

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УСПЕШНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ (*LARIX GMELINII* RUPR.) ЗА ПРЕДЕЛАМИ ЕСТЕСТВЕННОГО АРЕАЛА

Н.В. Бессонова, старший преподаватель

Р.Д. Яковец, студент

Тихоокеанский государственный университет
(Россия, г. Хабаровск)

DOI:10.24412/2500-1000-2026-6-2-7-12

Аннотация. В статье представлен обзор экологических и генетических факторов, определяющих успешность выращивания лиственницы даурской (*Larix gmelinii* Rupr.) и близких видов лиственничного комплекса за пределами их естественного ареала. Рассмотрены основные ограничения интродукции: несоответствие климатических условий, нарушение сезонного ритма роста, переувлажнение или недостаточная аэрация почв, повреждение морозами, засухами, болезнями и вредителями. Особое внимание уделено роли происхождения семенного материала, географических культур, экотипической дифференциации и локальной адаптации популяций. Обобщены данные отечественных и зарубежных исследований по интродукции и выращиванию лиственниц в условиях Сибири, европейской части России, Северной и Центральной Европы, а также Северной Америки. Показано, что успешность выращивания лиственницы за пределами естественного ареала определяется не отдельным фактором, а сочетанием «происхождение семян – климат – почвенно-гидрологические условия – технология создания культур». Наиболее перспективным направлением является использование семенного материала из климатически сходных районов, предварительное испытание происхождений в географических культурах и учет гидрологического режима участка при проектировании лесных культур.

Ключевые слова: лиственница даурская; *Larix gmelinii*; интродукция; экотип; происхождение семян; географические культуры; адаптация; лесовосстановление; экологическая пластичность.

Лиственницы занимают особое место среди хвойных пород бореальной зоны благодаря высокой морозостойкости, быстрому росту в молодом возрасте, светолюбию, способности формировать продуктивные древостои на бедных и холодных почвах, а также ценной древесине. Лиственница даурская (*Larix gmelinii* Rupr.) относится к числу наиболее холодостойких древесных пород Северного полушария и является важным компонентом лиственничных лесов Евразии.

В последние десятилетия интерес к выращиванию лиственницы за пределами её естественного распространения возрастает в связи с необходимостью повышения продуктивности лесных культур, расширения ассортимента пород для лесовосстановления, рекультивации нарушенных земель и адаптации лесного хозяйства к изменению климата. Однако интродукция лиственницы не всегда дает устойчивые результаты. В одних условиях наблюдаются высокий прирост и хорошая сохранность культур, в других – угнетение роста, повреждение

морозами, засухами, вымокание корневых систем или массовое изреживание насаждений [1, 2].

Причины неоднозначных результатов связаны с тем, что лиственница, несмотря на общую экологическую устойчивость, обладает выраженной внутривидовой и межпопуляционной дифференциацией. Популяции, сформировавшиеся в разных климатических условиях, отличаются сроками начала и окончания вегетации, морозостойкостью, засухоустойчивостью, отношением к почвенному увлажнению и продолжительности фотопериода [3, 4]. Поэтому перенос семенного материала за пределы ареала без учета его происхождения может приводить к нарушению сезонного ритма развития и снижению жизнеспособности культур.

Цель выполненного исследования – обобщить литературные данные об экологических и генетических факторах, определяющих успешность выращивания лиственницы даурской и близких видов лиственниц за пределами естественного ареала.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи**:

1. Рассмотреть экологические ограничения интродукции лиственницы.

2. Проанализировать значение происхождения семенного материала и географических культур.

3. Обобщить данные о влиянии климата, почвенно-гидрологических условий и биотических факторов на устойчивость лиственницы.

Материалы и методы

При исследовании материалов посвященных интродукции древесных пород, географическим культурам, лесной генетике, адаптации хвойных к климатическим факторам, а также выращиванию лиственницы в районах, расположенных за пределами их естественного распространения, учитывались следующие группы факторов:

- климатические условия района интродукции;

- происхождение семенного материала;

- почвенно-гидрологические условия;

- сезонный ритм роста;

- морозо- и засухоустойчивость;

- повреждаемость болезнями и вредителями;

- продуктивность и сохранность культур;

- перспективность использования лиственницы в лесовосстановлении.

