



DOI: 10.21178/2079–6080.2025.3.48  
УДК: 630\*181.28

## Оценка интродукционного потенциала псевдотсуги Мензиса в условиях лесостепи Воронежской области

© С.В. Левин<sup>1</sup>, И.С. Левин<sup>2</sup>

### **Assessment of the introduction potential of *Pseudotsuga menziesii* in the forest-steppe conditions of the Voronezh region**

**S.V. Levin, I.S. Levin** (All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology; Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov)

As a result of the study, it was established that pseudotsuga of Menzies (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) is a species responsive to favorable changes in environmental conditions, which is gaining a productive and high supply of trunk wood in a short period of time. The purpose of the work is defined as the establishment of the adaptation potential of the species and the identification of its features of development in the conditions of the Voronezh region.

This introduced species has been shown to exhibit high adaptive variability. The homogeneity of the coefficients of variation of taxation indicators at sites located in the Semiluki Collection and Mother Tree Arboretum is significantly influenced by the placement of planting sites. With sparse planting (5 × 8 m), the homogeneity of indicator values increases, indicating a lack of competition between trees. A planting site spacing of 2.5 × 2.5 m (1,600 trees) can be considered a basis for the manifestation of the species' potential under introduction conditions, with a stemwood reserve of 698 m<sup>3</sup>/ha by the age of 57 years.

Given the limited availability of planting material for this species, it is advisable and cost-effective to use 5 × 8 m planting sites when establishing a forest seed plantation, as well as clump planting of three seedlings per site at least 1 m apart, or pruning the central trunk early in development to form two trunks. In both cases, these techniques eliminate the loss of stemwood and provide both seed harvesting opportunities and the establishment of forest plantations with wide row spacings (8 m) under the tree canopy on the plantation by the end of its useful life.

Based on the obtained characteristics of the species' behavior under adaptive conditions, great hopes can be placed on the development of *Pseudotsuga menziesii* as both seed production and commercial crops in the context of projected climate change.

**Key words:** introduction, *Pseudotsuga menziesii*, taxation indicators, stock of stemwood, placement of planting places

### **Оценка интродукционного потенциала псевдотсуги Мензиса в условиях лесостепи Воронежской области**

**С.В. Левин, И.С. Левин**

В результате исследования установлено, что псевдотсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) – это отзывчивый на благоприятные изменения экологических условий вид, который набирает высокий продуктивный запас стволовой древесины за небольшой промежуток времени. Цель работы определена как установление адаптационного потенциала вида и выявление его особенностей развития на территории Воронежской области.

Установлено, что этот интродуцент демонстрирует высокую адаптивную изменчивость. На однородность величин коэффициентов вариации таксационных показателей на объектах, расположенных в Семилукском коллекционно-маточном дендрарии, в значительной степени оказывает влияние размещение посадочных мест. При редком размещении (5 × 8 м) однородность величин показателей возрастает, что указывает на отсутствие конкуренции между деревьями. Размещение посадочных мест 2,5 × 2,5 м (1600 шт.) можно принять за основу, способствующую проявлению потенциала вида в условиях интродукции с запасом стволовой древесины к возрасту 57 лет – 698 м<sup>3</sup>/га.

Учитывая ограниченность наличия посадочного материала этой породы, целесообразно и экономически выгодно при создании лесосеменной плантации применять размещение посадочных мест 5 × 8 м, а также куртинную посадку 3-х саженцев на одно посадочное место с расстоянием не менее 1 м друг от друга или обрезку центрального проводника на ранней стадии развития с целью формирования у дерева двух стволов. В обоих случаях приемы исключают потери по запасу стволовой древесины и обеспечивают как возможности заготовки семян, так и создание лесных культур по широким междурядьям (8 м) под пологом деревьев на плантации к истечению ее срока службы.

На основании полученной характеристики поведения вида в условиях адаптации можно возлагать большие надежды в контексте прогнозируемого изменения климата на создание из псевдотсуги Мензиса как объектов семеноводства, так и производственных культур.

**Ключевые слова:** интродукция, псевдотсуга Мензиса, таксационные показатели, запас стволовой древесины, размещение посадочных мест

Левин Сергей Валерьевич – научный сотрудник отдела опытных испытаний

E-mail: leslesovik63@yandex.ru

Левин Илья Сергеевич – аспирант кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации

E-mail: levinlg@yandex.ru

<sup>1</sup>ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии»

394087 Россия, г. Воронеж, ул. Ломоносова, д. 105

Телефон: (473) 253–71–89

E-mail: [ilgis@lesgen.vrn.ru](mailto:ilgis@lesgen.vrn.ru)

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

394087 Россия, г. Воронеж ул. Тимирязева, д. 8

Телефон: (473) 253–71–08

E-mail: [vglta@vglta.vrn.ru](mailto:vglta@vglta.vrn.ru)

### Введение

Интродукция растений в лесном хозяйстве целесообразна в том случае, когда их биологические свойства отвечают целому ряду определенных требований. Это в первую очередь превышение экзота над местными породами по скорости роста и накоплению запасов древесины при ее высоком качестве. Затем оценивается способность акклиматизируемых растений улучшить окружающую среду в большей степени, чем аборигенные породы при их развитии в неблагоприятных лесорастительных условиях.

К такому виду относится псевдотсуга Мензиса, или пихта Дугласа, или дугласия (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) – родом из США, которая демонстрирует высокую адаптивную генетическую изменчивость с широкой вариабельностью признаков в условиях естественного ареала, проявленную в различных подвидах по причине значительного количества климатипов. Руководство Лесной службы США по лесоводству объясняет высокую генетическую дифференциацию вида его распространением, как географически (с севера на юг, с востока на запад), так и топографически (высота над уровнем моря, экспозиция, разобшенность участков). Некоторые авторы выделяют до 48 географических разновидностей [21]. Научное название псевдотсуги было окончательно закреплено в статье, опубликованной (на латыни) Франко в 1950 году в *Boletin da Sociedade Broteriana* под официальным названием *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco [19]. Следует отметить, что в нашем восприятии имеет место деление вида псевдотсуга (*Pseudotsuga menziesii*) на подвиды с отличительными признаками: дугласия приморская, тиссолистная (*P. taxifolia* Britt.); горная, сизая (*P. glauca* Mayr.) и серая (*P. caesia* Flous.), описанными еще в работе О.Г. Каппера [5].

Интродукция псевдотсуги в Западную Европу берет начало с 1827 года, где на данный момент является вторым по популярности хвойным интродуцентом после ели сит-

хинской (*Picea sitchensis* (Bong.), занимая площадь более 800 тыс. гектаров в лесах 35 европейских стран [27], преимущественно во Франции (половина европейской площади), Германии и Великобритании. Псевдотсуга также была интродуцирована в нескольких странах Южного полушария (Новая Зеландия – 114 тыс. га, Чили – 15 тыс. га, Аргентина – 7,5 тыс. га и Австралия – 1,5 тыс. га), где она является одним из основных коммерческих видов хвойных деревьев [19].

