

Научная статья

УДК 630*182.21

DOI: 10.37482/0536-1036-2025-3-204-214

Опыт ступенчатой интродукции дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в условиях северных широт

А.А. Карбасников¹, канд. с.-х. наук, доц.; ResearcherID: [JXM-3724-2024](https://orcid.org/0009-0001-9739-3562),

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9739-3562>

Е.Б. Карбасникова¹✉, д-р с.-х. наук, доц.; ResearcherID: [AAH-6250-2021](https://orcid.org/0000-0003-2850-9362),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2850-9362>

О.С. Залывская², д-р с.-х. наук, доц.; ResearcherID: [AAV-4901-2020](https://orcid.org/0000-0002-7520-6295),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-6295>

В.И. Мелехов², д-р техн. наук, проф.; ResearcherID: [Q-1051-2019](https://orcid.org/0000-0002-2583-3012),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2583-3012>

¹Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, ул. Шмидта, д. 2, с. Молочное, г. Вологда, Россия, 160555; Alex-karbon@yandex.ru, helen15@yandex.ru✉

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия, 163002; o.zalyskaya@narfu.ru, v.melekhov@narfu.ru

Поступила в редакцию 26.11.23 / Одобрена после рецензирования 22.02.24 / Принята к печати 26.02.24

Аннотация. Проблема обогащения дендрофлоры зеленых насаждений северных городов и их зеленых зон новыми видами за счет интродуцентов является актуальной. Данную проблему можно решить путем ступенчатой интродукции, которая на сегодняшний день теоретически обоснована и неоднократно применялась на практике. Потепление климата позволяет считать перспективной для Европейского Севера неморальную дендрофлору, в частности дуб черешчатый. Вид обладает высокой декоративностью, особыми экосистемными свойствами. В южной подзоне тайги встречается фрагментарно в пойменных лесах, что сделало его распространенным в озеленении северных городов. Именно насаждения этого вида должны первоочередно рассматриваться как источник семенного материала. Цель исследования заключается в обобщении опыта ступенчатой интродукции дуба черешчатого в условиях северной агломерации. Объектом исследования стал городской сад г. Вологды, где в начале XX в. существовал ботанический сад с экспозицией широколиственных лесов. Эти насаждения рассматриваются как 1-я ступень интродукции. За 2-ю ступень приняты насаждения в пригородной зеленой зоне, созданные сеянцами из семян, собранных с деревьев городского сада. Результаты сравнительного анализа показали, что содержание фотосинтетических пигментов, количественные и качественные характеристики желудей деревьев зеленой зоны выше, чем деревьев городского сада. Можно сделать заключение, что на обоих объектах растения сохраняют жизненную форму, слабо обмерзают. Количество фотосинтетических пигментов лежит в пределах нормы. Содержание каротиноидов находится на высоком уровне, что обеспечивает устойчивость деревьев к неблагоприятным климатическим факторам. Биометрические показатели семян соответствуют значениям, свойственным для естественных условий произрастания вида. При этом необходимо отметить, что по некоторым критериям деревья зеленой зоны агломерации превосходят экземпляры городской черты. Высокое качество



семенного материала позволяет рекомендовать использование деревьев зеленой зоны как маточных. Для получения посадочного материала следует брать желуди средней и крупной фракции.

Ключевые слова: ступенчатая интродукция, зимостойкость, пигменты фотосинтеза, всхожесть, морфометрические показатели, дуб черешчатый, Вологодская область

Для цитирования: Карбасников А.А., Карбасникова Е.Б., Залывская О.С., Мелехов В.И. Опыт ступенчатой интродукции дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в условиях северных широт // Изв. вузов. Лесн. журн. 2025. № 3. С. 204–214.