Особое внимание уделялось исследованиям, проведенным в Сибири, европейской части России, Северной и Центральной Европе, а также Северной Америке, то есть вне дальневосточного региона.

Результаты и обсуждение

1. Биологические особенности лиственницы как объекта интродукции.

Лиственницы отличаются от большинства хвойных пород ежегодным сбрасыванием хвои, высокой светолюбивостью, быстрым ростом в молодом возрасте и значительной устойчивостью к низким температурам. Эти особенности делают их перспективными для создания лесных культур в бореальной и умеренной зонах [5].

Лиственница даурская и близкие к ней виды лиственничного комплекса приспособлены к суровым континентальным условиям: продолжительной зиме, короткому вегетационному периоду, резким температурным колебаниям и сезонному промерзанию почв. Однако высокая морозостойкость не означает универсальной пригодности породы для любых условий. При

переносе в более мягкий или влажный климат может нарушаться ритм сезонного развития, увеличиваться риск выпревания, поражения грибными болезнями и повреждения поздними весенними или ранними осенними заморозками [6, 7].

В интродукционных испытаниях важное значение имеет не только видовая принадлежность, но и происхождение конкретной популяции. Для лиственниц характерна выраженная географическая изменчивость, проявляющаяся в различиях по скорости роста, срокам распускания почек, окончанию побегообразования, устойчивости к абиотическим стрессам и долговечности насаждений [3].

2. Климатические факторы успешности выращивания.

Климат является одним из главных факторов, определяющих возможность выращивания лиственницы за пределами ареала. Наиболее существенными параметрами являются:

- минимальные зимние температуры;

- сумма активных температур;

- продолжительность вегетационного периода;

- режим осадков;

- частота засух;

- вероятность поздних весенних и ранних осенних заморозков.

Для северных и континентальных происхождений характерно раннее завершение роста побегов и высокая зимостойкость. Такие формы лучше переносят суровые зимы, но могут уступать по приросту в районах с более продолжительным вегетационным периодом [4]. Южные и более быстрорастущие происхождения, напротив, способны формировать высокий прирост в благоприятных условиях, но чаще страдают от ранних морозов и нестабильного водного режима [8].

Исследования географических культур различных хвойных пород показывают, что наибольшую устойчивость демонстрируют происхождения, климатически близкие к району испытания. При значительном переносе семян по широте или континентальности возрастает риск несоответствия фенологического ритма новым условиям. Это особенно важно для лиственницы, у которой сроки начала и завершения роста тесно связаны с фотопериодом и температурным режимом [9].

Таким образом, интродукция лиственницы наиболее успешна в районах, где

климатические условия не резко отличаются от условий формирования исходной популяции.

3. Почвенно-гидрологические условия.

Почвенно-гидрологический режим является одним из ключевых факторов при выращивании лиственницы. Несмотря на способность отдельных видов лиственниц произрастать в условиях холодных и переувлажненных почв, длительное застойное увлажнение часто приводит к снижению аэрации, угнетению корневой системы и ослаблению роста культур [1].

Наиболее благоприятными для выращивания лиственницы считаются:

- хорошо дренированные суглинистые и супесчаные почвы;
- участки с умеренным увлажнением;
- склоны и водораздельные поверхности без длительного застоя воды;
- почвы с достаточной аэрацией корнеобитаемого слоя.

Неблагоприятными являются:

- замкнутые понижения с застоем воды;
- тяжелые глинистые почвы с плохим дренажем;
- участки с близким уровнем грунтовых вод;
- переуплотненные техногенные субстраты;
- заболоченные территории без предварительной мелиорации.

В то же время разные экотипы лиственницы неодинаково реагируют на переувлажнение. Популяции, происходящие из районов с холодными почвами и сезонным переувлажнением верхних горизонтов, могут быть более устойчивыми к недостатку аэрации, чем быстрорастущие южные формы. Это указывает на необходимость учитывать не только вид, но и экологическое происхождение семян [3].

4. Генетическая изменчивость и значение происхождения семян.

Генетическая структура популяций древесных пород формируется под влиянием естественного отбора, миграций, изоляции и локальных экологических условий. Для лиственниц характерна значительная внутривидовая изменчивость, что делает происхождение семенного материала одним из главных факторов успешности интродукции [3].