В Европе псевдотсуга – это быстрорастущее дерево, произрастающее на самых разных почвах и лучше всего чувствующее себя на средних высотах (до 900 м) с годовым количеством осадков более 800 мм. На оптимальных участках максимальная высота деревьев достигает 30 м в 40 лет. В этом возрасте в зависимости от местоположения объем стволовой древесины может исчисляться 600–800 м<sup>3</sup> (т. е. среднегодовой прирост составляет 15–20 м<sup>3</sup> на гектар в год) [19].

Выработанное за время интродукции различных пород необходимое требование для возможности их выращивания, а именно, максимально возможное сходство климатических характеристик между местом интродукции и районом естественного ареала, выполняется у псевдотсуги лишь в ограниченных пределах, где наиболее существенным отличием является преобладание зимних осадков на большей части территории ареала, в то время как в Центральной Европе подавляющее количество осадков выпадает летом. В соответствии с критериями, установленными Рабочей группой по Федеральной лесной инвентаризации Германии [21], псевдотсуга может считаться потенциально естественной растительностью при условии, если среднегодовые температуры варьируют в пределах от 7 до 9,5 °С, а среднемесячные колебания температуры в течение года составляют менее 17,5 °С. При этом особенно уязвима для морозного иссушения (поздние весенние заморозки) разновидность вида тиссолистная или зеленая. Она предъявляет низкие требования

к химии почвы: ограничивающим ее рост является очень низкое базовое насыщение основаниями (< 5 %) и очень низкое общее содержание азота. Оптимальный рост зависит от достаточной насыщенности основаниями (> 15 %) и уровня рН от 5 до 6. Порода отдает предпочтение глубоким, легким и умеренно тяжелым почвам (тип почвы: от песчаной до суглинистой), а отмирание тонких корней наблюдается при плотных слоях и тяжелой почве из-за возможного переувлажнения. На мелких и сухих почвах псевдотсуга демонстрирует более слабый рост, поэтому оптимальными являются участки от умеренно влажных до свежих [21, 24].

Древесина псевдотсуги подходит для многих целей. Благодаря своим превосходным механическим свойствам она применяется для производства деревянных конструкций. Ее все чаще используют для наружных покрытий (только сердцевина) и в столярном деле. Ядро, как правило, не подвержено повреждениям насекомыми. Без обработки оно также соответствует требованиям класса риска 3 (внешний контакт с землёй, незащищённый) европейского стандарта EN 335–1:2006 [19]. Древесина также используется для производства шпона, волокон или древесно-стружечных плит, а также в целлюлозно-бумажной промышленности [30].

Псевдотсуга относится к деревьям, растущим в полутени, где в молодости она более теневынослива и, следовательно, подходит для подпологовых культур. В Северной Америке ее преимущественно и выращивают путем естественного возобновления [21]. В ряде стран принято считать оптимальным следующую густоту посадочного материала при создании культур (шт./га): в Германии (1000–2000), Франции (600–1500), Англии, Ирландии (2500), Италии (1000–1500), Австрии (1500–2000), Сербии (1100–2500), Венгрии (1700–2500), Болгарии (1700–3500), Чехии (3000), Румынии (2500, 4400) [32].

Популяционная структура этих насаждений характеризуется значительным разнооб-

разием морфологических форм, отличаясь также по происхождению и производительности [19, 20, 28, 33]. В 1965 году в рамках рабочей группы IUFRO (Международный союз организаций по исследованию лесов) по заготовке семян под руководством Х. Барнера решила начать их сбор по всему естественному ареалу произрастания псевдотсуги с целью выявления и сохранения лучших генетических ресурсов для будущего разведения в мире. Всего было собрано 182 партии семян, которые были распределены по 59 учреждениям в 36 странах мира (15 стран – в Европе). Научные исследования IUFRO по изучению происхождения псевдотсуги выявили различия роли ее географического разнообразия [19] при интродукции в европейских странах с учетом фенологических и биологических особенностей. Большинство искусственных европейских популяций из местных семян показали результаты роста, аналогичные или даже лучшие по сравнению насаждениями из семян, заготовленных в естественном ареале. Жизнеспособность искусственных европейских популяций псевдотсуги можно объяснить естественным отбором в соответствии с местным климатом из-за устранения кровного родства после переноса материала в Европу и наблюдаемым косвенным генетическим эффектом от создания культур. При этом насаждения, семена которых заготавливались в популяции с побережья США естественного ареала, демонстрируют высокую устойчивость к грибным заболеваниям.

До сих пор для псевдотсуги применялись методы селекции с минимальными затратами. Эти работы были направлены на оценку естественной генетической изменчивости, а также на сохранение ценных или находящихся под угрозой исчезновения генетических ресурсов из лесосеменных плантаций первого поколения для обеспечения заготовки семян. Статистические данные о среднем количестве саженцев псевдотсуги, высаживаемых ежегодно, доступны по семи странам Европы, на долю которых прихо-

дится 92 % площади посадок, определяя в настоящее время потребности в посадочном материале этой породы в пределах около 12 миллионов штук при объеме семян около 1000 кг [19]. Здесь в долгосрочной перспективе для повышения эффективности селекции по сложным признакам и управления селекционными популяциями намечены углубленные исследования геномики псевдотсуги путем разработки проекта по ее геному в сотрудничестве с североамериканскими институтами. Возможность тестирования распространенных генотипов по всей Европе в различных условиях поможет выявить полезный геномный полиморфизм, который будет способствовать традиционной селекции [19, 34].

На территории России в 1830–40 гг. псевдотсуга была высажена в Никитском ботаническом саду [32]. Широкому введению ее в лесные культуры страны в значительной степени содействовали выдающиеся лесоводы: М.Е. Ткаченко, А.В. Тюрин, О.Г. Каппер и др. Учитывая, что одними из принципиальных вопросов интродукции вида являются условия произрастания и размещение культур, то наиболее подходящими для них по почвенным характеристикам М.Е. Ткаченко считал юг Белоруссии, Украину, Крым и Закавказье [13]. Такого же мнения был и А.В. Тюрин полагая, что в правобережной части Украины и западных, юго-западных районах Белоруссии имеются местоположения, которые по климатическим условиям будут не хуже западноевропейских [15].