<https://doi.org/10.37482/0536-1036-2025-3-204-214>

Original article

Experience of Stepwise Introduction of English Oak (*Quercus robur* L.) in Northern Latitudes

Aleksandr A. Karbasnikov¹, Candidate of Agriculture, Assoc. Prof.; ResearcherID: [JXM-3724-2024](https://orcid.org/0009-0001-9739-3562), ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9739-3562>

Elena B. Karbasnikova¹✉, Doctor of Agriculture, Assoc. Prof.; ResearcherID: [AAH-6250-2021](https://orcid.org/0000-0003-2850-9362), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2850-9362>

Olga S. Zalyvskaya², Doctor of Agriculture, Assoc. Prof.; ResearcherID: [AAV-4901-2020](https://orcid.org/0000-0002-7520-6295), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-6295>

Vladimir I. Melekhov², Doctor of Engineering, Prof.; ResearcherID: [Q-1051-2019](https://orcid.org/0000-0002-2583-3012), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2583-3012>

¹Vologda State Dairy Farming Academy named after V.N. Vereshchagin, ul. Shmidta, 2, Molochnoe Village, Vologda, 160555, Russian Federation; Alex-karbon@yandex.ru, helen15@yandex.ru✉

²Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation; o.zalyvskaya@narfu.ru, v.melekhov@narfu.ru

Received on November 26, 2023 / Approved after reviewing on February 22, 2024 / Accepted on February 26, 2024

Abstract. The problem of enriching the dendroflora of green plantations in northern cities and their green zones with new species at the expense of introduced species is urgent. This problem can be solved by stepwise introduction, which is currently theoretically justified and has been repeatedly applied in practice. Climate warming makes it possible to consider nemoral dendroflora, in particular English oak, as promising for the European North. This species is highly decorative and has special ecosystem properties. In the southern taiga subzone, it occurs fragmentarily in floodplain forests, which has made it widespread in the landscaping of northern cities. It is the plantations of this species that should be considered primarily as a source of seed material. The aim of the study is to generalize the experience of stepwise introduction of English oak under the conditions of the northern agglomeration. The object of the study has become the city garden of Vologda, where at the beginning of the 20th century there has been a botanical garden with an exposition of broad-leaved forests. These plantations have been considered as the 1st stage of introduction. The 2nd stage has included plantations in the suburban green zone, created by seedlings created from seeds collected from trees of the city garden. The results of the comparative analysis have shown that the content of photosynthetic pigments, quantitative and qualitative characteristics of acorns of green zone trees are higher than those of city garden trees. It can be concluded that at both sites the plants

retain their vital form and freeze slightly. The amount of photosynthetic pigments is within the normal range. The carotenoid content is at a high level, which ensures the resistance of trees to adverse climatic factors. The biometric parameters of the seeds correspond to the values typical for the natural growing conditions of the species. At the same time, it should be noted that according to some criteria, the trees in the green zone of the agglomeration are superior to those in the city limits. The high quality of the seed material allows us to recommend the use of green zone trees as mother trees. To obtain planting material, acorns of medium and large fractions should be used.

Keywords: stepwise introduction, winter hardiness, photosynthetic pigments, germination, morphometric parameters, English oak, the Vologda Region

For citation: Karbasnikov A.A., Karbasnikova E.B., Zalyvskaya O.S., Melekhov V.I. Experience of Stepwise Introduction of English Oak (*Quercus robur* L.) in Northern Latitudes. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2025, no. 3, pp. 204–214. (In Russ.).
<https://doi.org/10.37482/0536-1036-2025-3-204-214>

Введение

Вопросам интродукции древесных растений в последнее время отводится все большее внимание. Основной причиной является тот факт, что благодаря введению в культуру новых видов обеспечивается увеличение биологического разнообразия насаждений северных городов и их зеленых зон. Городские парки и пригородные леса имеют ключевое значение для рекреации и оздоровления населения. Улучшение структуры зеленых насаждений и повышение их декоративности входит в число первоочередных задач.

В настоящее время сформулированы теоретические выкладки и накоплен практический опыт, позволяющие активно вести работу в этом направлении. В основу положена концепция постепенного продвижения представителей дендрофлоры в более суровые условия. Анализ литературных источников [1–3, 5, 8, 14], освещающих результаты интродукционных испытаний дендрофлоры северных городов, свидетельствует о том, что у каждого последующего поколения растений снижается интродукционный стресс и они легче адаптируются к новым условиям.