В географических культурах обычно проявляются три основные группы признаков:

1. Ростовые признаки – высота, диаметр, объем ствола, текущий прирост.
2. Адаптивные признаки – морозостойкость,

засухоустойчивость, устойчивость к переувлажнению.

3. Фенологические признаки – сроки распускания почек, начало и окончание роста побегов, одревеснение.

При переносе семян в новые условия возможны разные варианты реакции:

- хорошая адаптация и высокий прирост;
- высокий начальный рост с последующим снижением сохранности;
- высокая сохранность при умеренном приросте;
- угнетение роста и массовое выпадение растений.

Для лесокультурной практики наиболее ценны не самые быстрорастущие происхождения, а те, которые сочетают достаточную продуктивность с устойчивостью к местным стрессовым факторам.

5. Географические культуры как метод оценки перспективности лиственницы.

Географические культуры позволяют сравнивать разные происхождения в одинаковых условиях и выявлять наиболее перспективные источники семян. Этот метод широко используется в лесной селекции и интродукции древесных пород.

Для лиственницы географические культуры особенно важны, поскольку различия между популяциями могут проявляться не сразу, а через несколько лет после посадки. В молодом возрасте некоторые происхождения демонстрируют быстрый рост, но затем повреждаются морозами, засухой или болезнями. Другие, наоборот, растут медленнее в первые годы, но сохраняют высокую жизнеспособность и стабильность [8].

Наиболее информативными показателями при оценке географических культур лиственницы являются:

- сохранность растений;
- средняя высота;
- средний диаметр;
- прирост за межинвентаризационный период;
- повреждаемость морозами;
- состояние кроны;
- степень поражения болезнями;
- фенологическая синхронность с местным климатом.

Окончательные выводы о перспективности происхождения желательнее делать не только в раннем возрасте, но и после выхода культур в

жердняковую стадию, поскольку именно в этот период часто проявляются различия по устойчивости и конкурентоспособности [5].

6. Сезонный ритм роста и фотопериодическая адаптация.

Одним из наиболее важных механизмов адаптации лиственницы является согласованность сезонного ритма роста с климатом района произрастания. Начало вегетации, продолжительность роста побегов и сроки одревеснения определяют устойчивость растений к заморозкам и зимним повреждениям [9].

Северные происхождения обычно раньше завершают рост и быстрее переходят к состоянию покоя. Это обеспечивает высокую зимостойкость, но ограничивает реализацию приростного потенциала при переносе в более теплые районы. Южные происхождения используют более продолжительный вегетационный период, но при переносе в районы с ранними осенними заморозками могут не успевать завершить одревеснение побегов [4, 8].

Следовательно, при выборе семенного материала необходимо учитывать не только средние температуры, но и длительность безморозного периода, сроки наступления осенних заморозков и фотопериодические условия.

7. Устойчивость к засухе и переувлажнению.

В условиях изменения климата возрастает значение засухоустойчивости древесных пород. Лиственницы в целом способны переносить умеренный дефицит влаги, однако длительные летние засухи могут вызывать снижение прироста, преждевременное пожелтение хвои и ослабление растений [2].

Реакция на засуху зависит от происхождения. Популяции из более континентальных районов обычно отличаются большей устойчивостью к водному дефициту, но могут быть менее продуктивными на богатых и влажных почвах. Напротив, происхождения из районов с более мягким и влажным климатом могут демонстрировать высокий рост при достаточном увлажнении, но резко снижать жизнеспособность при засухах или резких температурных колебаниях [4].

Переувлажнение также является важным ограничивающим фактором. При недостатке кислорода в почве ухудшается функционирование корней, снижается поглощение минеральных элементов, повышается риск поражения корневой гнилью. Поэтому для лиственницы особенно важен подбор участков с хорошим

дренажем либо использование происхождений, адаптированных к холодным и влажным почвам.

8. Биотические факторы: болезни и вредители.

При выращивании лиственницы за пределами естественного ареала может изменяться комплекс вредителей и патогенов. Интродуцированные растения нередко оказываются более восприимчивыми к местным грибным заболеваниям или насекомым, особенно если они ослаблены несоответствием климатических и почвенных условий [2, 10].

