

ISSN 1029-8940 (Print)

ISSN 2524-230X (Online)

УДК 575.224.46:631.531:582.475.2:635.925

<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2025-70-4-316-320>

Поступила в редакцию 05.05.2025

Received 05.05.2025

В. И. Торчик, М. О. Слесаренко

*Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН И РАЗВИТИЕ ТРЕХЛЕТНИХ САЖЕНЦЕВ ЛИСТВЕННОЙ ШИРОКОЧЕШУЙЧАТОЙ (*LARIX* × *EUROLEPIS* HENRY.)

Аннотация. В статье приводятся сведения о влиянии факторов физической природы (плазма диэлектрического барьерного разряда атмосферного давления (ДБР), плазма высокочастотного разряда низкого давления (ВЧ), высокочастотное электромагнитное поле (ВЧ ЭМП) и помещения семян в условия вакуума) на всхожесть семян и морфометрические параметры 3-летних саженцев *Larix* × *eurolepis* Henry.

Установлено, что некоторые факторы физической природы оказывают стимулирующее влияние на прорастание семян лиственницы широкочешуйчатой, которое зависит от используемого фактора и продолжительности его воздействия.

Влияние физических факторов на семена сказалось на росте и дальнейшем развитии саженцев. Наибольшее воздействие на прирост, диаметр кроны, длину хвои и высоту растений оказала обработка семян плазмой ДБР атмосферного давления в течение 3 мин, которая снизила соответствующие показатели более чем в 4 раза. Такая обработка может использоваться в селекционных целях для получения карликовых растений.

У саженцев также наблюдалось достаточно широкое варьирование окраски хвои, которое особенно проявилось при нахождении семян в вакуумной среде в течение 15 мин. При этом наряду с типичной светло-зеленой хвоей отмечены саженцы с различным сочетанием в окраске хвои зеленого, белого, серого и голубого цветов.

Ключевые слова: предпосевная обработка, *Larix* × *eurolepis*, плазма, всхожесть, морфометрические параметры, окраска хвои

Для цитирования: Торчик, В. И. // Влияние факторов физической природы на всхожесть семян и развитие трехлетних саженцев лиственницы широкочешуйчатой (*Larix* × *eurolepis* Henry.) / В. И. Торчик, М. О. Слесаренко // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сэрыя біялагічных навук. – 2025. – Т. 70, № 4. – С. 316–320. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2025-70-4-316-320>

Vladimir I. Torchik, Maryia O. Slesarenka

Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

THE INFLUENCE OF PHYSICAL FACTORS ON THE GERMINATION OF SEEDS AND THE DEVELOPMENT OF THREE-YEAR-OLD SEEDLINGS OF BROAD-SCALED LARCH (*LARIX* × *EUROLEPIS* HENRY.)

Abstract. This article presents information on the influence of pre-sowing treatment of *Larix* × *eurolepis* Henry. seeds by physical factors, such as atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma (DBD), low-pressure high-frequency discharge plasma (HF), high-frequency electromagnetic field (HF EMF), and placing seeds in a vacuum environment on seed germination and the morphometric parameters of 3-year-old seedlings.

A stimulatory effect on the germination of *Larix* × *eurolepis* seeds was observed, which depends on the specific treatment factor and the duration of exposure.

Treating the seeds with physical factors affected the growth and development of seedlings. Treating the seeds with atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma (DBD) for three minutes was observed to have the most significant impact on growth, crown diameter, needle length, and plant height, which reduced those parameters by more than fourfold. This seed treatment can be utilized for breeding purposes to obtain dwarf plants.

It was found that there is considerable variation in needle color among seedlings, particularly evident when seeds are placed in a vacuum environment for 15 minutes. In addition to typical light green needles, seedlings with various combinations of green, white, gray, and blue colors in their needle coloration were observed.

Keywords: pre-sowing treatment, *Larix* × *eurolepis*, plasma, germination, morphometric parameters, color of needles

For citation: Torchik V. I., Slesarenka M. O. The influence of physical factors on the germination of seeds and the development of three-year-old seedlings of broad-scaled larch (*Larix* × *eurolepis* Henry.). *Vesti Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk* = *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2025, vol. 70, no. 4, pp. 316–320 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2025-70-4-316-320>

Введение. Развитие зеленого строительства в современных условиях в значительной степени определяется наличием в садово-парковых композициях оригинальных декоративных растений, которые придают своеобразие рельефу местности и органично вписываются в архитектуру городской или сельской застройки. По этой причине во многих странах мира, в том числе и в Беларуси, наряду с интродукционными исследованиями проводятся работы, связанные с поиском путей обновления ассортимента для целей зеленого строительства.