Перспективным видом для внедрения в северные регионы является относящийся к неморальной флоре дуб черешчатый. Он обладает хорошими санитарно-гигиеническими качествами, что увеличивает его ценность. Учеными доказано [13, 18–20, 24], что дубовые леса положительно влияют на здоровье человека. Выделяемые фитонциды насыщают кровь кислородом, успокаивают, благотворно влияют на сон, а также характеризуются значительной антибактериальной способностью. Дуб черешчатый высоко декоративен за счет мощной кроны, резных листьев, окрашивающихся в желтый цвет осенью, желудей, появляющихся на ветках к концу лета.

По данным ряда ученых [6, 10, 21], граница ареала дуба проходит по территории Вологодской области, но она не является сплошной. Можно встретить отдельные рощи, сформированные видом, или его единичные экземпляры в пойменных лесах. Здесь он произрастает фрагментарно как рефугиумальные растительные группировки.

Цель исследования – обобщение опыта ступенчатой интродукции дуба черешчатого в условиях северной агломерации.

Объекты и методы исследования

Источником исходного материала при акклиматизации принимается северная граница ареала растений. Предпочтительными условиями для выращивания 1-го поколения культиваров являются территории городов, где формируется т. н. остров тепла. За счет жилой застройки, покрытых асфальтом и камнем дорог, интенсивного движения автотранспорта, большого числа подземных коммуникаций и других факторов здесь создается особый микроклимат. В результате воздух в городе оказывается на несколько градусов (до 5 °С) выше, чем в пригороде, скорость ветра – меньше на 10–20 %, влажность воздуха – ниже, а таяние снега начинается раньше. Выращивание интродуцентов в урбанизированных пространствах является 1-й ступенью интродукции. Следующее поколение культиваров целесообразно разводить в условиях зеленых зон городов с постановкой производственных опытов. Каждое последующее поколение интродуцентов приближается к группе пониженного интродукционного стресса с увеличением посевных качеств семян.

Исследование проводилось в пределах Вологодской северной агломерации. Она характеризуется умеренно континентальным климатом с положительным водным балансом. Зимний период холодный и малоснежный при неустойчивом режиме погоды, его длительность составляет 162 дня. Самый холодный месяц январь имеет среднюю температуру воздуха –11,5 °С. Абсолютный минимум – –47,1 °С. Снежный покров достигает в среднем 36 см. Летний период умеренно теплый и влажный, длится 203 дня. Самым жарким месяцем является июль со средней температурой 16,9 °С. Абсолютный минимум – 1,2 °С, абсолютный максимум – 34,5 °С. Продолжительность безморозного периода составляет 116 дней.

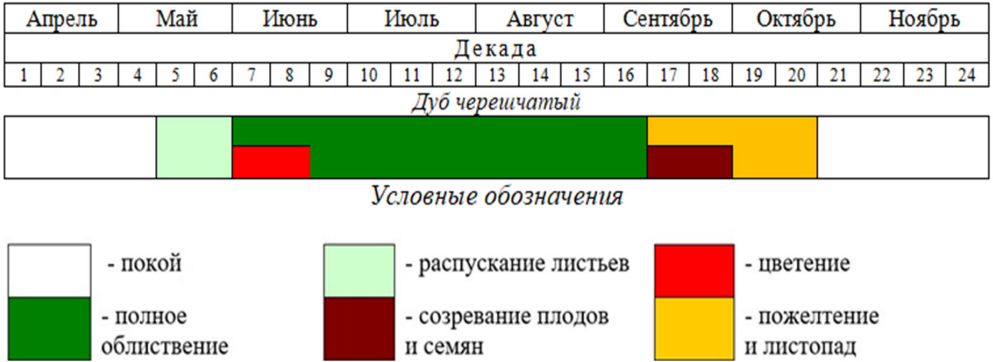
В настоящий момент дуб встречается на 14 объектах общего пользования в пределах городской черты г. Вологды. Здесь он появился в результате стихийной интродукции, когда для озеленения этого населенного пункта использовался посадочный материал, привезенный из лесов на границе с Ярославской областью или из западных районов Вологодской области.

Основная часть исследования проведена на территории Кремлевского сада г. Вологды, где в период с 1924 по 1929 гг. существовал Ботанический сад, превращенный со временем в парк культуры и отдыха. На его территории располагался акклиматизационный участок с древесными породами, среди которых присутствовали экземпляры дуба, перенесенные из лесов Грязовецкого и Череповецкого районов. Мы считаем это поколение началом 1-й ступени интродукции дуба в городские условия на северной границе его ареала. За следующую ступень мы принимаем пригородную зеленую зону, на территории которой есть групповые посадки дуба, выращенные из семян от деревьев Кремлевского сада.