С точки зрения популяризации видов псевдотсуги большая работа проделана О.Г. Каппером [5]. В итоге уже в 50-х годах прошлого столетия горная форма зеленой псевдотсуги (*Pseudotsuga taxifolia* Britt.) была рекомендована для применения в зеленом строительстве на обширной территории европейской части СССР – в прибалтийских республиках, Белоруссии, в Центральной лесостепи до линии Тамбов – Саратов, на Украине, в городах степного Крыма и Ростовской

области, на юго-востоке от Саратова до Волгограда, на Северном Кавказе, по всему Черноморскому побережью Кавказа и на южном берегу Крыма [12]. В Советском Союзе к 1987 году ее насаждения занимали площадь 350 га: в Краснодарском крае – 147 га, в Калининградской области – 45 га, в центральных областях России – 6 га, в Правобережной лесостепи Украины – 66 га, в Горных Карпатах – 34 га, в Эстонии – 29 га, в Латвии – 13 га, в Литве – 10 га [10]. Подтверждениями высокой степени засухоустойчивости этой породы являются факты ее произрастания на песках в условиях Ростовской области [8], на каштановых почвах сухостепной зоны [11] и в условиях Северного Казахстана [7].

Как итог начального этапа интродукции псевдотсуги в отечественной литературе найдена отраженная разработанная толерантная модель почвенных условий роста культур на уровне I–I<sup>a</sup> бонитетов [2] в пределах следующих типов лесорастительных условий: В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, С<sub>2</sub>, С<sub>3</sub>, Д<sub>2</sub>, Д<sub>3</sub>. На базе созданных отечественных объектов появились таблицы хода роста породы [2, 6, 16], где на основании полученных результатов можно утверждать об успешной акклиматизации вида.

По декоративным признакам – окраске и размерам хвои, строению и форме ствола, кроны, общему габитусу – псевдотсуга превосходит аборигенные породы [29]. Поэтому ее можно рекомендовать, кроме производственных культур, для создания ландшафтных объектов в зеленых зонах населенных пунктов.

Целью настоящей работы является оценка интродукционного потенциала и выявление особенностей развития псевдотсуги Мензиса в условиях лесостепи Воронежской области на примере развития в Семилукском коллекционно-маточном дендрарии (КМД).

#### **Объекты и методы исследований**

В Воронежской области примером успешного произрастания псевдотсуги Мензиса мож-

но считать насаждения на территории Семилукского КМД. Объектами исследования являлись испытательные культуры (кв. 8б, площадь 0,1 га, возраст 57 лет), а также лесосеменная плантация (кв. 81–83, площадь 2,1 га, возраст 43 года), созданные псевдотсугой тиссолистной, или зеленой (*Pseudotsuga taxifolia* Britt.) происхождения

из Лесостепной опытно-селекционной станции Липецкой области.

Культуры созданы посадкой 3-летних сеянцев на выщелоченном черноземе при типе лесорастительных условий свежая дубрава ( $D_2$ ), с различным размещением посадочных мест (рис. 1).



Испытательные культуры



Лесосеменная плантация

Рис. 1. Объекты выращивания псевдотсуги Мензиса на территории Семилукского КМД

Для оценки состояния развития деревьев применялся комплексный оценочный показатель (КОП). В своей основе он сводится к характеристике величины древесного ствола, которая была обеспечена единицей его площади поперечного сечения. КОП рассчитывается для насаждений как отношение средней высоты древостоя ( $H$ , см) к площади поперечного сечения среднего дерева в древостое ( $G$ , см<sup>2</sup>) на высоте 1,3 м:  $КОП = H \cdot 100 / G_{1,3}$ .

Этот показатель, предложенный К.К. Высоцким [19], применяется как для оценки жизненного состояния насаждений [20], так и для характеристики развития естественных древостоев и искусственных насаждений [21].

По стандартизированной методике описания [1] определялись таксационные параметры деревьев. Окружность ствола измеряли сантиметровой лентой с последующим вычислением диаметра. С помощью высото-

мера проводили измерения высот деревьев. Также устанавливались высота крепления живой ветви, протяженность кроны и ее диаметр. Определялся объем ствола. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программных пакетов «Statistika 6» и «Microsoft Excel 2000». Шкала, специально разработанная для древесных растений, применялась для характеристики изменчивости по коэффициентам вариации ( $C_v$ , %) [9]. Оценка парных корреляционных зависимостей между параметрами давалась с помощью коэффициента корреляции ( $r$ ).

#### Результаты исследований

Насаждения развиваются по I–I<sup>a</sup> классам бонитета. Испытательные культуры характеризуются абсолютной полнотой 68,1 м<sup>2</sup>, лесосеменная плантация – 26,7 м<sup>2</sup>. В сравнении с насаждениями ели по таблицам хода роста

[14] при аналогичном бонитете и возрасте, без учета типа лесорастительных условий, псевдотсуга в испытательных культурах по запасу стволовой древесины (698 м<sup>3</sup>/га) превышает ель незначительно – на 37 м<sup>3</sup>/га. Поскольку ель обыкновенная в условиях Воронежской области также является интродуцентом, то псевдотсугу можно сравнить с аборигенной породой – сосной обыкновенной с запасом древесины 511 м<sup>3</sup>/га, где наблюдается превышение величины показателя псевдотсуги на 36,6 %.

В испытательных культурах к возрасту 57 лет сохранность псевдотсуги по количеству стволов составила 57,6 % при размещении посадочных мест 2,5 × 2,5 м (1600 шт.), на лесосеменной плантации к возрасту

43 лет эти показатели равнялись 73,2 % и 5 × 8 м (250 шт.) соответственно. Санитарное состояние насаждения в испытательных культурах оценивается категорией 1,5, на лесосеменной плантации – 1,2. Сохранение моноподиального типа ветвления деревьев указывает на зимостойкость интродуцента по причине отсутствия повреждений побегов критическими отрицательными температурами в зрелом возрасте и восстановление побегов на раннем этапе развития.

На момент исследования в испытательных культурах средние таксационные показатели псевдотсуги: по высоте дерева – 20,5 ± 0,4 м, по диаметру ствола на высоте груди – 30,0 ± 1,0 см, коэффициенты вариации при этом составляют 14,8 и 26,8 % соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Результаты статистической обработки таксационных показателей на объектах исследования

Таксационные показатели	Статистические показатели							
	$M \pm m$		$\sigma$		$P, \%$		$Cv, \%$	
	ИК	ЛП	ИК	ЛП	ИК	ЛП	ИК	ЛП
Диаметр ствола, см	30,00 ± 0,96	40,40 ± 0,47	8,04	7,48	1,92	0,93	26,8	18,5
Высота дерева, м	20,50 ± 0,36	19,80 ± 0,13	3,04	2,12	0,72	0,26	14,8	10,7
Высота прикрепления живой ветви, м	10,40 ± 0,76	8,00 ± 0,18	6,40	2,82	1,52	0,35	61,5	35,3
Диаметр кроны, м	3,60 ± 0,17	7,40 ± 0,11	1,40	1,28	0,33	0,21	39,0	17,3
Протяженность кроны, %	47,90 ± 3,86	59,40 ± 0,89	32,30	14,10	7,70	1,76	67,4	23,7
Объем ствола, м <sup>3</sup>	0,76 ± 0,05	1,22 ± 0,03	0,44	0,47	0,11	0,06	58,7	38,9
Комплексный оценочный показатель (КОП), см/см <sup>2</sup>	3,40 ± 0,18	1,70 ± 0,05	1,52	0,85	0,36	0,11	44,8	49,1