К числу распространенных проблем относятся:

- поражение хвои грибными болезнями;
- повреждение молодых побегов;
- корневые гнили на переувлажненных почвах;
- заселение ослабленных деревьев стволовыми вредителями;
- повреждение семян в питомниках.

Устойчивость к биотическим факторам также может иметь генетическую основу. Поэтому при оценке перспективности происхождений необходимо учитывать не только рост, но и санитарное состояние культур.

9. Опыт выращивания лиственниц за пределами естественного ареала.

Обобщение данных по интродукции лиственниц в различных регионах показывает, что наиболее успешные результаты достигаются при соблюдении нескольких условий:

- использование семян из климатически сходных районов;
- предварительное испытание происхождений в географических культурах;
- выбор хорошо дренированных участков;
- исключение резкого переноса семян из районов с сильно отличающимся фотопериодом;
- учет риска засух, ранних морозов и переувлажнения;
- контроль санитарного состояния культур в первые 10-15 лет.

В Северной Европе и европейской части России лиственницы рассматриваются как перспективные породы для повышения продуктивности лесных культур, однако их успешность сильно зависит от происхождения семян и местных условий [6, 7]. В Северной Америке и Центральной Европе интродукционные испытания также подтверждают, что универсальных происхождений не существует:

продуктивность и устойчивость определяются соответствием генотипа среде [8].

10. Практическое значение подбора происхождения семян.

Для лесокультурной практики основное значение имеет не просто выбор вида, а подбор адаптированного семенного материала. При создании культур лиственницы за пределами естественного ареала целесообразно придерживаться следующих принципов:

- не использовать случайный или неизвестный по происхождению семенной материал;
- подбирать происхождения из районов с близкими климатическими характеристиками;
- избегать переноса семян на большие расстояния по широте без предварительного испытания;
- учитывать влажность и дренированность почвы;
- на переувлажненных участках использовать более устойчивые экотипы;
- в благоприятных условиях отдавать предпочтение происхождениям с высоким приростом и достаточной зимостойкостью;
- проводить мониторинг культур не менее 10-15 лет.

Наиболее перспективной является схема, при которой сначала закладываются опытные культуры нескольких происхождений, затем по результатам оценки роста, сохранности и санитарного состояния выбирается оптимальный источник семян для массового лесовосстановления.

Таким образом, рассмотрев экологические и генетические факторы, определяющие успешность выращивания лиственницы даурской и близких видов лиственниц за пределами естественного ареала, можно выделить рекомендации при проведении лесокультурных работ:

1. Перед созданием культур лиственницы проводить оценку климатического соответствия района посадки и района происхождения семян.
2. Не использовать семена неизвестного происхождения при лесовосстановлении на больших площадях.
3. На хорошо дренированных участках применять происхождения с высоким приростным потенциалом и достаточной зимостойкостью.

4. На переувлажненных или тяжелых почвах использовать более устойчивые экотипы либо проводить предварительные мелиоративные мероприятия.

5. Избегать посадки лиственницы в замкнутых понижениях с длительным застоем воды.

6. Закладывать опытные географические культуры перед массовым внедрением нового происхождения.

7. Оценивать перспективность происхождений не только по высоте, но и по сохранности, санитарному состоянию, срокам завершения роста и устойчивости к стрессовым факторам.

Заключение

1. Успешность выращивания лиственницы даурской и близких видов лиственниц за пределами естественного ареала определяется комплексом экологических и генетических факторов.

2. Главными экологическими ограничениями являются несоответствие климатических условий, нарушение сезонного ритма роста, переувлажнение почвы, засухи, морозные повреждения и поражение болезнями.

3. Происхождение семенного материала является одним из ключевых факторов интродукции. Разные популяции лиственницы отличаются по скорости роста, морозостойкости, устойчивости к засухе и переувлажнению.

4. Наиболее устойчивые культуры формируются при соответствии экотипа условиям места выращивания. Быстрорастущие происхождения не всегда являются наиболее перспективными, если они уступают по сохранности и стрессоустойчивости.

5. Географические культуры остаются основным методом оценки пригодности семенного материала для выращивания за пределами ареала.