Результаты исследования и их обсуждение

Программа исследования включала изучение зимостойкости и морозоустойчивости, сезонного развития, репродуктивных свойств в течение 10-летнего периода. На объектах проводились фенологические наблюдения, в ходе которых устанавливалось влияние абиотических и биотических факторов внешней

среды, особенно на процессы цветения, опыления, образования завязей и созревания желудей. Отмечено, что дуб черешчатый проходит все стадии сезонного развития (см. рисунок).



Фенологический спектр сезонного развития дуба черешчатого в г. Вологде

The phenological spectrum of seasonal English oak development in Vologda

Набухание почек и распускание листьев приходится на 1–2-ю декады мая (в среднем 9 ± 5 мая). Температурный порог составляет $12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Примерно через неделю наблюдается разворачивание листьев. Полное облиствление наступает 18 ± 3 мая при температуре близкой к $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. В конце мая отмечается цветение (в среднем 30 ± 4 мая) при накоплении активных температур $508,9\pm2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Продолжительность этого этапа развития незначительная, около 8 ± 1 день. Оценка интенсивности цветения по шкале В.Г. Каппера составляет 4 балла. Сроки зацветания в значительной степени зависят от погодных условий [4, 9]. При теплой и сухой погоде и отсутствии осадков данная ступень развития достигается раньше, но ее продолжительность меньше, и наоборот, при низких температурах и значительном количестве осадков зацветание бывает позднее и его длительность больше.

Массовое созревание плодов приходится на 24 ± 5 сентября, балл плодоношения – 3–4. Урожай желудей повторяется не ежегодно, а через 2–3 года, т. е. периодически. При этом за 10 лет исследования абсолютных неурожаев (полного отсутствия желудей) не наблюдалось. Во 2-й декаде сентября отмечены пожелтение листьев и листопад, который длится до конца октября. Весь цикл фенологического развития дуба черешчатого проходит до установления стабильных отрицательных температур. Продолжительность вегетации составляет 158 ± 6 дней, что на 4 дня меньше, чем в условиях г. Москвы [12].

В зеленой зоне Вологодской агломерации дуб черешчатый также проходит полный цикл развития, разница в наступлении фенологических фаз с городскими условиями составляет 3–5 дней.

Зимостойкость и морозоустойчивость древесных растений являются важнейшими показателями для установления степени напряженности интродукционного стресса [21–23]. От этих характеристик зависит способность дерева сохранять жизненную форму, декоративность, противостоять обмерзанию 1-летних побегов и т. д.

Зимостойкость и морозоустойчивость определяли весной, после окончания поздних весенних заморозков. Для этого производили измерения части ветвей, получивших повреждения из-за низких температур (табл. 1).

Таблица 1

**Зимостойкость и морозоустойчивость дуба черешчатого
в Вологодской агломерации**
The winter hardiness and frost resistance of English oak in the Vologda agglomeration

Объект исследования	Сохранение жизненной формы	Зимостойкость, балл/процент обмерзания 1-летних побегов	Морозоустойчивость, индекс обмерзания/характеристика
Город	Сохраняется	II/40	0,5/слабо обмерзает
Пригородная зеленая зона		II/10	0,15/слабо обмерзает

Жизненная форма дерева у дуба черешчатого в условиях Вологодской агломерации сохраняется, высота взрослых растений достигает 16–20 м. Однолетние побеги слабо обмерзают, при этом повреждения наблюдаются только в особенно морозные зимы, характеризующиеся отклонениями от температурной нормы. При сравнении растений в городской черте и зеленой зоне города отмечается меньшее обмерзание у деревьев 2-й интродукционной ступени.