В последнее время для расширения формового разнообразия декоративных растений используется воздействие на них или их семена некоторых факторов физической природы, что, по мнению ряда исследователей, влияет не только на всхожесть, но и стимулирует или снижает энергию роста, а также может вызывать более глубокие изменения морфологических признаков растений. Так, изучено влияние электромагнитного поля (ЭМП) на такие сельскохозяйственные культуры, как пшеница, люпин узколистный, гречиха посевная и т. д. [1–4]. Установлено, что воздействие на семена сосны обыкновенной и ели европейской низкочастотного ЭМП положительно влияет не только на их лабораторную и грунтовую всхожесть, но и на рост корней и годичный прирост сеянцев [5, 6].

Larix × *eurolepis* Henry. – это гибрид между *L. decidua* и *L. kaempferi*, который был получен в 1904 г. Однолетние побеги своим желтоватым цветом напоминают побеги *L. decidua*, но имеют небольшое опушение, как побеги *L. kaempferi*; семенные чешуи молодых шишек отогнуты, что является отличительной чертой японского вида. Взрослые шишки похожи на шишки лиственницы европейской, имея конусовидную форму [7].

У *L.* × *eurolepis* получено несколько декоративных форм, однако они еще не приобрели широкого распространения. Ниже приводится их краткая характеристика по [8]:

'*Ardenes Weeping*' – дерево с сильно свисающими ветвями, сочетающее в себе признаки обоих родительских растений. Размножается прививкой. На штамбе растение имеет плакучую форму кроны. В культуре известна с 1992 г.;

'*Domino*' – крепкое небольшое растение с раскидистой формой кроны и молодой хвоей светло-зеленого цвета, которая к концу лета становится сине-зеленой;

'*Gail*' – невысокий многовершинный карликовый кустарник с округлой кроной, ветки и побеги которого образуют веер. В возрасте 10 лет высота и диаметр растения составляют 30 см. Хвоя светло-зеленая. Получен в 1989 г. из семян *L. decidua* 'Corley' при опылении *L. kaempferi*;

'*Julie*' – кустистая карликовая форма *L. eurolepis* с годичным приростом до 1,5 см. Получена в 1989 г., как и форма 'Gail', однако скорость роста вдвое меньше;

'*Morris Broom*' – шаровидный карликовый куст с серо-зеленой хвоей. В возрасте 10 лет высота и диаметр составляют 60 см. В культуре известен с 2000 г.;

'*Umhausen*' – медленно растущий карликовый кустарник с шаровидной слегка приплюснутой формой кроны. В возрасте 10 лет высота и диаметр составляют 1 м. Хвоя короткая, ярко-зеленая. Известен в США с 1999 г.;

'*Varied Directions*' – дерево с нормальной силой роста и нерегулярной системой ветвления. Нуждается в подвязке. Хвоя очень длинная, светло-зеленая. В возрасте 10 лет высота и диаметр растения составляют 3 м. Получена в 1985 г.

Учитывая, что *L. eurolepis* является гибридом, некоторые признаки которого находятся в рецессивном состоянии, представляло интерес изучение влияния ряда физических факторов на всхожесть семян, рост, устойчивость и декоративные качества семенного потомства вида.

Методика и объекты исследования. Объектами исследования служили семена и 3-летние саженцы лиственницы широкочешуйчатой. Семена были собраны в дендрарии Центрального ботанического сада НАН Беларуси в первой декаде сентября 2021 г. Для каждого вида обработки использовали по 100 семян в 3 повторностях. В марте 2022 г. на семена воздействовали плазмой высокочастотного разряда низкого давления (ВЧ; 7 мин), высокочастотным ЭМП (ВЧ ЭМП; 20 мин), плазмой ДБР атмосферного давления (3 и 7 мин) и помещали в вакуумную среду (вакуум; 15 мин). Через 10–14 дней после обработки семена высевались в открытый грунт одновременно с семенами контрольной группы, не прошедшими стратификацию. Посев линейный, расстояние

между рядами – 5 см. Фиксировали всхожесть каждой группы семян. Годичные сеянцы пересаживались в отдельные контейнеры для дальнейшего выращивания.