Примечание. ИК – испытательные культуры; ЛП – лесосеменная плантация

Они приравниваются к среднему и высокому уровням изменчивости [9]. Кроме того, полученные данные свидетельствуют об однородности совокупностей признаков (< 33 %). По другим таксационным показателям совокупности их величин не однородны при соответствующих очень высоких коэффициентах вариации ( $Cv, \%$ ). Столь высокая изменчивость признаков указывает на стремление де-

ревьев расти ввысь при созданной микроклиматической обстановке в насаждении, что подчеркивает значительный генетический потенциал вида в условиях конкуренции. К этому можно добавить мнение немецких лесоводов, что псевдотсуга реагирует на климатические факторы окружающей среды немедленно, без автокорреляционной задержки, то есть при одинаковых погодных условиях ее

относительный прирост текущего года не зависит от показателей предыдущего года [19]. Внутри насаждения не происходит перекрытие крон в отличие от опушечного размещения, а отсутствие сухостоя свидетельствует о высокой устойчивости деревьев к энтомо- и фитовредителям. Кроме того, псевдотсуга достаточно устойчива по отношению к беглому низовому пожару, частично прошедшему по территории испытательных культур: поврежденные огнем деревья успешно произрастают уже 12 лет после пожара.

Иная картина наблюдается на лесосеменной плантации, где коэффициенты вариации более низкие по всем таксационным признакам, за исключением величин КОП, различающихся в 2 раза. Такое соотношение свидетельствует об ускоренном развитии деревьев на лесосеменной плантации.

Парная корреляционная связь величин исследуемого признака комплексного оценочного показателя (КОП) с другими таксационными показателями отображена в таблице 2.

Таблица 2

Корреляционная зависимость таксационных показателей на объектах

Таксационные показатели	Объект	Диаметр ствола, см	Высота дерева, м	Высота прикрепления живой ветви, м	Протяженность кроны, %	Диаметр кроны, м	Объем ствола, м <sup>3</sup>
Высота дерева, м	ИК	0,53	-	-	-	-	-
	ЛП	0,22	-	-	-	-	-
Высота прикрепления живой ветви, м	ИК	-0,60	-0,08	-	-	-	-
	ЛП	-0,25	0,15	-	-	-	-
Протяженность кроны, %	ИК	0,69	0,29	-0,96	-	-	-
	ЛП	0,30	0,11	-0,96	-	-	-
Диаметр кроны, м	ИК	0,84	0,49	-0,72	0,80	-	-
	ЛП	0,43	0,35	-0,40	0,50	-	-
Объем ствола, м <sup>3</sup>	ИК	0,96	0,62	-0,59	0,68	0,82	-
	ЛП	0,92	0,51	-0,21	0,33	0,50	-
Комплексный оценочный показатель (КОП), см/см <sup>2</sup>	ИК	-0,91	-0,39	0,56	-0,63	-0,78	-0,79
	ЛП	-0,86	0,01	0,17	-0,16	-0,24	-0,70

Примечание. ИК – испытательные культуры; ЛП – лесосеменная плантация

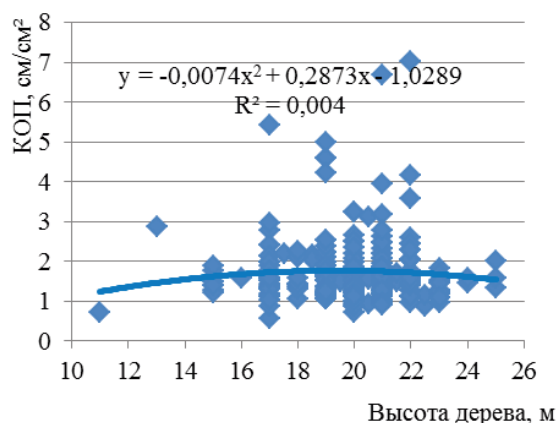
Корреляционная связь величин исследуемого признака КОП с таксационными показателями в испытательных культурах подчеркивает значительную роль в оценке состояния развития насаждения таких такса-

ционных показателей, как диаметр ствола ( $r = -0,91$ ), диаметр кроны ( $r = -0,78$ ), объем ствола ( $r = -0,79$ ), протяженность кроны ( $r = -0,63$ ). При этом диаметр кроны зависит от величин следующих показателей: диаметр

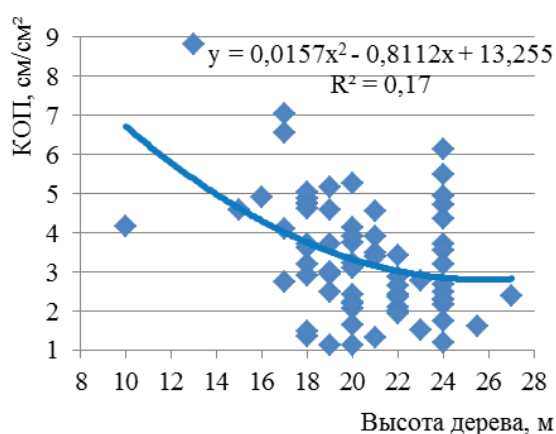
ствола ( $r = 0,84$ ), протяженность кроны ( $r = 0,80$ ) и высота прикрепления живой ветви ( $r = -0,72$ ). Видно, что на формирование высоты дерева здесь оказывает влияние диаметр ствола ( $r = 0,53$ ).

При оценке состояния (КОП) лесосеменной плантации из ряда важных таксационных показателей влиятельными остаются лишь диаметр ствола ( $r = -0,86$ ) и его объем

( $r = -0,70$ ). В целом по всем таксационным показателям корреляционные связи здесь на порядок ниже, что подчеркивает значительное ослабление роли взаимовлияния деревьев друг на друга. Это видно на рисунке 2 из соотношения показателей КОП с высотами деревьев на объектах, отображающих диапазоны размещения основного количества деревьев, как по их высотам, так и величинам КОП.



Лесосеменная плантация



Испытательные культуры

Рис. 2. Соотношения высот деревьев с величинами их КОП

На лесосеменной плантации деревья сосредоточены в узком диапазоне величин КОП от 0,56 до 2,97 при распределении по высоте деревьев от 17 до 23 м, в испытательных культурах эти значения составляют от 1,1 до 5,0 при высоте от 18 до 24 м.