Чувствительность к изменению факторов внешней среды определяли по состоянию фотосинтетического аппарата. Отбор образцов листьев производился в июле из средней части кроны, листья сразу доставлялись в лабораторию для проведения анализа (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание пигментов фотосинтеза в листьях дуба черешчатого
для Вологодской агломерации**
**The content of photosynthetic pigments in the leaves of English oak
for the Vologda agglomeration**

Объект исследования	Значение	Содержание, мг/г сырого веса				Отношение	
		Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Каротиноиды	Хлорофилл <i>a + b</i>	хлорофилл <i>a</i> / хлорофилл <i>b</i>	хлорофилл <i>a + b</i> / каротиноиды
Город	Среднее	5,6±0,3	2,4±0,3	2,5±0,4	8,6±0,5	3,0±0,6	4,2±0,6
	Минимальное	3,7	0,5	1,2	5,0	1,3	1,3
	Максимальное	6,7	3,9	5,1	9,6	7,5	7,3
Пригородная зеленая зона	Среднее	5,8±0,3	2,6±0,3	2,5±0,4	8,8±0,5	3,3±0,6	4,2±0,6
	Минимальное	3,7	0,5	1,3	5,2	1,3	1,3
	Максимальное	6,9	3,8	5,4	10,5	7,5	7,3

Эффективность фотосинтеза в большей степени зависит от содержания хлорофиллов *a* и *b*, их соотношение свидетельствует о степени сформированности ассимиляционного аппарата и в данном случае лежит в верхней границе нормы. Содержание хлорофилла *a* более чем в 2 раза выше, чем хлорофилла *b*, что говорит о светолюбивости вида. Количество

каротиноидов – пигментов, выполняющих защитную функцию, – достаточно высокое, что показывает хорошую приспособленность деревьев к неблагоприятным факторам среды. В целом уровень пигментов в листьях соответствует норме.

Следующим этапом продвижения интродуцентов является их культивирование в пригородных зонах. Работа проводилась на деревьях, выращенных из желудей, собранных в Кремлевском саду и высаженных в пригородной зоне. В настоящий момент их возраст составляет 17 лет. Высота в среднем $5,3 \pm 0,11$ м, диаметр ствола – $9 \pm 0,25$ см. Плодоношение наблюдается с 15 лет, бал цветения и плодоношения – 2–3. Важным показателем натурализации растений под влиянием интродукционного стресса является наличие полноценных семян [7, 11, 15]. Сбор желудей для анализа осуществляли осенью с земли, со 2-й декады сентября (табл. 3).

Таблица 3

Биометрические показатели семян дуба черешчатого в Вологодской агломерации
The biometric indicators of English oak seeds in the Vologda agglomeration

Объект исследования	Показатель	Длина, мм	Толщина, мм	Ширина, мм	Объем, мм ³	Масса 1000 шт., г
Город	Минимальное	15	11	11	1815	2254
	Максимальное	29	18	18	9396	5692
	Среднее	$25,2 \pm 0,56$	$15,3 \pm 0,24$	$15,2 \pm 0,18$	$7724,9 \pm 196,12$	$3871 \pm 498,03$
Пригородная зеленая зона	Минимальное	17	13	13	2873	2429,7
	Максимальное	33	20	20	13200	6589,2
	Среднее	$27,7 \pm 0,44$	$16,8 \pm 0,20$	$16,8 \pm 0,20$	$8009,6 \pm 263,07$	$4553,97 \pm 552,93$
Среднее по ареалу		13–36	11–12	11–12	–	3000–4000

В условиях г. Вологды у дуба черешчатого формируются полноценные семена, которые имеют достаточную для получения семенного материала всхожесть.

Биометрические показатели семян соответствуют видовым особенностям и находятся в границах нормы. Масса 1000 шт. семян несколько выше, чем в целом по ареалу, – на 12–34 %. Это свидетельствует о качестве семенного материала. Сравнивая данные для зеленой зоны с данными для г. Вологды, также отмечаем, что средние размеры и масса семян выше на 9–10 и 15 % соответственно.

Всхожесть желудей определяли на 4 пробных образцах методом проращивания во влажном песке. Энергия прорастания подсчитывалась на 7-й день испытания, а всхожесть – на 14-й день. Для установления доброкачественности желуди разрезали на 2 части и визуальным путем оценивали состояние зародыша и эндосперма, внешней и внутренней поверхностей семядолей (табл. 4).