6. Для лесокультурной практики рекомендуется использовать семенной материал из климатически близких районов, избегать неизвестных происхождений и обязательно учитывать почвенно-гидрологические условия участка.

7. Перспективным направлением дальнейших исследований является сочетание традиционной оценки географических культур с молекулярно-генетическим анализом, что позволит точнее выявлять адаптивные различия между популяциями лиственницы.

Библиографический список

1. Матвеева Р.Н., Захаров П.С. Влияние лесорастительных условий на продуктивность культур лиственницы в южной тайге // Лесное хозяйство. – 2022. – № 6. – С. 45-51.
2. Тимофеев Н.И., Баранчиков О.Г. Вредители и болезни интродуцированных хвойных пород. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2023. – 198 с.
3. Abaimov A.P. Geographical distribution and genetics of Siberian larch species // Permafrost Ecosystems: Siberian Larch Forests / eds. A. Osawa, O.A. Zyryanova, Y. Matsuura, T. Kajimoto, R.W. Wein. – Dordrecht: Springer, 2010. – P. 41-58.
4. Semerikov V.L., Lascoux M. Nuclear and cytoplasmic variation within and between Eurasian Larix species // Heredity. – 2003. – Vol. 90. – P. 325-334.
5. Paques L.E. Larches: breeding and genetic resources in Europe // Forest Tree Breeding in Europe / ed. L.E. Paques. – Dordrecht: Springer, 2013. – P. 13-122.
6. Martinsson O. Growing larch in northern Europe: silvicultural possibilities and limitations // Scandinavian Journal of Forest Research. – 1995. – Vol. 10. – P. 97-104.
7. Lukkarinen A.J., Ruotsalainen S., Nikkanen T., Peltola H. The growth rhythm and height growth of Siberian larch provenances in Finland // Scandinavian Journal of Forest Research. – 2009. – Vol. 24. – № 5. – P. 391-400.
8. Morgenstern E.K. Geographic Variation in Forest Trees: Genetic Basis and Application of Knowledge in Silviculture. – Vancouver: UBC Press, 1996. – 209 p.
9. Howe G.T., Aitken S.N., Neale D.B., Jermstad K.D., Wheeler N.C., Chen T.H.H. From genotype to phenotype: unraveling the complexities of cold adaptation in forest trees // Canadian Journal of Botany. – 2003. – Vol. 81. – № 12. – P. 1247-1266.
10. Alberto F.J., Aitken S.N., Alia R., Gonzalez-Martinez S.C., Hänninen H., Kremer A., Lefevre F., Lenormand T., Yeaman S., Whetten R., Savolainen O. Potential for evolutionary responses to climate change – evidence from tree populations // Global Change Biology. – 2013. – Vol. 19. – № 6. – P. 1645-1661.

ENVIRONMENTAL AND GENETIC FACTORS DETERMINING THE SUCCESS OF GROWING DAURIAN LARCH (*LARIX GMELINII* RUPR.) OUTSIDE ITS NATURAL RANGE

N.V. Bessonova, Senior Lecturer
R.D. Yakovets, Student
 Pacific National University
 (Russia, Khabarovsk)

Abstract. The article provides a review of environmental and genetic factors determining the success of growing Daurian larch (*Larix gmelinii* Rupr.) and related larch taxa outside their natural range. The main limitations of introduction are considered, including climatic mismatch, disturbance of seasonal growth rhythm, excessive soil moisture, poor soil aeration, frost damage, drought stress, pests and diseases. Particular attention is paid to the role of seed origin, provenance trials, ecotypic differentiation and local adaptation of populations. The review summarizes Russian and international studies on larch introduction and cultivation in Siberia, the European part of Russia, Northern and Central Europe, and North America. It is shown that the success of larch cultivation outside its natural range is determined not by a single factor, but by the interaction between seed origin, climate, soil and hydrological conditions, and silvicultural practices. The most promising approach is the use of seed material from climatically similar regions, preliminary provenance testing and consideration of site hydrology when establishing forest plantations.

Keywords: Daurian larch; *Larix gmelinii*; introduction; seed origin; provenance trials; ecotype; adaptation; reforestation; ecological plasticity.