | 1296 | 702 | 1728 | 1620 |
| Длина шишки, см | 3,3 | 3,2 | 3,3 | 3,7 | 3,4 | 3,4 | 3,7 | 3,4 | 3,5 | 3,3 | 4,5 | 3,4 |
| Ширина шишки, см | 1,6 | 2,2 | 1,7 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,7 | 2,0 | 1,3 | 1,6 | 1,4 |
| Масса, шишки, г | 2,19 | 1,79 | 1,71 | 2,22 | 2,09 | 2,35 | 2,50 | 1,79 | 2,29 | 1,49 | 2,39 | 2,08 |
| Длина семени, мм | 4,8 | 5,0 | 4,5 | 4,4 | 4,9 | 5,0 | 4,6 | 4,8 | 4,9 | 4,7 | 5,0 | 5,0 |
| Ширина семени, мм | 2,8 | 3,5 | 2,8 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,6 |
| Полнозернистость, 2010 г. | 67 | 60 | 69 | 48 | 70 | 65 | 56 | 76 | 65 | 59 | 70 | 68 |
| Масса 1000 шт семян, 2010 г. | 9,6 | 9,6 | 10,2 | 9,2 | 10,0 | 9,4 | 9,6 | 10,8 | 9,2 | 8,8 | 10,1 | 12,2 |

Таблица 3

Показатели массы 1000 шт. полнозернистых и пустых семян

| Порода | Полнозернистые, г | Пустые, г | Коэффициент превышения | Полнозернистость, % |
|-------------|-------------------|-----------|------------------------|---------------------|
| Лиственница | 9,5 | 7,6 | 1,1 | 58 |
| Сосна крым. | 35,0 | 3,7 | 2,4 | 54 |
| Ель колочая | 3,3 | 1,3 | 2,5 | 60 |
| Псевдотсуга | 12,5 | 6,0 | 2,1 | 44 |

Количество шишек на клонах 30-летнего возраста при балле плодоношения 4 и 5 очень различно – от 540 до 1620 шт. и более. Масса семян в одной шишке в среднем по всем клонам с баллом плодоношения 5 в 2008 г. составила 314 мг, в 2010 г. – 390 мг, в 2015 г. – 278 мг. Максимальная масса семян в одной шишке – 450, минимальная – 220 мг. Средний показатель массы семян в одной шишке всех двенадцати клонов за 2006-2015 годы изменяется в пределах 0,22–0,45 г, с количеством семян – 37 шт. В шишках, длина которых меньше 25 мм, в большей части формируются недоразвитые и пустые семена, заготавливать такие шишки нецелесообразно. При повышенных баллах плодоношения и более высокой массе семян в одной шишке масса семян с одного дерева клонов в наиболее урожайном 2010 г. получена в пределах 459–882 г. На отдельных особях клонов высокого балла плодоношения масса семян достигает до 1240 г на одном дереве. Оценка массы семян двенадцати клонов позволяет выделить лучшие по этому показателю – № 3, 5, 8, 15, 17, у которых масса в пределах 10,0–12,2 г и эти различия устойчиво сохраняются. Семена лиственницы сибирской с всхожестью выше 40% относятся ко второму классу качества, выше 60% – к первому. В наиболее урожайный год у 67% всех клонов плантации получены семена первого класса качества, 33% клонов имели семена второго класса, совсем отсутствовали семена третьего класса качества и неклассные. С уменьшением обилия плодоношения уменьшается полнотелость и всхожесть семян. Так при урожае ниже 5 кг на 1 га площади плантации всхожесть снижается до 10–15%, при урожае 20–25 кг и выше – повышается до 50–70%.

В отличие от семян других хвойных пород коэффициент превышения массы полнотелых семян над пустыми у лиственницы очень низкий и составляет 1,1, в то время как у сосны крымской – 2,4, у ели колючей – 2,5, у псевдотсуги – 2,1 (табл. 3).

Основными способами повышения качества семян являются отбраковка пустых семян или отмывка их водой, которые дают возможность повысить показатели на 10–14%. Пустые семена лиственницы, в отличие от семян других хвойных пород, по массе отличаются от полнотелых только на 15–20%, что затрудняет их отделение путем отбраковки. Применение комбинированного способа повышения полнотелости семян отбраковкой с последующей отмывкой водой позволяет повышать количество доброкачественных семян до 91–95% и доводить семена лиственницы до 1 класса качества [5, 6].

Выводы

Вегетативное потомство отобранных плюсовых деревьев в условиях лесосеменных плантаций при соответствующем размещении и периодических уходах за почвой плодоносит чаще, обильнее, чем в лесных культурах и естественных популяциях.

В связи с периодичностью семеношения, а также с тем фактом, что семена лиственницы в течение 2–3 лет сохраняют всхожесть, в наиболее урожайные годы необходимо создавать резервный запас семян для выдерживания ежегодного процесса выращивания посадочного материала.

В условиях Нижнего Поволжья на клонной лесосеменной плантации возможность массовой производственной заготовки семян наступает к 24-летнему возрасту, с увеличением возраста плантации повышается урожайность. В небольшом количестве семеношение наблюдается ежегодно, обильное же – с интервалом в 2–3 года, семена высшего качества получают в годы обильного урожая.

Список литературы

1. Орлова Л.В. Конспект дикорастущих и некоторых интродуцированных видов рода *Larix* Mill. (Pinaceae) флоры Восточной Европы // Новости систематики высших растений. – 2011. – Т. 43. – С. 5–18.
2. Карасева Т.А. Изучение вопроса введения лиственницы сибирской в искусственные насаждения лесов Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 9 (143). С. 75–79.
3. Филатов В.Н., Кабанов С.В., Заигралова Г.Н. Рост и состояние видов лиственницы в географических культурах Базарно-Карабулакского лесничества Саратовской области. // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 5. – С. 35–40.
4. Дылис Н.В. Лиственница. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 96 с.
5. Сапронова Д.В., Зеленьяк А.К., Иозус А.П. Плодоношение лиственницы в Нижнем Поволжье // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9995> (дата обращения: 18.12.2017).
6. Макаров В.М., Зеленьяк А.К., Иозус А.П. Технология выращивания лиственницы сибирской // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7536> (дата обращения: 18.12.2017).

References

1. Orlova L.V. Konspekt dikorastushhih i nekotoryh introducirovannyh vidov roda *Larix* Mill. (Pinaceae) flory Vostochnoj Evropy // *Novosti sistematiki vysshih rastenij*. 2011. T. 43. pp. 5–18.
2. Karaseva T.A. Izuchenie voprosa vvedeniya listvennicy sibirskoj v iskusstvennye nasazhdeniya lesov Altajskogo kraja // *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. no. 9 (143). pp. 75–79.
3. Filatov V.N., Kabanov S.V., Zaigralova G.N. Rost i sostojanie vidov listvennicy v geograficheskikh kulturah Bazarno-Karabulakskogo lesnichestva Saratovskoj oblasti. // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. 2016. no. 5. pp. 35–40.
4. Dylis N.V. *Listvennica*. M.: Lesnaja promyshlennost, 1981. 96 p.
5. Saponova D.V., Zelenjak A.K., Iozus A.P. Plodonoshenie listvennicy v Nizhnem Povolzhe // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2013. no. 4; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9995> (data obrashheniya: 18.12.2017).
6. Makarov V.M., Zelenjak A.K., Iozus A.P. Tehnologija vyrashhivaniya listvennicy sibirskoj // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2012. no. 6; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7536> (data obrashheniya: 18.12.2017).