Осенью 2024 г. у 3-летних саженцев измеряли высоту, годичный прирост побегов, диаметр кроны и длину хвои, а также проводили оценку их декоративности.

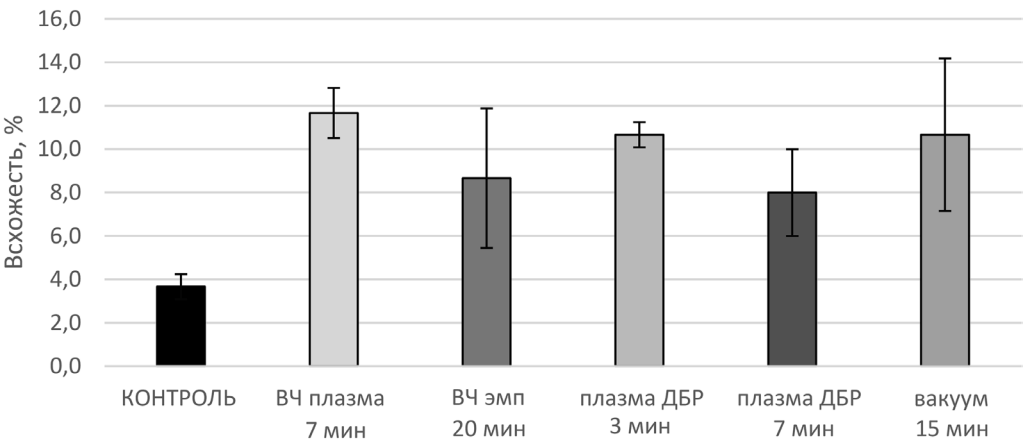
Анализ полученных данных выполняли с помощью таких методов математической статистики, как описательная статистика, тест Шапиро – Уилка для проверки на соответствие распределения показателей нормальному закону [9, 10]. Для установления значимости различий между несколькими независимыми выборками использовали дисперсионный анализ и анализ Краскела – Уоллиса в программе Statistica 10.

Результаты и их обсуждение. Всхожесть семян *L. eurolepis* в зависимости от воздействия факторов физической природы в процессе предпосевной обработки представлена на рисунке.

Анализ данных на рисунке показывает, что все факторы физической природы оказали положительное влияние на всхожесть семян *Larix × eurolepis*. При этом наиболее эффективными оказались ВЧ плазма, вакуум и плазма ДБР, при воздействии которых всхожесть семян была выше на 216,2 и 189,2 % соответственно, чем в контрольном варианте.

Оценка морфометрических параметров (высота, годичный прирост побегов, диаметр кроны и длина хвои) саженцев представлены в таблице.

Установлено, что воздействие ДБР на протяжении 3 мин на семена *Larix × eurolepis* – единственный фактор физической природы, который оказал значительное влияние сразу на все морфометрические показатели саженцев. Так, высота уменьшилась на 75,7 %, диаметр кроны – на 77,8 %, годичный прирост – на 72,5 % и длина хвои – на 20 %.



Влияние факторов физической природы на всхожесть семян *Larix × eurolepis* Henry.

The influence of physical factors on the germination of *Larix × eurolepis* Henry. seeds

Морфометрические параметры саженцев *Larix × eurolepis* Henry., выращенных из семян, находившихся перед посадкой под влиянием физических факторов

The influence of seed treatment by physical factors on the morphometric parameters of *Larix × eurolepis* Henry. sapling

Фактор воздействия на семена	Высота, см	Годичный прирост, см	Диаметр кроны, см	Длина хвои, см
Контроль	41,9 ± 11,6	5,1 ± 0,6	31,1 ± 5,5	2,0 ± 0,1
ВЧ, 7 мин	19,8 ± 2,1 ^{ns}	2,6 ± 0,2 ^{***}	14,5 ± 1,9 ^{**}	1,8 ± 0,1 ^{ns}
ВЧ ЭМП, 20 мин	16,3 ± 2,4 ^{ns}	2,1 ± 0,2 ^{***}	12,0 ± 1,4 ^{**}	1,7 ± 0,1 ^{**}
ДБР, 3 мин	10,2 ± 0,7 ^{**}	1,4 ± 0,1 ^{***}	6,9 ± 0,4 ^{***}	1,6 ± 0,1 ^{***}
ДБР, 7 мин	38,7 ± 3,4 ^{ns}	5,0 ± 0,3 ^{ns}	26,6 ± 2,3 ^{ns}	1,9 ± 0,1 ^{ns}
Вакуум, 15 мин	45,7 ± 3,7 ^{ns}	4,8 ± 0,2 ^{ns}	35,6 ± 2,2 ^{ns}	1,9 ± 0,1 ^{ns}

Примечание. ^{ns} – $p > 0,05$; ^{**} – $p \leq 0,01$; ^{***} – $p \leq 0,001$.