Таблица 4

Качество желудей дуба черешчатого в Вологодской агломерации
The quality of English oak acorns in the Vologda agglomeration

Объект исследования	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Доброкачественность, %	Класс качества
Город	72	93	93	1
Пригородная зеленая зона	81	96	98	1

Результаты оценки способности дуба черешчатого из разных мест произрастания давать семенное потомство наглядно демонстрируют, что показатели желудей, полученных от интродуцентов 1-го поколения, ниже по сравнению с семенами от деревьев 2-го поколения. Энергия прорастания желудей из зеленой зоны выше на 11 %. Все партии в проведенном исследовании соответствуют 1-му классу качества. Всхожесть и доброкачественность в городской черте также несколько уступают пригородным посадкам – на 3–5 %.

Данные свидетельствуют о том, что с каждым последующим поколением растения приближаются к группе с пониженным интродукционным стрессом.

Далее изучены сеянцы, выращенные из желудей. Партия семян была разделена на 3 группы: крупные, средние и мелкие. Осенью в открытый грунт произведен посев, осенью следующего года определены морфометрические показатели сеянцев (табл. 5). Проанализировано отношение крупности семян и роста потомства [17].

Таблица 5

Морфометрические показатели 1-летних сеянцев дуба черешчатого
The morphometric parameters of 1-year-old English oak seedlings

Размер семян			Всхожесть семян, %	Высота побега		Диаметр шейки корня	
характеристика	длина, мм ширина, мм	средняя масса, г		см	%	мм	%
Крупные	28–33 17–20	5,3	96	13,64±1,03	141	4,80±0,25	129
Средние	22–27 15–17	4,5	99	14,70±1,02	152	5,14±0,21	138
Мелкие	17–21 13–14	2,8	92	9,65±0,44	100	3,72±0,16	100

Отбор семян по морфометрическим параметрам оказался неэффективным. Продуктивные свойства средних по размерам семян выше, чем крупных. Подобные выводы ранее уже были получены учеными [16]: у самых крупных семян удельный вес снижается, т. к. они имеют более рыхлое строение и повышенное содержание воздуха в оболочках. В этом заключается одна из причин того, что самые крупные семена иногда уступают меньшим по урожайности. Деление на фракции действительно только для удаления мелких семян.

Заключение

В ходе сравнительного анализа 2 поколений дуба черешчатого установлено, что по ряду параметров деревья 2-го поколения превышают маточные. Современные климатические характеристики северной агломерации соответствуют сезонному ритму древесной породы, которая проходит полный цикл развития. Зимостойкость высокая – II балл, сохраняется жизненная форма дерева, а обмерзание 1-летних побегов находится на уровне не более 40 % их длины и лишь в аномальные зимы, при этом у интродуцентов 2-й ступени обмерзание ниже (до 10 %). Количество фотосинтетических пигментов свидетельствует о высокой степени акклиматизации вида. И если у маточных растений некоторые показатели находятся на границе нормы, то у 2-го поколения – в оптимуме. Биометрические параметры и качественные показатели желудей 2-го поколения больше. Это позволяет рекомендовать их для получения семян в целях дальнейшего продвижения вида в северные условия. При посеве следует отдавать предпочтение семенам средней и крупной фракций.

Целесообразно дальнейшее продвижение дуба черешчатого в северные регионы путем включения в городские зеленые насаждения и зеленые зоны городов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Андропова М.М., Бабич Н.А., Хамитов Р.С. Ступенчатая интродукция древесных растений на севере Русской равнины: моногр. Архангельск, 2021. 412 с.

Andronova M.M., Babich N.A., Khamitov R.S. *Stepwise Introduction of Woody Plants in the Northern Russian Plain*: Monograph. Arkhangelsk, 2021. 412 p. (In Russ.).

2. Бабич Н.А., Карбасникова Е.Б., Андропова М.М., Залывская О.С., Александрова Ю.В. Основные подходы развития ступенчатой интродукции в Северные широты // Труды по интродукции и акклиматизации растений. Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН. Ижевск, 2021. С. 17–19.

Babich N.A., Karbasnikova E.B., Andronova M.M., Zalyvskaya O.S., Alexandrova Yu.V. Basic Approaches of the Development of Stepped Introduction to the Northern Latitudes. *Trudy po introduktsii i akklimatizatsii rastenij*. Izhevsk, Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2021, pp. 17–19. (In Russ.).