Размещение деревьев на лесосеменной плантации, которое следует рассматривать как закономерность в их расположении, определяемом типом лесорастительных условий, биологией вида и структурой, не обеспечивает экономически выгодного результата по величине объема древесины (244 м³/га). Следует принять во внимание, что по материалам опубликованных работ [17, 20], в условиях интродукции значительный прирост в высоту у псевдотсуги наблюдается с 10–15-летнего возраста. С целью проявления биологических особенностей вида при размещении 5 × 8 м необходимо использовать на одно посадочное место не менее 3 саженцев, либо применить обрезку цен-

трального побега на начальном этапе до возраста 8–10 лет для формирования двух стволов. Такие методы обеспечат заметное увеличение запаса стволовой древесины до 465 м³/га с сохранением пространства между деревьями для осуществления сбора семян на раннем этапе и закладки по широкому междурядью (8 м) рядов культур последующего поколения под пологом деревьев. При этом оправдываются затраты за счет успешной приживаемости посадочного материала в результате созданного микроклимата.

У деревьев исследуемого вида ежегодно наблюдается семеношение. На объектах выявлен обильный самосев на лесосеменной плантации (рис. 3а) и подрост на сопредельных с испытательными культурами территориях, где создается полутень кустарниками и молодняком лиственных пород, особенно березы, а также тенью крон деревьев на опушках (рис. 3б).



Рис. 3. Самосев псевдотсуги на лесосеменной плантации (а); подрост на сопредельных с испытательными культурами территориях (б)

Можно отметить, что естественное возобновление псевдотсуги в Европе также не является локальным и недавним явлением: оно уже было зафиксировано в Австрии, Болгарии, Франции, Германии, Швейцарии, Великобритании, Италии и Чехословакии с 50-х годов прошлого столетия, а также за пределами Европы – в Аргентине, Чили и Новой Зеландии [29]. В зарубежной практике имеет место использование естественного возобновления как метода лесокультурного производства [5, 27, 28]. В нашем случае даже при наличии обильного самосева не следует ожидать положительных результатов лесовосстановления из-за участвовавших жестких осенних засух со значительным иссушением почвы под пологом насаждения.

При рассмотрении дальнейшей перспективы использования объекта семеноводства (в нашем случае – лесосеменной плантации) с целью получения древесины при наступлении возраста ограничения его эксплуатации и достижении значительной высоты, препятствующей сбору семян, необходимо учиты-

вать такие показатели, как диаметр сучьев и их количество в нижней, наиболее ценной части ствола.

Из зарубежной практики требования, предъявляемые с целью получения высококачественного материала из древесины, можно обозначить следующим образом: прореживание в насаждении должно проводиться относительно рано, в зависимости от количества исходных деревьев и при достижении высот от 12 до 15 метров; средняя ширина годичного кольца не должна превышать 8 мм [5, 6]; критический предел диаметра сучьев – не более 4 см для здоровых ветвей, который достигается при исходном количестве деревьев свыше 1000 шт./га [27].

В нашем случае на лесосеменной плантации после удаления ветвей деревьев до высоты 2,0 м (рис. 4) получены следующие средние величины по таким показателям, как:

- возраст для достижения высоты 2 м – 9,1 года;
- общее количество сучьев – 19,5 шт.;
- диаметр сучка – 3,4 см;
- текущий прирост в высоту – 22,1 см.



Рис. 4. Лесосеменная плантация псевдотсуги до обрезки ветвей (а) и после (б)

Поднятие кроны на 2 метра на лесосеменной плантации показало, что диаметры сучьев в комлевой части ствола находятся в допустимых пределах для получения ценного пиловочника. При этом следует считать вполне достаточным подъем кроны на высоту 2 м, обеспечивающую прохождение техники и создание отеняющего эффекта на почву для сохранения влаги, в отличие от затратной европейской технологии по удалению ветвей до высоты 10–15 м в случаях с ограниченным до минимума числом деревьев. О дальнейших величинах диаметров и количестве сучьев с увеличением высоты деревьев на объекте можно судить по корреляции диаметра сучка со следующими показателями: возрастом ( $r = -0,47$ ); количеством сучьев ( $r = -0,26$ ); диаметром ствола ( $r = -0,58$ ) и высотой дерева ( $r = -0,73$ ).

Как показывает наш опыт, ограничение числа деревьев на объектах не способствует значительному увеличению высот (см. табл. 1). В отношении заявленной первоначальной густоты испытательных культур – 1600 шт./га – не наблюдается расхождения с мнением немецких лесоводов [22, 27, 31], рекомендующих такую в пределах от 1000 до 2000. Также необходимо отметить, что к насаждениям из псевдотсуги можно применять возраст рубки 40–50 лет [25]. В работе Я.М. Шляхты [17] проведена сравнительная экономическая оценка насаждений псевдо-

тсуги 30–70-летнего возраста и наиболее распространенных в Карпатах еловых насаждений с принятым возрастом рубки 80 лет. Несмотря на более высокие первоначальные инвестиции в создание культур псевдотсуги по сравнению с еловыми, уже через 50 лет рентабельность выращивания этого интродукта превосходит таковую 80-летних еловых культур на 10,5 %. К 70 годам этот показатель увеличивается до 44,2 %. Тенденция к росту ежегодного дохода от насаждений псевдотсуги с превышением такового по сравнению с еловыми наблюдается вплоть до 50-летнего возраста, после которого начинает снижаться.

#### Заключение

В результате исследования, на основании полученных величин таксационных показателей можно утверждать, что псевдотсуга Мензиса – это отзывчивая на благоприятные изменения экологических условий порода с продуктивным высоким запасом стволовой древесины (698 м<sup>3</sup>/га) к возрасту 57 лет (испытательные культуры). Достаточно высокая сохранность на объектах: в испытательных культурах – 57,6 % и на лесосеменной плантации – 73,2 % при категориях санитарного состояния 1,5 и 1,2, соответственно, подчеркивают благоприятное протекание адаптационных процессов в насаждениях. Также подтверждением этому служит ежегодное семеноше-

ние с последующим обильным самосевом как на лесосеменной плантации при наличии зон открытого пространства, так и за пределами объектов, в составе мягколиственных пород.

При лесокультурном производстве псевдотсуги можно принять за основу размещение посадочных мест  $2,5 \times 2,5$  м (1600 шт.), способствующее проявлению потенциала интродуцируемого вида. Обращает на себя внимание, что на основании корреляционной связи величин комплексного оценочного показателя (КОП) с таксационными показателями в испытательных культурах значительную роль в оценке состояния развития насаждения имеют такие таксационные показатели, как диаметр ствола ( $r = -0,91$ ), диаметр кроны ( $r = -0,78$ ), объем ствола ( $r = -0,79$ ), протяженность кроны ( $r = -0,63$ ) при среднем и высоком уровнях изменчивости показателей диаметра ствола (14,8 %) и высоты дерева (26,8 %). Более широкий диапазон величин КОП в испытательных культурах (от 1,1 до 5,0), чем на лесосеменной плантации (от 0,6 до 3,0), несмотря на больший возраст, указывает на незавершенный процесс дифференциации деревьев при почти одинаковом диапазоне высот деревьев на объектах.