Снижение почти всех морфометрических показателей у саженцев отмечено и после обработки семян ВЧ ЭМП (20 мин). Например, диаметр кроны уменьшился на 61,7 %, годичный прирост – на 58,8 % и длина хвои – на 15 %.

Предпосевная обработка семян плазмой ВЧ (7 мин) отрицательно повлияла на годичный прирост и диаметр кроны.

Наблюдения за саженцами показали, что все они отличались достаточной зимостойкостью и устойчивостью к факторам окружающей среды. Повреждений вредителями и поражений болезнями не выявлено.

Было установлено, что воздействие на семена факторов физической природы ведет к изменению окраски хвои у некоторой части саженцев. Так, если у 67 % саженцев без обработки семян окраска хвои светло-зеленого цвета и у 33 % зелено-мятного, то после обработки семян ВЧ в течение 7 мин 44 % саженцев имели светло-зеленый цвет хвои, что на 23 % меньше по сравнению с растениями без обработки семян. Хвоя у многих растений приобретала мятный цвет, хотя он не являлся основным. У единичных саженцев хвоя была с розовеющими кончиками, а молодые побеги – сизо-зеленого и голубого цвета.

После воздействия на семена ВЧ ЭМП на протяжении 20 мин количество растений со светло-зеленым цветом хвои сократилось на 20,9 %. У 53 % растений в качестве дополнительного преобладал мятный цвет хвои.

У саженцев лиственницы ширококешуйчатой после обработки семян ДБР в течение 3 мин окраска хвои варьировала от светло-зеленого и зеленого цвета до серо-мятного и мятно-зелено-голубого. У 40 % растений встречался серый цвет. После воздействия на семена ДБР на протяжении 7 мин доля саженцев со светло-зеленой окраской хвои уменьшилась на 25,4 % по сравнению с контрольным вариантом.

В то же время после нахождения семян в вакуумной среде в течение 15 мин доля растений со светло-зеленой хвоей снизилась на 47,8 %. При этом среди саженцев встречались растения с различным сочетанием в окраске хвои зеленого, белого, серого и голубого цветов.

Заключение. Выявлено, что некоторые факторы физической природы оказывают стимулирующее влияние на прорастание семян лиственницы ширококешуйчатой, которое зависит от используемого фактора и продолжительности его воздействия.

Воздействие физических факторов на семена сказалось на росте и дальнейшем развитии саженцев. Наибольшее влияние на прирост, диаметр кроны, длину хвои и высоту растений оказала обработка семян плазмой ДБР атмосферного давления в течение 3 мин, которая снизила эти показатели более чем в 4 раза. Такая обработка может использоваться в селекционных целях для получения карликовых растений.

У саженцев также наблюдалось достаточно широкое варьирование окраски хвои, которое особенно проявилось при нахождении семян в вакуумной среде в течение 15 мин. При этом наряду с типичной светло-зеленой хвоей отмечены саженцы с различным сочетанием в окраске хвои зеленого, белого, серого и голубого цветов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список использованных источников

1. Березина, Н. М. Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных растений / Н. М. Березина, Д. А. Каушанский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Атомиздат., 1975. – 264 с.
2. Кораблев, Р. А. Влияние физических факторов на свойства семян и рост сеянцев сосны обыкновенной и березы повислой: дис. канд. ... с.-х. наук: 06.03.01 / Кораблев Руслан Александрович. – Воронеж, 2003. – 204 л.
3. Ксенз, Н. В. Анализ электрических и магнитных воздействий на семена / Н. В. Ксенз, С. В. Качишвили // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 5. – С. 30.
4. Смирнов, А. И., Предпосевная обработка семян сосны обыкновенной и сосны Банкса низкочастотным электромагнитным полем и удобрением «Экстрасол» / А. И. Смирнова, Ф. С. Орлов, С. Б. Васильев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2015. – Т. 19, № 2. – С. 65–68.
5. Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения на структуру покровов семян / Ж. Э. Мазец, С. Н. Шиш, А. Г. Шутова [и др.] // Биотехнологические приемы в сохранении биоразнообразия и селекции растений: сб. ст. Междунар. науч. конф., Минск, 18–20 авг. 2014 г. / Центр. ботан. сад НАН Беларуси; отв. ред.: В. Н. Решетников, В. В. Титок. – Мн., 2014. – С. 159–162.