3. Бабич Н.А., Карбасникова Е.Б., Андропова М.М., Залывская О.С., Александрова Ю.В., Гаевский Н.П. Ступенчатая интродукция видов дендрофлоры в северо-восточную часть Русской равнины (обзор) // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 3. С. 73–85.

Babich N.A., Karbasnikova E.B., Andronova M.M., Zalyvskaya O.S., Aleksandrova Yu.V., Gaevskiy N.P. Stepwise Introduction of Dendroflora Species to the Northeastern Part of the Russian Plain (Review). *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2021, no. 3, pp. 73–85. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2021-3-73-85>

4. Буторова О.Ф., Шестак К.В. Фенология интродуцентов в дендрарии Сибирского государственного технологического университета // Изв. вузов. Лесн. журн. 2007. № 2. С. 49–54.

Butorova O.F., Shestak K.V. Phenology of Introduced Plants in Arboretum of Siberian State Technological University. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2007, no. 2, pp. 49–54. (In Russ.).

5. Залывская О.С. Интродукция видов дендрофлоры в субарктических условиях: дис. ... д-ра с.-х. наук. Архангельск, 2022. 295 с.

Zalyvskaya O.S. *Introduction of Dendroflora Species in Subarctic Conditions*: Doc. Agric. Sci. Diss. Arkhangelsk, 2022. 295 p. (In Russ.).

6. Иванова М.Г. Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) на северном пределе распространения в Европейской части России: дис. ... канд. с.-х. наук. Архангельск, 2022. 197 с.

Ivanova M.G. *English Oak (Quercus robur L.) at the Northern Limit of its Distribution in the European Part of Russia*: Cand. Agric. Sci. Diss. Arkhangelsk, 2022. 197 p. (In Russ.).

7. Казанцева М.Н., Казанцев П.А. Плодоношение дуба черешчатого под Тюменью в контексте климатических изменений // Междунар. журн. прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 3, ч. 2. С. 327.

Kazantseva M.N., Kazantsev P.A. Fruiting of the English Oak near Tyumen in the Context of Climate Change. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanij = International Journal of Applied and Basic Researches*, 2017, no. 3, part 2, p. 327. (In Russ.).

8. Карбасникова Е.Б. Натурализация видов дендрофлоры в условиях интродукционного стресса: дис. д-ра с.-х. наук. Архангельск, 2022. 267 с.

Karbasnikova E.B. *Naturalization of Dendroflora Species under Conditions of Introduction Stress*: Doc. Agric. Sci. Diss. Arkhangelsk, 2022. 267 p. (In Russ.).

9. Кущенко И.Т. Влияние температуры воздуха на сезонный рост хвойных лесобразующих видов в таежной зоне (Республика Карелия) // Изв. вузов. Лесн. журн. 2019. № 4. С. 84–93.

Kishchenko I.T. The Influence of Air Temperature on Seasonal Growth of Coniferous Forest-Forming Species in the Taiga Zone (Republic of Karelia). *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*, 2019, no. 4, pp. 84–93. (In Russ.).

<https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.4.84>

10. Комиссарова М.Г. О стихийно меняющемся ареале дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2013. № 3. С. 56–58.

Komissarova M.G. Natural Habitat Change of English Oak (*Quercus robur* L.). *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) Federal'nogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki = Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Series: Natural Sciences*, 2013, no. 3, pp. 56–58. (In Russ.).

11. Крюкова С.А., Ширнин В.К. Плодоношение дубрав и плюсовых деревьев дуба черешчатого // Лесотехн. журн. 2017. Т. 6, № 2. С. 22–30.

Kryukova S.A., Shirnin V.K. Oakwood and Plus Trees Common Oak Fruiting. *Lesotekhnicheskij zhurnal = Forestry Engineering Journal*, 2017, vol. 6, no. 2, pp. 22–30. (In Russ.). <https://doi.org/10.12737/19950>

12. Малаховец П.М., Тисова В.А. Деревья и кустарники дендросада Архангельского государственного технического университета. Архангельск: АГТУ, 1999. 50 с.