В отличие от испытательных культур при оценке состояния (КОП) лесосеменной плантации из ряда важных таксационных показателей влиятельными при корреляционной зависимости остаются лишь диаметр ствола ( $r = -0,86$ ) и его объем ( $r = -0,70$ ), а также на порядок ниже испытательных культур коэффициенты вариации

таких признаков, как диаметр ствола (18,5 %) и высота дерева (10,7 %).

Для получения семенного материала на объектах семеноводства при размещении посадочных мест  $5 \times 8$  м необходимо считать целесообразным осуществление групповой посадки 3-х саженцев на одно посадочное место с расстоянием не менее 1 м друг от друга. Другим вариантом – уже при одинарной посадке, преследуя цель формирования двух стволов у дерева, должно иметь место проведение обрезки центрального проводника на ранней стадии развития. В обоих случаях применяемые приемы исключают потери по запасу стволовой древесины и обеспечивают возможность заготовки семян.

Поднятие кроны на 2 метра на лесосеменной плантации показало, что диаметры сучьев в комлевой части ствола находятся в допустимых пределах для получения ценного пиловочника. При этом подъем кроны на высоту 2 м следует считать вполне достаточным, поскольку при этом обеспечивается прохождение техники и создание отеняющего эффекта на почву для сохранения влаги, в отличие от затратной европейской технологии по удалению ветвей до высоты 10–15 м в случаях с ограниченным до минимума числом деревьев.

Учитывая полученную характеристику поведения вида в условиях адаптации, можно возлагать большие надежды на создание из псевдотсуги Мензиса как производственных культур, так и объектов семеноводства в контексте прогнозируемого изменения климата.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анучин, Н.П. Сортиментные и товарные таблицы. 7-е изд., перераб. и доп. / Н.П. Анучин. – М. : Лесная пром-сть, 1981. – 536 с.
2. Болотов, Н.А. Лесная интродукция. Экология, лесоводственные особенности, районирование, перспективы внедрения лесообразующих экзотов / Н.А. Болотов, Д.И. Щеглов, А.Б. Беляев. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2005. – 496 с.
3. Высоцкий, К.К. Закономерности строения смешанных древостоев / К.К. Высоцкий. – М. : Гослесбумиздат, 1962. – 177 с.
4. Данчева, А.В. Использование комплексного оценочного показателя при оценке состояния сосняков государственного лесного природного резервата «Семей Орманы» / А.В. Данчева, С.В. Залесов // Изв. С.-Петерб. лесотехнич. акад. – 2016. – Вып. 215. – С. 41–54. – DOI: 10.21266/2079-4304.2016.215.41-54.

5. Каппер, О.Г. Хвойные породы (лесоводственная характеристика) / О.Г. Каппер. – М.–Л. : Гослесбумиздат, 1954. – 304 с.
6. Калуцкий, К.К. Древесные экзоты и их насаждения : Справочное издание / К.К. Калуцкий, Н.А. Болотов, Д.М. Михайленко. – М. : Агропромиздат, 1986. – 271 с.
7. Крекова, Я.А. Лжетсуга (*Pseudotsuga* Сарт.) в коллекционных насаждениях Северного Казахстана / Я.А. Крекова, С.В. Залесов // Леса России и хозяйство в них. –2016. – № 3 (58). – С. 47–52.
8. Левин, И.С. Оценка развития псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в условиях лесостепного района европейской части России / И.С. Левин // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 2 (78). – С. 73–81. – DOI: [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2024\\_2\\_73-81](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_73-81).
9. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале) / С.А. Мамаев. – М. : Наука, 1973. – 284 с.
10. Русин, Н.С. Селекция псевдотсуги Мензиса для создания лесосеменной базы в ЦЧО / Н.С. Русин, В.И. Ширяев // Генетика и селекция – на службе лесу. Мат-лы Международ. научно-практ. конф. Воронеж : НИИЛГиС, Квадрат, 1997. – С. 275–279.
11. Семенютина, А.В. Ретроспективный анализ интродукции *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco для прогноза эффективности её применения в Нижнем Поволжье / А.В. Семенютина, Д.В. Сапронова // Вопросы экологии. – 2022. – № 12 (1). – С. 81–102. – DOI: <https://doi.org/10.25726/j4449-9021-1960-y>.
12. Справочник по декоративным деревьям и кустарникам европейской части СССР / Под ред. Черникова И.А. – М. : Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1953. – 530 с.
13. Ткаченко, М.Е. Общее лесоводство / М.Е. Ткаченко. – М.–Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 598 с.
14. Третьяков, Н.В. Справочник таксатора: Таблицы для таксации леса / Н.В. Третьяков, П.В. Горский, Г.Г. Самойлович. – М.–Л. : Гослесбумиздат, 1952. – 854 с.
15. Тюрин, А.В. Основы хозяйства в сосновых лесах / А.В. Тюрин. – М.–Л. : Гослесбумиздат, 1952. – 112 с.
16. Швиденко, А.З. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии / А.З. Швиденко. – Киев : Урожай, 1987. – 560 с.
17. Шляхта, Я.М. Сравнительная экономическая оценка насаждений дугласии и ели в Карпатах / Я.М. Шляхта // Изв. вузов. Лесн. журнал. – 1985. – № 3. – С. 107–109.
18. Шульга, В.Д. К обоснованию приемов создания заведомо устойчивых древостоев в степи / В.Д. Шульга // Изв. вузов. Лесной журнал. – 2007. – № 5. – С. 23–27.
19. Bastien, J. Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) / J. Bastien, L. Sanchez, D. Michaud. In: Pâques, L. (ed.) Managing Forest Ecosystems. – 2013. – Vol. 25. Springer, Dordrecht. – P. 325–369. – DOI: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-6146-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6146-9_7).
20. Carl, C. Ertragskundliche und dendrochronologische Untersuchungen des Internationalen Douglasien-Provenienzversuchs von 1961 in Kranichfeld (Thüringen, Deutschland) bis Alter 57 Jahre / C. Carl, G. Jetschke, A. Nicke, K. Kahlert // Forstarchiv 88. – 2017. – Heft 3. – S. 91–101. – DOI: 10.4432/0300-4112-88-91.
21. Englisch, M. Die Douglasie – Für und Wider aus standortkundlicher Sicht / M. Englisch // BFW-Praxisinformation. – 2008. – № 16, S. 6–8. – URL: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/standortkunde/douglasie-fuer-und-wider> (дата обращения: 26.11.2024).
22. Klädtke, J. Wachstum und Wertleistung der Douglasie in Abhängigkeit von der Standraumgestaltung / J. Klädtke // Schweiz Z. Forstwes. – 2012. – Vol. 163, № 3. – S. 96–104. – DOI: 10.3188/szf.2012. 0096.
23. Kohnle, U. Douglasienanbau in Südwest-Deutschland: waldbauliche Erfolgsfaktoren / U. Kohnle // BFW – Praxisinformation. – 2007. – № 16. – S. 12–13. – URL: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/bestandspflege/douglasienanbau-in-suedwest-deutschland> (дата обращения: 24.09.2024).

24. Kohnle, U. Stand des koordinierten Douglasien–Standraumversuchs in Baden–Württemberg / U. Kohnle, A. Ehring // LWF Wissen. – 2008. – № 59. – S. 49–56. – URL: [waldbau/024563/index.php](http://waldbau/024563/index.php) (дата обращения: 26.11.2024).
25. Oberer, F. Douglasienanbau im Schwarzwald / F. Oberer // Wald Holz. – 2011. – Vol. 92, № 4. – S. 32–35. – URL: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/bestandesspflege/douglasienanbau-im-schwarzwald> (дата обращения: 03.06.2025).
26. Püttmann, K. Die Douglasie in ihrer Heimat / K. Püttmann // FVA–einblick. – 2010. – № 3. – S. 3–5. – URL: <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/nadelbaeume/die-douglasie-in-ihrer-heimat> (дата обращения: 03.06.2025).
27. Ruge, F. Douglasien–Naturverjüngung unter Schirm / F. Ruge, A. Nicke, U. Kohnle // AFZ–Der Wald. – 2019. – № 17. – S. 42–46. – URL: <https://www.waldwissen.net/en/forestry/silviculture/forest-regeneration/douglasien-naturverjuengung-kein-sicherer-stand-bei-konkurrenz-und-ueberschirmung> (дата обращения: 03.06.2025).
28. Schirmer, R. Douglasie – Erfahrungen mit deutschen und nordamerikanischen Herkünften / R. Schirmer, K. Faust // LWF aktuell. – 2023. – № 142. – S. 21–23. – URL: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/waldgenetik/douglasie-erfahrungen-mit-deutschen-und-nordamerikanischen-herkuenften> (дата обращения: 03.03.2025).
29. Schmid, M. Ecological consequences of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) cultivation in Europe / M. Schmid, M. Pautasso, O. Holdenrieder // European Journal of Forest Research. – 2013. – Vol. 133, № 1. – P. 13–29. – DOI: 10.1007/s10342-013-0745.
30. Schönauer, H. Waldbau mit Douglasie / H. Schönauer // BFW-Praxisinformation. – 2008. – № 16. – S. 9–11. – URL: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/bestandesspflege/waldbau-mit-douglasi> (дата обращения: 07.02.2025).
31. Spellmann, H. Zum Einfluss von Ausgangsbaumzahl und Pflanzverband. Auf die Jugendentwicklung von Douglasienbeständen / H. Spellmann, J. Nagel // Forst und Holz. – 1989. – № 17. – S. 155–159. – URL: [https://www.nw-fva.de/fileadmin/nwfva/publikationen/pdf/weller\\_2006\\_abschliesende\\_auswertung.pdf](https://www.nw-fva.de/fileadmin/nwfva/publikationen/pdf/weller_2006_abschliesende_auswertung.pdf) (дата обращения: 07.02.2025).
32. Spiecker, H. Douglas-fir – an option for Europe. What Science Can Tell Us / H. Spiecker, M. Lindner, J. Schuler [ed.]. EFI. European Forest Institute. – 2019. – 121 p. – URL: [https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2019/efi\\_wsctu9\\_2019.pdf](https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2019/efi_wsctu9_2019.pdf) (дата обращения: 01.06.2025).
33. Hintsteiner, W. The geographic origin of old Douglas-fir stands growing in Central Europe / W. Hintsteiner, C. Neophytou, S. Schueler // European Journal of Forest Research. – 2018. – Vol. 137, № 3. – P. 447–461. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s10342-018-11>.
34. Höltken, A. Douglasie ist nicht gleich Douglasie – zur Bedeutung von Herkünften und genetischen Ressourcen / A. Höltken, M. Hofmann, W. Steiner In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.), Waldzustandsbericht für Niedersachsen, 2023. – S. 40–43. – URL: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/waldgenetik/douglasienherkuenfte-und-genressourcen> (дата обращения: 22.12.2024).

## REFERENCES

1. Anuchin N.P. Sort and commodity tables. 7<sup>th</sup> ed., revised and add. Moscow, Forest industry, 1981, 536 p. (In Russian).
2. Bolotov N.A., Shcheglov D.I., Belyaev A.B. Forest introduction. Ecology, forestry features, zoning, prospects for the introduction of forest-forming exotics. Voronezh, Voronezh State University, 2005, 496 p. (In Russian).

3. Vysotsky K.K. Patterns of structure of mixed stands. Moscow, Goslesbumizdat, 1962, 177 p. (In Russian).
4. Dancheva A.V., Zalesov S.V. Use of a comprehensive assessment indicator in assessing the condition of pine forests of the Semey Ormany state forest natural reserve. *News of the St. Petersburg Forest Technical Academy [Izv. S. Peterb. lesotekhnich. akad.]*, 2016, iss. 215, pp. 41–54. DOI: 10.21266/2079–4304.2016.215.41–54. (In Russian).
5. Capper O.G. Coniferous species (forest characteristics). Moscow, Leningrad, Goslesbumizdat, 1954, 304 p. (In Russian).
6. Kalutsky K.K., Bolotov N.A., Mikhailenko D.M. Wood Exotics and their Plantings: Reference Edition. Moscow, Agropromizdat, 1986, 271 p. (In Russian).
7. Krekova Ya.A., Zalesov S.V. *Pseudotsuga* Carr. in the collection plantations of Northern Kazakhstan. *Forests of Russia and the economy in them [Les Rossii i hozyajstvo v nih.]*, 2016, no. 3 (58), pp. 47–52. (In Russian).
8. Levin I.S. Assessment of the development of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco in the forest-steppe region of the European part of Russia. *Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy [Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii]*, 2024, no. 2 (78), pp. 73–81. DOI: [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2024\\_2\\_73-81](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_73-81). (In Russian).
9. Mamaev S.A. Forms of intraspecific variability of woody plants (using the example of the Pinaceae family in the Urals). Moscow, Science, 1973, 284 p. (In Russian).
10. Rusin N.S., Shiryayev V.I. Selection of Menzies pseudotsugi to create a forest-sowing base in the Central District Council. *Genetics and selection are in the service of the forest. Proceedings of the International Scientific and Practical Conf. [Genetika i selekciya – na sluzhbe lesu. Mat-ly Mezhdunarod. nauchno-prakt. konf.]*, Voronezh, NIILGiS, Kvadrat, 1997. pp. 275–279. (In Russian).
11. Semenyutina A.V., Sapronova D.V. Retrospective analysis of the introduction of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco to predict the effectiveness of its use in the Lower Volga region. *Contemporary Problems of Ecology [Voprosy ekologii]*, 2022, no. 12 (1), pp. 81–102. DOI: <https://doi.org/10.25726/j4449-9021-1960-y>. (In Russian).
12. Handbook on ornamental trees and shrubs of the European part of the USSR / Ed. Chernikova I.A. Moscow, Publishing House of the Ministry of Public Utilities of the RSFSR, 1953, 530 p. (In Russian).
13. Tkachenko M.E. General forestry. Moscow, Leningrad, Goslesbumizdat, 1952, 598 p. (In Russian).
14. Tretyakov N.V., Gorsky P.V., Samoilovich G.G. Taxator's Handbook: Tables for forest taxation. Moscow, Leningrad, Goslesbumizdat, 1952, 854 p. (In Russian).
15. Tyurin A.V. Fundamentals of farming in pine forests. Moscow, Leningrad, Goslesbumizdat, 1952, 112 p. (In Russian).
16. Shvidenko A.Z. Normative reference materials for taxing forests of Ukraine and Moldova. Kyiv, Harvest, 1987, 560 p. (In Russian).
17. Shlyakhta Ya.M. Comparative economic assessment of the plantings of douglas and spruce in the Carpathians. *News of universities. Forestry journal [Izv. vuzov. Lesn. zhurnal]*, 1985, no. 3, pp. 107–109. (In Russian).
18. Shulga V.D. To substantiate the methods of creating deliberately stable stands in the steppe. *News of universities. Forestry journal [Lesnoj zhurnal]*, 2007, no. 5, pp. 23–27. (In Russian).
19. Bastien J., Sanchez L., Michaud D. Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). In: Pâques, L. (eds). Forest Tree Breeding in Europe. Managing Forest Ecosystems. 2013, vol. 25. Springer, Dordrecht, pp. 325–369. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-6146-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6146-9_7).
20. Carl C., Jetschke G., Nicke A., Kahlert K. Ertragskundliche und dendrochronologische Untersuchungen des Internationalen Douglasien-Provenienzversuchs von 1961 in Kranichfeld (Thüringen, Deutschland) bis Alter 57 Jahre. *Forstarchiv* 88, 2017, heft 3, pp. 91–101. DOI: 10.4432/0300-4112-88-91.

21. Englisch M. Die Douglasie – Für und Wider aus standortkundlicher Sicht. *BFW-Praxisinformation*, 2008, no. 16, pp. 6–8. URL: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/standortskunde/douglasie-fuer-und-wider> (date of access: 26.11.2024).
22. Klädtke J. Wachstum und Wertleistung der Douglasie in Abhängigkeit von der Standraumgestaltung. *Schweiz Z. Forstwes*, 2012, vol. 163, no. 3, pp. 96–104. DOI: 10.3188/szf.2012.0096.
23. Kohnle U. Douglasienanbau in Südwest-Deutschland: waldbauliche Erfolgsfaktoren. *BFW – Praxisinformation*, 2007, no. 16, pp. 12–13. URL: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/bestandesspflege/douglasienanbau-in-suedwest-deutschland> (date of access: 24.09.2024).
24. Kohnle U., Ehring A. Stand des koordinierten Douglasien-Standraumversuchs in Baden-Württemberg. *LWF Wissen*, 2008, no. 59, pp. 49–56. URL: <https://www.lwf.bayern.de/waldbau-bergwald/waldbau/024563/index.php> (date of access: 26.11.2024).
25. Oberer F. Douglasienanbau im Schwarzwald. *Wald Holz.*, 2011, vol. 92, no. 4, pp. 32–35. URL: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/bestandesspflege/douglasienanbau-im-schwarzwald> (date of access: 03.06.2025).
26. Püttmann K. Die Douglasie in ihrer Heimat. *FVA-einblick*, 2010, no. 3, pp. 3–5. URL: <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/nadelbaeume/die-douglasie-in-ihrer-heimat> (date of access: 03.06.2025).
27. Ruge F., Nicke A., Kohnle U. Douglasien–Naturverjüngung unter Schirm. *AFZ–Der Wald*, 2019, no. 17, pp. 42–46. URL: <https://www.waldwissen.net/en/forestry/silviculture/forest-regeneration/douglasien-naturverjuengung-kein-sicherer-stand-bei-konkurrenz-und-ueberschirmung> (date of access: 03.06.2025).
28. Schirmer R.; Faust K. Douglasie – Erfahrungen mit deutschen und nordamerikanischen Herkünften. *LWF aktuell*, 2023, no. 142, pp. 21–23. URL: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/waldgenetik/douglasie-erfahrungen-mit-deutschen-und-nordamerikanischen-herkuenften> (date of access: 03.03.2025).
29. Schmid M., Pautasso M., Holdenrieder O. Ecological consequences of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) cultivation in Europe. *European Journal of Forest Research*, 2013, vol. 133, no. 1, pp. 13–29. DOI: 10.1007/s10342–013–0745.
30. Schönauer H. Waldbau mit Douglasie. *BFW-Praxisinformation*, 2008, no. 16, pp. 9–11. URL: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/bestandesspflege/waldbau-mit-douglasi> (date of access: 07.02.2025).
31. Spellmann H., Nagel J. Zum Einfluss von Ausgangsbaumzahl und Pflanzverband. Auf die Jugendentwicklung von Douglasienbeständen. *Forst und Holz.*, 1989, no. 17, pp. 155–159. URL: [https://www.nw-fva.de/fileadmin/nwfva/publikationen/pdf/weller\\_2006\\_abschliesende\\_auswertung.pdf](https://www.nw-fva.de/fileadmin/nwfva/publikationen/pdf/weller_2006_abschliesende_auswertung.pdf) (date of access: 07.02.2025).
32. Spiecker H., Lindner M., Schuler J. [ed.]. Douglas-fir – an option for Europe. What Science Can Tell Us. *EFI. European Forest Institute*, 2019, 121 p. URL: [https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2019/efi\\_wsctu9\\_2019.pdf](https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2019/efi_wsctu9_2019.pdf) (date of access: 01.06.2025).
33. Hintsteiner W., Neophytou C., Schueler S. The geographic origin of old Douglas-fir stands growing in Central Europe. *European Journal of Forest Research*, 2018, vol. 137, no. 3, pp. 447–461. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10342–018–11>.
34. Höltken A., Hofmann M., Steiner W. Douglasie ist nicht gleich Douglasie – zur Bedeutung von Herkünften und genetischen Ressourcen. In: *Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.), Waldzustandsbericht für Niedersachsen*, 2023, pp. 40–43. URL: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/waldgenetik/douglasienherkuenfte-und-genressourcen> (date of access: 22.12.2024).

Статья поступила в редакцию 10.07.2025