6. Смирнов, А. И. Влияние низкочастотного электромагнитного поля на прорастание семян и рост сеянцев сосны обыкновенной и ели европейской / А. И. Смирнов, Ф. С. Орлов, И. И. Дроздов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2015. – № 3. – С. 53–58.
7. Plant Index // Trees and Shrubs Online. – URL: <https://www.treesandshrubsonline.org/articles/arix/larix-x-eurolepis/>. – (date of access: 17.02.2025).
8. Auders, A. G. Encyclopedia of Conifers: in 2 vol. / A. G. Auders, D. P. Spicer. – Woking, United Kingdom: Royal Horticultural Society, 2012. – Vol. 1–2. – 1500 p.
9. Малета, Ю. С. Непараметрические методы статистического анализа в биологии и медицине / Ю. С. Малета, В. В. Тарасов. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 178 с.
10. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика: учеб. пособие / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Мн.: Выш. шк., 1973. – 318 с.

References

1. Berezina N. M., Kaushanskii D. A. *Pre-sowing irradiation of seeds of agricultural plants*. 2nd ed. Moscow, Atomizdat Publ., 1975. 264 p. (in Russian).
2. Korablev R. A. *Influence of physical factors on the properties of seeds and growth of seedlings of Scots pine and silver birch*. Ph. D. Thesis. Voronezh, 2003. 204 p. (in Russian).
3. Ksenz N. V., Kacheishvili S. V. Analysis of electrical and magnetic effects on seeds. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva* [Mechanization and electrification of agriculture], 2008, no. 5, p. 30 (in Russian).
4. Smirnov A. I., Orlov F. S., Vasil'ev S. B. Pre-sowing treatment of Scots pine and Banks pine seeds with a low-frequency electromagnetic field and the fertilizer "Extrasol". *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoi vestnik* [Bulletin of the Moscow State Forest University – Forest Bulletin], 2015, vol. 19, no. 2, pp. 65–68 (in Russian).
5. Mazets Zh. E., Shish S. N., Shutova A. G., Susha O. A., Elovskaya N. A., Petrov V. N., Kaizinovich K. Ya., Gritskovich E. R., Pushkina N. V. Effect of low-intensity electromagnetic radiation on the structure of seed covers. *Biotehnologicheskie priemy v sokhranении bioraznoobraziya i selektsii rastenii: sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, Minsk, 18–20 avgusta 2014 goda* [Biotechnological methods in biodiversity conservation and plant breeding: collection of articles from the International Scientific Conference, Minsk, August 18–20, 2014]. Minsk, 2014, pp. 159–162 (in Russian).
6. Smirnov A. I., Orlov F. S., Drozdov I. I. Influence of low-frequency electromagnetic field on seed germination and growth of Scots pine and European spruce seedlings. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Lesnoi zhurnal* [News of higher educational institutions. Forestry magazine], 2015, no. 3, pp. 53–58 (in Russian).
7. Plant Index. *Trees and Shrubs Online*. Available at: <https://www.treesandshrubsonline.org/articles/arix/larix-x-eurolepis/> (accessed 17.02.2025).
8. Auders, A. G., Spicer D. P. *Encyclopedia of Conifers. Vol 1–2*. United Kingdom, Royal Horticultural Society, 2012. 1500 p.
9. Maleta Yu. S., Tarasov V. V. *Nonparametric methods of statistical analysis in biology and medicine*. Moscow, Publishing house of Moscow State University, 1982. 178 p. (in Russian).
10. Rokitskii P. F. *Biological statistics*. 3rd ed. Minsk, Vysheishaya shkola Publ., 1973. 318 p. (in Russian).

Информация об авторах

Торчик Владимир Иванович – член-корреспондент, д-р биол. наук, профессор, заведующий лабораторией. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: dendro@tut.by

Слесаренко Мария Олеговна – аспирант. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: Masha3535@tut.by

Information about the authors

Vladimir I. Torchik – Corresponding Member, D. Sc. (Biol.), Professor, Head of the Laboratory. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dendro@tut.by

Mariya O. Slesarenka – Graduate Student. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Masha3535@tut.by