Malakhovets P.M., Tisova V.A. *Trees and Shrubs of the Arboretum of the Arkhangelsk State Technical University*. Arkhangelsk, Arkhangelsk State Technical University Publ., 1999. 50 p. (In Russ.).

13. Моисеев Н.А. Роль лесов в создании экологически комфортной среды обитания и меры для ее реализации // Изв. вузов. Лесн. журн. 2019. № 5. С. 203–207.

Moiseev N.A. The Role of Forests in Creation of a Comfortable Environment and Measures for its Implementation. *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*, 2019, no. 5, pp. 203–207. (In Russ.). <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.5.203>

14. Романова А.Б. Интродукция древесных растений. Красноярск, 2018. 86 с.

Romanova A.B. *Introduction of Woody Plants*. Krasnoyarsk, 2018. 86 p. (In Russ.).

15. Рубцов В.И., Самошкин Е.Н. Интродукция древесных растений – важный путь биологического разнообразия лесных экосистем // Изв. вузов. Лесн. журн. 1997. № 1–2. С. 44–47.

Rubtsov V.I., Samoshkin E.N. Introduction of Woody Plants – an Important Pathway for Biological Diversity of Forest Ecosystems. *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*, 1997, no. 1–2, pp. 44–47. (In Russ.).

16. Хатнянский В.И., Волгин В.В., Пивень Л.Е. Влияние крупности семян на их посевные и урожайные качества // Науч.-техн. бюл. Всерос. науч.-исследоват. ин-та масличных культур. 2005. Вып. 1(132). С. 42–48.

Khatnyanskij V.I., Volgin V.V., Piven' L.E. The influence of Seed Size on Their Sowing and Yield Qualities. *Nauchno-tekhnicheskij bulluten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur*, 2005, iss. 1(132), pp. 42–48. (In Russ.).

17. Ширнин В.К., Кострикин В.А., Ширнина Л.В., Крюкова С.А. Лесовосстановление дуба черешчатого сеянцами с закрытой корневой системой // Изв. вузов. Лесн. журн. 2017. № 2. С. 32–41.

Shirnin V.K., Kostrikin V.A., Shirnina L.V., Kryukova S.A. English Oak Reforestation by Ball-Rooted Seedlings. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2017, no. 2, pp. 32–41. (In Russ.). <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2017.2.32>

18. Agostinelli M., Cleary M., Martín J.A., Benedicte R.A., Witzell J. Pedunculate Oaks (*Quercus robur* L.) Differing in Vitality as Reservoirs for Fungal Biodiversity. *Frontiers in Microbiology. Section: Fungi and Their Interactions*, 2018, vol. 9, art. no. 1758. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01758>

19. Bolund P., Hunhammar S. Ecosystem Services in Urban Areas. *Ecological Economics*, 1999, vol. 29, iss. 2, pp. 293–301. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00013-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00013-0)

20. Helander M., Ahlholm J., Sieber T.N., Hinneri S., Saikkonen K. Fragmented Environment Affects Birch Leaf Endophytes. *New Phytologist*, 2007, vol. 175, iss. 3, pp. 547–553. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02110.x>

21. Karbasnikova E.B., Karbasnikov A.A., Kiryanova V.S., Suvorova E.A., Vasilyeva D.A. Introduction of Pedunculate Oak in the Conditions of the Northern Border of the Range. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022, vol. 1045, art. no. 012025. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1045/1/012025>

22. Netsvetov M., Sergeev M., Nikulina V., Korniyenko V., Prokopuk Yu. The Climate to Growth Relationships of Pedunculate Oak in Steppe. *Dendrochronologia*, 2017, vol. 44, pp. 31–38. <https://dx.doi.org/10.1016/j.dendro.2017.03.004>

23. Kwaśna H., Szewczyk W., Behnke-Borowczyk J. Fungal Root Endophytes of *Quercus robur* Subjected to Flooding. *Forest Pathology*, 2016, vol. 46, iss. 1, pp. 35–46. <https://doi.org/10.1111/efp.12212>

24. Witzell J., Martín J.A. Phenolic Metabolites in the Resistance of Northern Forest Trees to Pathogens – Past Experiences and Future Prospects. *Canadian Journal of Forest Research*, 2008, vol. 38, no. 11, pp. 2711–2727. <https://doi.org/10.1139/X08-112>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest