

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Центральный ботанический сад

В. И. Торчик, Г. А. Холопук

ИНТРОДУКЦИЯ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА
(*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)
В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

 Минск
«Беларуская навука»
2013

УДК 630.2:582.47

Торчик, В. И. Интродукция псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в условиях Беларуси / В. И. Торчик, Г. А. Холопук. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 119 с. – ISBN 978-985-08-1573-6.

В монографии обобщен мировой и отечественный опыт выращивания псевдотсуги Мензиса вне естественного ареала. Представлены экспериментальные данные по росту, развитию, плодоношению, устойчивости и продуктивности вида в условиях Беларуси.

Приводятся практические рекомендации по семенному и вегетативному размножению, использованию регуляторов роста при выращивании посадочного материала, созданию лесных культур и лесосеменных участков.

Для научных работников, специалистов лесного хозяйства, дендрологов и студентов.

Табл. 23. Ил. 65. Библиогр.: 263 назв.

Р е ц е н з е н т ы:

доктор биологических наук Н. Ф. Ловчий
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Л. Н. Рожков

ISBN 978-985-08-1573-6

© Торчик В. И., Холопук Г. А., 2013
© Оформление. РУП «Издательский дом
«Беларуская навука», 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

Общеизвестной является огромная средообразующая и народнохозяйственная роль древесных растений. Особое место среди них занимают хвойные виды. Достаточно трудно переоценить их значимость в лесоводстве. Большинство хвойных являются важными лесообразующими породами, древесина которых характеризуется высокой технической ценностью. Отдельные обладают исключительной быстротой роста и относительно низкой требовательностью к условиям произрастания. Однако многие из них имеют ограниченное распространение и произрастают лишь в своих флористических областях.

В Беларуси леса занимают около 40 % территории [1], являясь одним из основных богатств республики как наиболее важный возобновляемый природный источник сырья и энергии [2]. Однако видовой состав лесов достаточно ограничен и представлен лишь двумя хвойными лесообразующими видами – сосной обыкновенной и елью европейской. Вместе с тем природные условия Беларуси благоприятны для произрастания многих хвойных растений.

В то же время спрос на высококачественную древесину для нужд народного хозяйства с каждым годом возрастает. Увеличиваются объемы ее экспорта. Значительная роль на современном этапе отводится древесине и в деле обеспечения энергетической безопасности страны. В связи с чем «Государственной программой развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 годы» и «Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы» повышение продуктивности и качества лесов определены основными задачами отрасли [3; 4].

Один из путей их решения – использование при лесовыращивании быстрорастущих высокопродуктивных интродуцентов [5]. Целенаправленное их внедрение в лесокультурное производство способствует повышению общей продуктивности лесов, качества получаемой продукции и интенсификации искусственного лесовыращивания, что является общепризнанным в мировой лесоводственной практике.

Следует отметить, что интродуцированные древесные растения нашли широкое применение в лесном хозяйстве стран Западной Европы, Балтии, России, Украины и др. [6–10].

Использование экзотов при лесовыращивании способствует также увеличению биоразнообразия лесов, являясь тем самым важной предпосылкой как к повышению их эстетических и рекреационных функций, так и устойчиво-

сти к неблагоприятным факторам среды, что чрезвычайно важно в условиях постоянно растущего антропогенного влияния.

За последнее столетие в лесные насаждения республики было введено 39 видов интродуцированных древесных растений [11–14], однако масштабы внедрения большинства из них незначительны и весомого значения для лесного хозяйства страны не имеют.

Опыт культивирования интродуцентов на территории республики показал, что одним из наиболее перспективных видов для выращивания в лесных культурах может стать псевдотсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) [13; 15; 16], способная формировать вне ареала насаждения с общим запасом к возрасту спелости более 1000 м³/га [17–21]. В Беларуси она не получила широкого распространения и встречается лишь в озеленительных и небольших по площади лесных посадках. Введение породы в отечественную лесоводственную практику сдерживается, главным образом, недостаточной изученностью биологических особенностей псевдотсуги Мензиса, а также отсутствием необходимой лесосеменной базы и эффективных технологий размножения на территории республики.

Представляется перспективным использование породы и при плантационном лесовыращивании, что позволит не только сократить оборот рубки технически ценной древесины, но и будет способствовать сохранению лесов гослесфонда, выполняющих природоохранные, экологические и ряд других важных функций.

В связи с этим актуальными являются вопросы изучения особенностей роста и развития псевдотсуги Мензиса в условиях культуры, проведение детальной оценки продуктивности и экономической эффективности ее выращивания по сравнению с основными лесобразующими видами, совершенствование способов семенного и вегетативного размножения.

В книге обобщен опыт культивирования вида вне ареала произрастания, а также приводятся многолетние экспериментальные данные этой высокопродуктивной породы.

Авторы признательны рецензентам доктору биологических наук Н. Ф. Ловчому и доктору сельскохозяйственных наук профессору Л. Н. Рожкову за ценные замечания и советы, позволившие улучшить книгу.

ОПЫТ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА

1.1. Систематика и характеристика насаждений в естественном ареале

Первооткрывателем псевдотсуги Мензиса считается шотландский натуралист Арчибальд Мензис (1754–1842), сын садовника одного из шотландских замков [22]. А. Мензис участвовал во множестве экспедиций в Южную Африку, а также на восточное и западное побережье Северной Америки. Во время одной из таких экспедиций в 1791 г. на острове Ванкувер им и были обнаружены насаждения этой породы [13]. Первое описание псевдотсуги принадлежит ботанику А. Ламберту и датируется 1803 г. [23]. Появление псевдотсуги Мензиса на европейском континенте связано с именем выдающегося шотландского ботаника, зоолога, проживавшего долгое время в Канаде, Дэвида Дугласа (1799–1834) [13]. Именно он приблизительно в 1830 г. первым привез семена породы в Европу, а также установил и описал ее отличия от других хвойных [7; 13; 24].

Таксономически псевдотсугу Мензиса изначально включали в состав родов: *Pinus*, *Abies*, *Picea* и *Tsuga*. В качестве самостоятельного рода она была выделена в 1857 г. Э. Кариэром и описана как *Pseudotsuga Douglasii* [23]. В настоящее время эту породу называют по имени ее первооткрывателя *Pseudotsuga menziesii*. Хотя во многих странах, особенно европейских, широко используется также название, связанное с именем Д. Дугласа – пихта Дугласа или дугласия.

Род *Pseudotsuga* относится к отделу голосеменные (*Pinophyta*), классу хвойные (*Pinopsida*), семейству сосновые (*Pinaceae* Lindl.) [25]. Долгое время в состав рода включали 18 видов, 12 из которых относили к североамериканским и 6 – к азиатским [8; 12; 26]. Позднее, с развитием систематики, состав рода был пересмотрен, и в ранге видов осталось только 6 видов псевдотсуги Мензиса [9; 23]. При этом к видам, происходящим из Северной Америки, относили 2 вида, к видам из Азии – 4. В настоящее время род разделяют на 5 видов – 2 североамериканских (*P. macrocarpa*, *P. menziesii*) и 3 азиатских (*P. brevifolia*, *P. forrestii*, *P. sinensis*), произрастающих в Западном и Юго-Западном Китае, на острове Тайвань и в Японии. Выделяется также и ряд разновидностей [27–29]. Ископаемые остатки древних членов рода найдены также в третичных отложениях на территории Европы [30].

Pseudotsuga macrocarpa (Vas.) Mayer – дерево высотой до 44 м с диаметром ствола до 2,3 м. Кора толстая, красновато-коричневая, глубоко-трещино-

ватая. Сучья длинные, раскидистые. Ветви свисающие. Почки глянцево-коричневые, крупные. Края почечных чешуек без бахромы. Молодые ветви красно-коричневые, нежно-опушенные или голые. Хвоя голубовато-зеленого цвета, 25–45 мм длиной и 1,0–1,5 мм шириной, чаще острая, сверху слегка морщинистая. Мужские цветки 25 мм длиной, светло-желтые. Шишки расположены на коротком, толстом черенке, 9–20 см длиной и 4–7 см толщиной. Семена 9–12 мм. Произрастает в Южной Калифорнии на скалистых отрогах гор на высоте от 200 до 2400 м над уровнем моря. Открыта в 1910 г. Теплолюбива [28; 30].

Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco – дерево высотой 90(100) м и до 4,4 м в диаметре, с узкой пирамидальной кроной. Кора бурая. Молодые побеги опушенные, с возрастом голые. Хвоя 1,5–3(4) см длиной и 1,0–1,5 мм шириной, от желто-зеленой до темно- или голубовато-зеленой, верхинка хвои от тупой до острой. Микростробила желто-красные. Шишки 4–10 см длиной и 3–3,5 см толщиной. Семена 5–6 мм. Крыло длиннее тела семени. Произрастает в западной части Северной Америки, северной части Мексики [28].

Pseudotsuga brevifolia W. C. Cheng & L. K. Fu – дерево 40–50 м высотой и 0,8–1,0 м в диаметре с коричневой чешуйчатой корой с продольными трещинами. Молодые веточки красновато-коричневые, которые по мере роста становятся светло-коричневыми или серыми. Хвоя расположена по спирали или нерегулярно, линейная, 0,7–2,0 см длиной и 2,0–3,2 мм шириной, вершина выемчатая. Шишки яйцевидные или яйцевидно-эллиптические 3,7–6,5 см длиной и около 3,4 см толщиной. Семена красновато-коричневые, включая крыло приблизительно 2 см длиной. Крыло блестящее, около 1 см длиной. Произрастает рассеянно на склонах и горных вершинах до 1300 м, на известковых и скалистых почвах [27].

Pseudotsuga forrestii Craib – дерево до 40 м высотой и до 80 см в диаметре. Кора темно-коричнево-серая, грубая, продольно глубокотрещиноватая. Веточки в молодом возрасте бледно-желтые или зеленовато-желтые, при высыхании красновато-коричневые, на 2–3 году светло-коричневые или коричнево-серые. Хвоя 2,8–5,5 см длиной и 1,3–1,8 (иногда до 2) мм шириной с клиновидной основой и выемчатой вершиной. Шишки яйцевидно-конические 5–8 см длиной и 4,0–5,5 см толщиной. Семена светло-коричневые, треугольно-яйцевидные. Произрастает в горах на высоте 2400–3300 м над уровнем моря. Древесина породы используется в строительстве, мостостроении, транспорте и мебельной промышленности, хорошо подходит для лесовыращивания [27].

Pseudotsuga sinensis Dode – дерево до 50 м высотой и до 1 м в диаметре. Молодые побеги опушенные, красновато-коричневого цвета. Почки не смолистые. Иголочки двухрядные, 20–25 мм длиной и около 2 мм шириной, на конце с насечками, сверху морщинистые, снизу с выделяющейся центральной жилкой и двумя белыми устьичными линиями. Шишки яйцевидные или коническо-яйцевидные 3,5–8,0 см длиной и 2,0–4,5 см толщиной, бледно-фиолетовые. Кроющие чешуйки короткие, прямые или загнутые назад. Семена с крылом

длиной 20–25 мм. Произрастает в Западном Китае в холмистой местности и в горах на высоте 800–2800 м, а иногда и 3300 м над уровнем моря. Классифицирован вид в 1914 г. В культуре встречается очень редко. В условиях Западной Европы не устойчив [27; 30].

Однако наиболее перспективным и хозяйственно ценным является все же североамериканский вид – псевдотсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco).

Естественно она произрастает на обширных территориях западной части Северной Америки от 55° с. ш. провинции Британская Колумбия до штатов Калифорния, Колорадо, северной части Мексики (рис. 1.1). В широтном направлении ареал породы простирается на 3800 км, а с запада на восток – на 1800 км. Также она встречается на островах Тихого океана. В горах псевдотсуга Мензиса поднимается в Британской Колумбии до высоты 1000 м, Каскадных горах – 1600, в штате Калифорния – 2250 м. Отдельные насаждения встречаются даже на высоте более 3000 м [6; 13; 26; 31]. Однако следует отметить, что 2/3 ее общего запаса все же сосредоточено между 42° и 51° с. ш., в так называемом районе псевдотсуги, где вид произрастает большими, зачастую чистыми, одновозрастными массивами [23].

В силу неоднородности ареала псевдотсуга Мензиса проявляет большую изменчивость морфологических и эколого-биологических признаков. Это послужило в свое время предпосылкой к выделению в пределах ее ареала трех видов: псевдотсуги зеленой, серой и сизой. В то же время другие авторы считали, что это лишь три разновидности рассматриваемого вида. Последнее было доказано в начале 1980-х годов на основании детальных морфологических исследований с применением цитологических данных [13]. Таким образом, на западе Северной Америки произрастает один вид. В пределах вида выделяются две разновидности: прибрежная (*Costal*, или *Coast Douglas-fir*) и горная (*Colorado*). Прибрежная разновидность характерна для лесов тихоокеанского побережья и поднимается в горы до высоты не более 1800 м



Рис. 1.1. Ареал псевдотсуги Мензиса

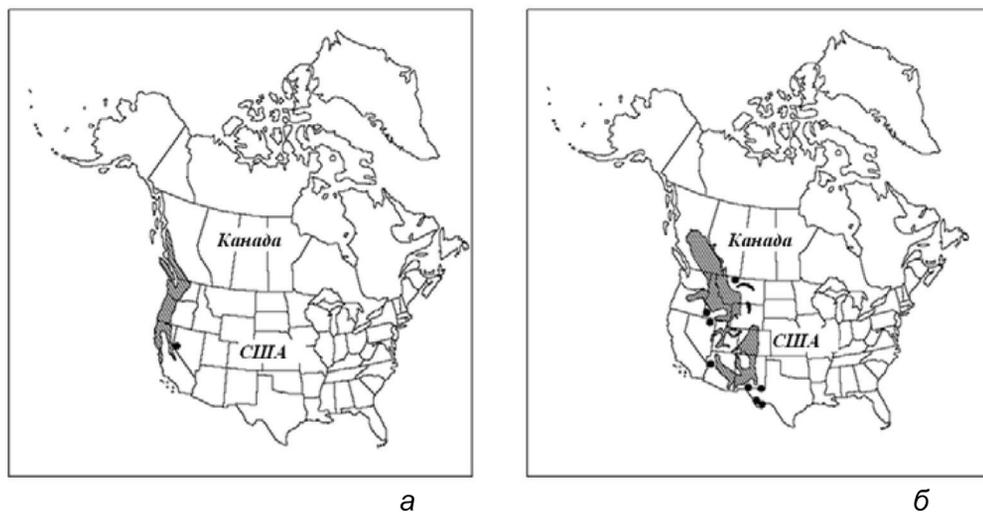


Рис. 1.2. Ареал разновидностей псевдотсуги Мензиса: а – прибрежная разновидность; б – горная разновидность

(рис. 1.2, а). Горная разновидность приурочена к скалистым горам и произрастает на высоте от 600 до 3000 м и более над уровнем моря (рис. 1.2, б) [28]. Существует также и их переходный тип (*Fraser River*) или, как еще его называют, среднегорная разновидность [32], произрастающий в бассейне реки Фрейзер [13]. В последнее время, однако, некоторые авторы склонны к объединению двух последних разновидностей под общим названием *Rocky Mountain Douglas-fir* [30; 33].

Прибрежная разновидность. *Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* Franco, syn. *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* Franco, *Pseudotsuga taxifolia* var. *viridis* Aschers et Graebn. – псевдотсуга Мензиса зеленая. Хвоя зеленая, мягкая, 15–30 мм длиной, заостренная, серповидно изогнутая, растет более или менее двухрядно. Шишки длиной 7–10 см, имеют около 50 семенных чешуй, кроющие чешуи шишек прямые, трехлопастные, расположены вдоль шишки. Семена длиной около 7 мм, приплюснутые, треугольные, красновато-коричневые. Ветви деревьев длинные, расположены горизонтально. Кора молодых деревьев гладкая, но к 25–30 годам покрывается глубоко-трещиноватой коричневой коркой.

Горная разновидность. *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* (Mayr) Franco, syn. *Pseudotsuga taxifolia* var. *glauca* (Beiss.) Schneider – псевдотсуга Мензиса сизая. Хвоя синеватая, тупая, длиной 15–22 мм, гуще, чем у зеленой разновидности, расположена под острым углом к побегу, расположение щеткообразное. Шишки длиной 4,5–7,5 см, имеют около 30 семенных чешуй. Кроющие чешуи шишек расположены перпендикулярно к шишке или чаще отогнуты к ее основанию. Семена длиной около 5 мм с широким крылышком. Ветви деревьев

отклонены к вершине. Крона густая. Корка на стволах образуется уже к 15–20 годам.

Среднегорная разновидность. *Pseudotsuga menziesii* var. *caesia* Franco, syn. *Pseudotsuga taxifolia* var. *caesia* Aschers et Graebn. – псевдотсуга Мензиса серая. Хвоя серая или серовато-зеленая, растет двухрядно. Шишки длиной около 5 см, овально-заостренные, кроющие чешуи шишек немного отогнуты в сторону. Семена длиной около 5 см. Ветви расположены горизонтально или немного приподняты на концах. Крона густая. Корка, образующаяся на стволах взрослых деревьев, более мощная, чем у зеленой разновидности.

Однако следует отметить, что морфологические признаки варьируют даже в пределах одной разновидности. Поэтому различить их зачастую достаточно проблематично. По мнению Д. М. Пирагса [23] и А. Т. Федорука [13], в качестве достоверных идентификационных признаков разновидности может служить форма размещения кроющих чешуй шишек (рис. 1.3).

На родине псевдотсуга Мензиса является быстрорастущей породой и занимает обширные территории. В связи с этим она очень популярна, особенно в США. По этой причине псевдотсуга была выбрана символом проходившего в 1969 г. в Сиэтле (США) XI Международного ботанического конгресса [30].

Псевдотсуга Мензиса отличается высокой продолжительностью жизни. Отдельные ее насаждения достигли возраста 700 и более лет. Имеются экземпляры в возрасте более 1000, а иногда и 1400 лет [18]. В высоту такие уникальные деревья достигают 115 м, в диаметре на высоте груди 4,5 м и имеют объем 250 м³ [9]. Высота самого высокого дерева псевдотсуги Мензиса, которое когда-либо находили, составляла 133 м. Данный экземпляр относился к числу самых высоких деревьев на Земле, однако до настоящего момента он не сохранился, к сожалению, был срублен [7]. Среди ныне растущих деревьев породы известен экземпляр, растущий в Райдервуде штата Вашингтон (США), высотой 98,7 м и в Олимпийском национальном парке США высотой 67,2 м с окружностью ствола 16,3 м и диаметром кроны 18 м [34].

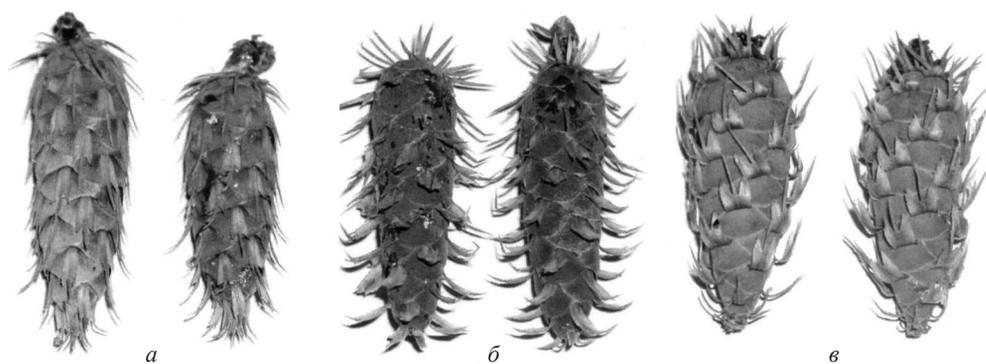


Рис. 1.3. Особенности расположения кроющих чешуй шишек разновидностей псевдотсуги Мензиса: а – var. *viridis*; б – var. *caesia*; в – var. *glauca*

О величественности псевдотсуги Мензиса говорят также и иные факты, зафиксированные в истории. Например, в Британской Колумбии дерево породы, поваленное в 1895 г., было высотой 127 м. Первая ветка отходила от ее ствола на высоте 90 м, а поперечник у корня был равен 7,5 м; на выставке в 1904 г. в американском городе Портленде был построен лесной музей, кровлю которого поддерживали колонны, вырезанные из стволов псевдотсуги Мензиса, высота их была 20,8 м, диаметр у основания около 2 м, а в верхнем отрезе 1,8 м. В 1910 г. недалеко от Споквалмского водопада дерево породы упало поперек ущелья, образовав естественный мост шириной около 3,5 м. Верхняя поверхность ствола была выровнена, и по ней с легкостью мог проехать экипаж [34].

Однако следует отметить, что по продуктивности прибрежная и горная разновидности все же отличаются. Так, в возрасте 200 лет первая имеет высоту 80 м и диаметр около 4 м, в то время как горная не выше 46 м и 1,2 м в диаметре [35]. В целом на родине зеленая разновидность псевдотсуги Мензиса по росту уступает лишь секвойедендрону и секвойе. Средняя ее высота в лесах, не подвергшихся антропогенному воздействию, колеблется в пределах 54–76 м, а диаметр – 120–182 см. Насаждения псевдотсуги Мензиса с запасом 1100 м³/га встречаются в естественном ареале часто уже в возрасте 100 лет. Наиболее продуктивные ее древостои в штатах Орегон и Вашингтон в возрасте 140 лет при I классе бонитета имеют запас более 1600 м³/га, II – 1200 и III – практически 900 м³/га [9; 36].

Активная разработка огромных лесных массивов породы на Тихоокеанском побережье началась во второй половине XIX в., после прокладки железных дорог, связавших промышленно развитый восток США и Канады с западом. В первое время заготовка древесины велась в огромных масштабах, и спасло леса от уничтожения лишь отсутствие в то время достаточных средств механизации труда. Впоследствии же был принят ряд законодательных актов, определяющих характер эксплуатации этих лесов. Однако они и сейчас являются одним из самых важных источников получения древесины в США и Канаде [30].

1.2. Опыт выращивания псевдотсуги Мензиса вне ареала

Начало интродукции псевдотсуги Мензиса в Европу пришлось на начало XIX в. и, как отмечалось ранее, связано с именем Д. Дугласа. Первые семена, из которых выращено большинство наиболее старых культур породы в Европе, происходили, вероятно, из района реки Колумбия. Здесь в форте Ванкувер долгое время и проживал Д. Дуглас. Однако имеется и значительное число культур неизвестного происхождения [23].

Первые в Европе культуры псевдотсуги Мензиса, созданные в начале XIX в. в Шотландии, уже в возрасте 90 лет имели запас 1000 м³/га [19]. Именно благодаря такой высокой интенсивности роста и исключительной продуктивно-

сти, зачастую превосходящей аборигенные виды, порода за довольно короткий промежуток времени была введена в лесные культуры практически всех европейских стран.

Наиболее широкое применение псевдотсуга Мензиса нашла в лесных культурах Германии. Здесь она занимает десятки тысяч гектаров. Особенно высокой продуктивностью характеризуются насаждения зеленой разновидности псевдотсуги Мензиса. При хорошем уходе она формирует насаждения, значительно превосходящие по диаметру и высоте аналогичные культуры ели того же бонитета [37; 38]. Последняя, в свою очередь, достигает лишь 51–70 % средней высоты, 77–91 % площади поперечного сечения и 50–61 % диаметра ствола псевдотсуги Мензиса [39; 40]. В целом по массе порода превосходит ель на 35–50 %, уступая ей лишь по числу стволов на 1 га [6]. На делювиальных почвах псевдотсуга Мензиса превосходит по запасу также и другие основные промышленные лесообразующие виды: сосну обыкновенную на 70–90 %, лиственницу японскую – на 60 и дуб – на 120 %. В хороших условиях произрастания насаждения псевдотсуги Мензиса уже в 60 лет при I классе бонитета формируют запас 595 м³/га, II – 476 и III – 307 м³/га. При этом средний прирост в 55–60 лет при I классе бонитета составляет 16,8 м³/га, II – 12,8 и III – 7,0 м³/га [41].

В условиях Германии порода сохраняет также и достаточно высокие темпы роста. Уже к 20-летнему возрасту по показателям роста она близка к лиственнице, а в последующие годы и вовсе опережает все хвойные [42]. К 55–60 годам ее деревья достигают высоты 28–31 м при диаметре 33–40 см. Самое же высокое в Германии дерево, произрастающее в Эбербахе, имеет высоту 59,9 м и диаметр 89 см [43]. Однако имеются экземпляры и с диаметром, превосходящим 100 см, произрастающие в Ольденбурге и Вольгасте [44].

Таким образом, псевдотсуга Мензиса показала себя в Германии как одна из самых быстрорастущих и продуктивных хвойных пород. Благодаря этому она рекомендована к широкому культивированию в лесных посадках [45].

Псевдотсуга Мензиса успешно растет также и во Франции. Здесь она – важнейшая порода для лесоразведения. Причем площади, отводимые под нее, с каждым годом значительно увеличиваются. Большая пластичность породы позволяет выращивать ее в различных условиях, за исключением гидроморфных и карбонатных почв. При уходе за насаждениями уже к 32 годам их средний диаметр достигает 20–30 см и запас 445–563 м³/га [46]. Наиболее старые деревья псевдотсуги Мензиса, произрастающие в департаменте Рона, достигают 55 м в высоту и диаметра на высоте груди 113 см [47]. К породе проявляется также и большой научный интерес. Активно ведутся опыты по ее разведению, разработаны различные способы формирования насаждений, позволяющие уже к возрасту 60 лет получать деревья с высотой 40–45 м и диаметром 45–55 см [46]. Разрабатываются модели связи биометрических параметров деревьев с условиями их произрастания [48].

Большой опыт выращивания псевдотсуги Мензиса в лесных насаждениях имеется и в таких странах, как Португалия, Испания, Бельгия, Англия. Здесь

псевдотсугу Мензиса успешно высаживают в смеси с лиственницей, сосной веймутовой, сосной обыкновенной и елью ситхинской. В Англии уже по данным 1976 г. было заложено более 15 тыс. га породы [49]. При этом в возрасте 47 лет запас ее насаждений может составлять более 700 м³/га. Лучшие же ее экземпляры достигают 56 м в высоту [23].

В Нидерландах псевдотсугу Мензиса культивируют на средне плодородных песчаных почвах. Имеется также опыт введения ее под полог сосновых и ольховых насаждений. В хороших условиях произрастания насаждения породы к 50 годам имеют запас 500 м³/га и выше, а к 75 годам – даже более 1000 м³/га. При этом деревья могут достигать 38 м в высоту [23].

В Дании, при одинаковых условиях произрастания, псевдотсуга Мензиса оказалась продуктивней не только местных лесобразующих видов, но и насаждений в естественном ареале [50].

Благодаря своему значительному превосходству по продуктивности над другими видами хвойных порода получила очень широкое распространение в Италии, где культивируется с 1900 г. и достаточно успешно произрастает в ареалах бука и каштана съедобного [42].

В ареале бука культивируется псевдотсуга Мензиса и в Румынии. Здесь запас ее насаждений в возрасте 48 лет достигает 700 м³/га [51].

Применяется порода и в лесокультурной практике Болгарии. По данным на 31.12.1995 г., площадь ее культур составляла 9466 га, или 0,88 % общей площади всех хвойных в стране [52]. Произрастает она в основном на северо-восточных склонах на высоте не более 1000 м над уровнем моря [42]. Однако более детальное изучение лесных культур псевдотсуги Мензиса показало, что на сравнительно богатых почвах западных склонов она чувствует себя достаточно хорошо и на большей высоте. Средняя высота насаждений здесь в возрасте 60 лет достигает 32 м, диаметр 31 см и запас 602 м³/га. Таким образом, ареал породы в Болгарии может быть поднят до высоты 1400–1450 м над уровнем моря при условии закладки культур в местах, закрытых от прямых ветров [53].

В целом псевдотсуга Мензиса в Болгарии отличается высокой продуктивностью, запас ее насаждений в возрасте 71–76 лет колеблется соответственно от 1056,9 до 1232,7 м³/га. Среднегодовой прирост по запасу в смешанных культурах составляет 13,9 м³/га, в чистых – 17,4 м³/га. Высокие темпы роста позволяют ей также превосходить по своим биометрическим параметрам местную ель, средний диаметр которой в равном возрасте и условиях произрастания на 24 %, а средняя высота на 13 % ниже, чем у псевдотсуги Мензиса [17; 20]. При этом основное внимание в лесокультурном производстве для повышения продуктивности лесов отдается ее зеленой разновидности, что позволяет включать насаждения в эксплуатацию в возрасте 50–60 лет [54].

Основным лимитирующим фактором для породы в Болгарии является среднегодовая температура воздуха. Кратковременные ее понижения до –30 °С псевдотсуга Мензиса переносит достаточно хорошо [55]. Рост культур в усло-

виях страны в значительной степени зависит от происхождения семян, близости их места сбора от Тихого океана, а также высоты над уровнем моря [56–58].

В Австрии преобладает в основном зеленая разновидность псевдотсуги Мензиса. Запас формируемых ею насаждений в возрасте 82 лет превышает в некоторых случаях 1350 м³/га [21]. В более засушливой восточной части страны порода, в зависимости от района ее происхождения, может по интенсивности роста превосходить местную ель более чем на 35 % [59]. Наиболее подходящим для интродукции в Австрию оказался посадочный материал, взятый из лесов переходной зоны от прибрежной к материковой [60].

В Чехии в декоративных посадках псевдотсугу Мензиса начали использовать с 1843 г., а в лесные культуры впервые была введена в 1870 г. [61]. Здесь она показала высокую устойчивость и без существенных повреждений перенесла экстремальные морозы 1928/29 и 1939/40 гг. В посадках встречается до 700 м над уровнем моря [62]. Оптимальными условиями для ее роста оказались пихтовые и дубовые бучины, свежие дубравы, в которых средняя высота деревьев в 80–90 лет достигает 40 м, а средний диаметр колеблется в пределах 42,9–54,2 см. Запас насаждений в возрасте 75 лет составляет 360–800 м³/га, в 85–95 лет – 460–900 м³/га [63]. По интенсивности роста в высоту, как и во многих других европейских странах, в зависимости от условий произрастания, псевдотсуга Мензиса превосходит ель на 7–41 %, а по объему модельных деревьев – на 57–228 %. Выход крупной древесины с 1 га насаждения в возрасте 80 лет больше чем у ели на 200 м³ [64]. Все это указывает на исключительную продуктивность псевдотсуги Мензиса в условиях Чехии.

Достаточно широко используется порода и в лесном хозяйстве Новой Зеландии. Она занимает второе место по важности среди всех лесных пород. Под ее насаждения отведено более 45 тыс. га, что составляет 3,5 % от всей лесопокрытой площади страны. Псевдотсугу Мензиса выращивают как в чистых культурах, так и в смеси с лиственницами японской и европейской. В целом на долю смешанных культур приходится около 13 %. Оказалось, что при совместном произрастании с лиственницей японской ее рост значительно подавляется, а при смешении с лиственницей европейской наблюдается обратная картина. В связи с этим новозеландские лесоводы рекомендуют в 20-летнем возрасте проводить в насаждениях прореживание, что способствует в последующем значительному увеличению продуктивности насаждений. Более поздние прореживания, как показал их опыт, менее эффективны [65].

Самым распространенным экзотом является псевдотсуга Мензиса и в Швейцарии. В некоторых случаях ее насаждения превосходят аналогичные еловые на 6–8 м по высоте, а также имеют значительно больший диаметр [66]. Однако это наблюдается не повсеместно, и швейцарские лесоводы относятся к породе достаточно осторожно, используя ее при создании культур в основном в смеси с другими породами. Исследования показали, что продуктивность псевдотсуги Мензиса в Швейцарии зависит, главным образом, от района происхождения семян, из которых было создано насаждение, а также непосредственно от

условий и места произрастания. Лучше всего порода растет на северных, северо-восточных и восточных склонах на высоте 600–700 м над уровнем моря на суглинистых почвах. Хуже всего переносит южные, юго-западные и западные склоны, а также карбонатные почвы [67; 68].

В Польше псевдотсуга Мензиса также является одним из наиболее распространенных интродуцентов. Основные ее массивы сконцентрированы в северо-западной части страны. Их запас в возрасте 90 лет достигает более 1000 м³/га, что в 1,5–2 раза выше не только еловых, но и пихтовых насаждений [69]. В целом для выращивания породы подходит вся территория страны. Лишь в прибрежной зоне ученые рекомендуют при создании лесных культур отдавать предпочтение зеленой разновидности породы, а в более суровой континентальной – серой [23].

Значительно меньшим приростом, чем в других европейских странах, по причине более сурового климата и короткого вегетационного периода, характеризуется псевдотсуга Мензиса в Скандинавских странах. Однако несмотря на это, по своим таксационным показателям она все же превосходит насаждения ели, произрастающие в одинаковых почвенно-гидрологических и климатических условиях. Так, разница их средних высот в возрасте 50 лет при I классе бонитета достигает 4 м. Более чем на 60 % в IV классе бонитета превосходит порода ель и по запасу, что объясняется, в первую очередь, высокой пластичностью вида к условиям произрастания [23].

Широкое распространение получила псевдотсуга Мензиса и в странах Балтии. Так, первые опыты ее интродукции в парках Латвии относятся еще к 1870-м годам. В лесные культуры породу начали вводить лишь в 1890-е годы. Ее высаживали в смешении с лиственницей, сосной, елью, пихтой [8; 70]. Наиболее производительной в условиях республики оказалась зеленая разновидность. В возрасте 65 лет высота ее деревьев достигает 32 м, а запас насаждений в некоторых случаях практически в 2 раза превосходит еловые [71]. Имеются в Латвии и посадки сизой и серой разновидностей. При этом первая используется в основном в декоративных целях, в то время как серая получила большее распространение в лесных культурах. Обе разновидности чувствуют себя в условиях республики неплохо, достаточно зимостойки и характеризуются хорошим ростом. Хотя в некоторых случаях превосходство одновозрастных деревьев серой разновидности достигает по диаметру 50 % и высоте 30 %, а запас ее чистого насаждения в возрасте 63 лет при I классе бонитета может составлять более 400 м³/га [72].

Все разновидности псевдотсуги Мензиса характеризуются в условиях Латвии и удовлетворительным плодоношением. При этом у зеленой и серой достаточно часто наблюдается самосев, в то время как у сизой он практически отсутствует.

Все три разновидности породы встречаются также в Литве и Эстонии. Здесь в благоприятных условиях произрастания они превосходят по интенсивности роста и продуктивности сосну, ель, а также пихту. В возрасте 55 лет

в Литве деревья псевдотсуги Мензиса достигают средней высоты 28 м и диаметра 46 см. В Эстонии запас насаждений в возрасте 35–45 лет колеблется от 370 до 430 м³/га [9; 73]. В целом в странах Балтии лучше всего порода растет на хорошо дренированных, супесчаных и суглинистых почвах в кисличном, зеленомошниковом и снытьевом типах леса [9; 23].

Начало интродукции псевдотсуги Мензиса в Украину было положено во второй половине XIX в. Ее использовали для облесения буковых вырубок в Карпатах на высоте 800–950 м над уровнем моря. При этом создавались в основном чистые лесные культуры. В редких случаях в качестве примеси использовали ель и лиственницу. Многолетние исследования показали, что порода в условиях Карпат полностью акклиматизировалась, хорошо растет, плодоносит и естественно возобновляется [74–76]. Кроме того, зеленая разновидность псевдотсуги Мензиса в Закарпатье характеризуется более высокой интенсивностью роста, чем в ареале, что позволяет ей в некоторых случаях на 30 % превосходить по диаметру одновозрастные, произрастающие в сходных условиях, древостои Северной Америки [77]. Запас таких насаждений в возрасте 70 лет достигает 1100 м³/га [70].

В смешанных насаждениях псевдотсуга Мензиса активно вытесняет абригенную ель и постепенно занимает господствующее положение [78]. На основании этой биологической особенности украинскими лесоводами предложено создание с использованием зеленой разновидности породы искусственных ценозов с запрограммированной саморегуляцией густоты насаждения, подобран породный состав, а также разработаны типы смешения и пространственного расположения растений на участке [79]. Конкурентные отношения между породами, возникающие в процессе их совместного произрастания, способствуют также увеличению накопления стволовой древесины псевдотсуги Мензиса на 20–52 % [80].

Достаточно часто можно встретить псевдотсугу Мензиса и в украинских парках [10; 23].

Успешно культивируют породу и в России [81]. Однако по мере продвижения ее на восток, к Поволжью, продуктивность снижается. Это связано, главным образом, с повышением континентальности климата. Несмотря на то что псевдотсуга Мензиса порой с легкостью переносит суровые зимние морозы, она страдает от микроклиматических факторов и это сказывается на интенсивности ее роста [82]. Наиболее крайней точкой распространения псевдотсуги Мензиса на севере считается Сайральское лесничество в Карелии. В возрасте 20 лет в этих условиях произрастания порода имела среднюю высоту лишь 6 м, диаметр 14,5 см и максимальный прирост не более 55 см в год [23].

В Московской и Ленинградской областях наиболее успешно произрастает сизая разновидность псевдотсуги Мензиса. Здесь ее широко рекомендуют для создания высокопродуктивных плантаций с целью получения целлюлозы и пиловочника уже в 40–50 лет [83].

Посадки породы, характеризующиеся достаточно высокой продуктивностью, встречаются зачастую и во многих ботанических садах. Так, в ГБС РАН в 40 лет псевдотсуга Мензиса достигает 25,5 м в высоту и 35,5 см в диаметре [84]. В Переславском дендрологическом саду высота деревьев в возрасте 25–27 лет колеблется в пределах 9–13 м, а диаметр на высоте груди 20–26 см [85]. В то же время в озеленительных посадках и городских парках до недавнего времени псевдотсуга Мензиса отсутствовала [86; 87]. Однако в последнее время благодаря высокой декоративности и газоустойчивости породы, ее активно рекомендуют для широкого использования в ландшафтной архитектуре не только Московской области, но и в средней полосе России [85; 88].

Активно выращивается псевдотсуга Мензиса и в условиях центральной лесостепи. Однако до 10-летнего возраста она растет здесь достаточно медленно и ее прирост не превышает 30 см в год. Затем темпы роста возрастают до 70–85 см в год [89]. Несмотря на это, ее рост как в высоту, так и по диаметру оценивается учеными как хороший, отмечается также и высокая устойчивость породы к болезням и вредителям [90]. В условиях района интродукции она характеризуется также высокой засухоустойчивостью. На свежих песчаных почвах псевдотсуга Мензиса растет хуже, чем на относительно сухом выщелоченном черноземе [91]. Наиболее продуктивными в таких условиях оказались насаждения зеленой разновидности породы.

Достаточно высокой устойчивостью и продуктивностью характеризуются насаждения псевдотсуги Мензиса в условиях Центрально-Черноземного района России и Среднего Поволжья [92–94]. Они достаточно легко переносят морозы и длительные засухи. Несмотря на периодические торможения в росте, связанные с погодными условиями, здесь порода оказалась даже более производительной, чем аборигенная ель I класса бонитета [94–97].

В целом в условиях России псевдотсуга Мензиса хорошо произрастает на почвах, характерных для еловых насаждений, плохо переносит заболоченные места и сильно выщелоченные торфяники [83].

Начало интродукции псевдотсуги Мензиса в Беларусь относится к концу XIX – началу XX в. Как и большинство других экзотов, первыми, судя по возрасту деревьев в посадках, в культуру ее начали вводить крупные землевладельцы при создании парков. При этом, как и в страны Балтии, интродуцировалась порода, вероятнее всего, семенами из естественного ареала – Британской Колумбии [8; 13]. Однако эта работа носила бессистемный характер, и эколого-биологические особенности вида не учитывались.

На территории республики встречаются все три разновидности псевдотсуги Мензиса, но наибольшее распространение получили серая и сизая разновидности, зеленая встречается реже.

Pseudotsuga menziesii var. *caesia* Franco – серая разновидность псевдотсуги Мензиса. В Беларуси произрастает в парках Малиновщина, Мир, Больгеники, Святск, Свислочь Гродненской области, Бережное, Маньковичи, Несвиж, озеленительных посадках Минска, Бреста, Пинска, Новогрудка, Гродно, Лиды,

а также в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси, Щемыслице и Жорновке [12; 13; 98].

Первые культуры этой разновидности на территории республики были заложены в 1904 г. в Поречье Пинского района. Точное происхождение растений не установлено, но есть предположения, что они были выращены из семян, полученных непосредственно из естественного ареала. Псевдотсуга Мензиса активно привлекалась в конце XIX – начале XX в. Балтийским обществом лесоводов из Британской Колумбии. В частности, она усиленно пропагандировалась президентом общества М. Сиверсом как одна из наиболее перспективных пород для лесных культур [8; 13].

В 1932 г. лесные культуры этой разновидности были созданы и на территории Прилуцкой лесной дачи Минского лесхоза. В качестве посадочного материала использовались 4-летние сеянцы псевдотсуги Мензиса и 2-летние сеянцы лиственницы. Породы высаживали чистыми рядами в соотношении 50 / 50. Ширина междурядий 1,5 м, шаг посадки в ряду 1 м [12]. Культуры были заложены на вырубке, находящейся в течение трех лет в сельскохозяйственном пользовании. Посадка производилась под лопату. Посадочный материал псевдотсуги Мензиса был выращен в питомнике Лошицкой опытной станции из семян, полученных из штата Орегон (США) [15]. На сегодняшний день площадь насаждения составляет 0,6 га.

Лесные культуры серой разновидности были созданы в 1939 г. в Завищанском лесничестве Пинского лесхоза на площади 5 га. Порода была введена под полог 50-летнего березово-дубово-соснового насаждения [99].

Смешанные культуры серой и сизой разновидностей были созданы в Клецком лесхозе в 1940 г. 2-летними сеянцами в плужные борозды по схеме 1,5 × 1,0 м [12].

Произрастает псевдотсуга Мензиса и в групповых посадках Центрального ботанического сада НАН Беларуси, куда была интродуцирована в 1957 г. из ЧССР [100].

Pseudotsuga menziesii var. *glauca* Franco – сизая разновидность псевдотсуги Мензиса. На территории республики произрастает в парках Малиновщина, Мир, Больтеники, Свислочь Гродненского района, Поречье, Святск, Леонполь, Несвиж, Видзы-Ловчинские Браславского района, Межево, в усадьбах Поставского и Немковского лесничеств, ЦБС НАН Беларуси, а также озеленительных посадках Минска, Бреста и ряда других городов. Встречается она и в лесопосадках на территории Минского, Поставского, Пинского и Клецкого лесхозов [12; 13; 98].

В дендрарии Корневской экспериментальной базы Института леса НАН Беларуси произрастает 10 растений сизой разновидности посадки 1951–1954 гг. [101].

На территории Прилуцкой лесной дачи Минского лесхоза сизая разновидность псевдотсуги Мензиса произрастает на двух участках. Оба они были заложены в 1936 г. посадкой 4-летних сеянцев, выращенных из семян, полученных из США. В первом случае культуры площадью 2,0 га были созданы на

вырубке хвойного леса, находившейся некоторое время под сельскохозяйственным использованием. Здесь порода высаживалась в смеси с ясенем по схеме $1,7 \times 1,0$ м. Культуры смешивались чистыми рядами. Площадь второго участка 0,5 га. Чистые культуры создавались на вырубке из-под елово-дубового насаждения по схеме $1,5 \times 1,0$ м. В обоих случаях сеянцы высаживались в плужные борозды под лопату [12; 15].

В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси сизая разновидность произрастает как единичными экземплярами, так и в групповых посадках. Происхождение саженцев, к сожалению, неизвестно [100].

Pseudotsuga menziesii var. *viridis* Franco – зеленая разновидность псевдотсуги Мензиса. На территории Беларуси встречается реже предыдущих. Произрастает в парке города Новогрудка, Бресте и Несвиже [12; 13]. Наиболее крупным является насаждение этой разновидности в дендропарке в Щемыслице [13]. Здесь же на территории древесного питомника имеются также ее линейные посадки, предположительно 1938–1939 гг. [15].

В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси зеленая разновидность произрастает как небольшим массивом в секторе Северной Америки, так и группами в ландшафтной его части. Основная часть саженцев для посадки была получена в 1935 г. из Белорусского опорного пункта ВНИАЛМИ, а также ЛОСС в возрасте 5–7 лет. Приобретались саженцы также и из других мест, в частности, в 1957 г. они были доставлены из ЧССР [100].

В лесных культурах республики зеленая разновидность породы встречается лишь в смеси с ее другими разновидностями в Винклеровском лесничестве Клецкого лесхоза, а также Прилуцкой лесной даче Минского лесхоза.

Следует отметить, что впервые на территории Беларуси псевдотсугу Мензиса описал С. Д. Георгиевский [102–104]. Автор видел огромный потенциал использования породы, главным образом, в ландшафтной архитектуре. Первые же итоги ее интродукции подводятся в работах Е. В. Ивановой [105; 106]. Подробное морфологическое описание разновидностей псевдотсуги Мензиса, с указанием мест их произрастания, на территории республики появилось позднее, в трудах ведущих отечественных дендрологов Н. Д. Нестеровича [11], А. Т. Федорука [13; 99] и Н. В. Шкутко [12; 16; 98]. В их работах дается таксационное описание основных насаждений породы и рекомендации по практическому применению ее разновидностей. В ходе обследования посадок псевдотсуги Мензиса авторами выделен и ряд ее декоративных форм. Кроме того, в работах Н. В. Шкутко рассматриваются вопросы сезонного развития и биологии плодоношения вида в условиях Беларуси. Изучением ее роста в лесных культурах республики занимались Л. М. Сероглазова [109; 110] и Ю. Д. Сироткин [15]. Наряду с другими интродуцентами, сравнительная продуктивность и устойчивость лесных культур породы и местных лесобразующих видов рассматриваются также в трудах А. В. Углянца [111; 112] и П. И. Воловича [113]. Декоративные свойства вида обсуждаются в работе В. Г. Антипова [114].

Таким образом, анализ результатов исследований псевдотсуги Мензиса в естественном ареале показал, что она характеризуется исключительной продуктивностью и служит одним из основных источников получения древесины. При интродукции ее в страны Западной Европы и другие регионы мира высокие показатели роста породы сохраняются, что позволяет ей успешно конкурировать с местными лесообразующими породами, а в некоторых странах даже превосходить по продуктивности насаждения аборигенных видов.

В Беларуси также накоплен определенный опыт выращивания и изучения псевдотсуги Мензиса. Однако исследования были разрозненными, не носили комплексного характера, а касались лишь отдельных вопросов биологии вида. Кроме того, исследовались еще относительно молодые насаждения, что не позволяло судить в полной мере о степени приспособленности и устойчивости вида в новых условиях произрастания, а также дать комплексную его лесоводственную оценку. Отсутствовали также эффективные технологии размножения и выращивания посадочного материала. Все это требовало обобщения имеющегося опыта по культивированию псевдотсуги Мензиса, проведения исследований по изучению биологических особенностей растений на стадии прорастающих и спелых насаждений и разработки рекомендаций по введению породы в лесокультурное производство.

Объектами исследований являлись чистые и смешанные по составу разновозрастные насаждения, одиночные и групповые посадки (табл. 2.1), лесные культуры (табл. 2.2), посеы в питомнике.

Закладку пробных площадей и обработку материалов выполняли в соответствии с общепринятыми в лесоводстве и лесной таксации методиками [115–121].

Запас насаждений определяли согласно методике проведения единовременной инвентаризации интродуцированных лесных пород [122].

Возраст деревьев уточняли по кернам древесины, отобраным при помощи приростного бурава Пресслера.

Изучение сезонного развития осуществляли в соответствии с методикой фенологических наблюдений в ботанических садах СССР [123].

Корневые системы изучали методом скелета путем их сухой раскопки с использованием фотозарисовки [124].

Физико-механические свойства древесины определяли по ее образцам, взятым из комлевой части ствола, на высоте 1,3 м и середины кроны дерева. Изготовление и испытание образцов проводили на универсальной машине Амслера, в соответствии с требованиями ГОСТ 6336–52. Величину усушки вычисляли по разности параметров образцов свежесрубленной и абсолютно сухой древесины [125].

Анализ древесного ствола проводили по общепринятой в лесной таксации методике [126–131].

При сравнительном анализе хода роста псевдотсуги Мензиса в качестве эталонных использовали данные таблиц хода роста для сосны обыкновенной, ели европейской естественных и искусственных насаждений, а также лиственницы европейской искусственных насаждений.

Для определения оптимальных сроков заготовки семенного материала сбор шишек в течение 2004–2006 гг. осуществляли с I декады июля по III декаду сентября. Периодичность сбора 10 дней. Дозаривание шишек проводили в сухом помещении при комнатной температуре. Влажность семян и семенной чешуи шишек вычисляли по разности их массы в свежезаготовленном и абсолютно сухом состоянии.

Полнозернистость и массу 1000 штук семян определяли по пяти образцам по 100 семян. Грунтовую всхожесть и энергию прорастания устанавливали

Т а б л и ц а 2.1. Характеристика опытных посадок псевдотсуги Мензиса

Место произрастания	Площадь, га	Состав насаждения	Возраст, лет	Тип лесорастительных условий	Средние показатели псевдотсуги Мензиса		Бонитет	Число стволов на 1 га		Абсолютная полнота, м ³ /га		Запас ствольной древесины, м ³ /га	
					высота, м	диаметр, см		всего	в т. ч. пс. Менз.	всего	в т. ч. пс. Менз.	всего	в т. ч. пс. Менз.
ГЛЗ «Прилуцкий» кв. 66 выд. 2	0,6	7Пс2Лп1Е	71	С ₂	30,1	34,7	Ia	677	488	62,3	49,1	820	630
ГЛЗ «Прилуцкий» кв. 57 выд. 9	1,6	8Пс2Д	74	С ₃	29,8	32,1	Ia	148	112	11,7	8,7	150	110
ГЛЗ «Прилуцкий» кв. 57 выд. 15	0,6	6Пс3Е1Яс+Ол	74	С ₃	28,5	29,8	Ia	292	160	22,8	12,1	260	150
пос. Щемьслица, дендрарий БГУ	0,5	5Пс4Е1Д	82	Д ₂	38,9	57,8	Ia	190	96	45,4	26,4	680	410
пос. Щемьслица, древесный питомник БГУ	аллея 1	10Пс	71	-	29,5	41,5	Ia	-	22*	-	-	-	40*
пос. Щемьслица, древесный питомник БГУ	аллея 2	10Пс	71	-	28,8	32,4	Ia	-	76*	-	-	-	90*
Городищенское лесничество, ГЛХУ «Барановичский лесхоз»	0,05	10Пс	25	С ₂	15,9	16,1	Ia	1900	1900	43,0	43,0	330	330
ЦБС НАНБ, сектор Северной Америки кв. 91	0,2	10Пс	73	С ₂	28,4	46,1	I	405	405	58,1	58,1	710	710
ЦБС НАНБ, ландшафтная часть групповые посадки	одиночные и групповые посадки	10Пс	41	-	17,1	35,9	I	-	6*	-	-	-	-
			40	-	19,3	35,6	I	-	5*	-	-	-	-
			30	-	15,2	29,0	Ia	-	6*	-	-	-	-
			30	-	16,8	31,0	Iб	-	2*	-	-	-	-
			32	-	19,9	30,8	Iб	-	1*	-	-	-	-
			41	-	22,1	36,5	Iб	-	7*	-	-	-	-
			42	-	19,3	39,3	Ia	-	3*	-	-	-	-
			39	-	24,0	46,3	Iб	-	1*	-	-	-	-
			41	-	20,8	37,5	Iб	-	7*	-	-	-	-
			41	-	18,4	31,9	Ia	-	5*	-	-	-	-
Завишанское лесничество, ГЛХУ «Пинский лесхоз» кв. 36 выд. 4	3,0	6Пс2ДЦ1С+Е, Л, Гр	39	-	19,9	38,4	Ia	-	3*	-	-	-	-
			39	-	23,6	42,1	Iб	-	3*	-	-	-	
			40	-	20,9	31,9	Iб	-	10*	-	-	-	
			71	В ₃	19,4	24,5	II	-	41	-	-	-	40

П р и м е ч а н и е. * – указана абсолютная величина для опытного объекта.

Т а б л и ц а 2.2. Характеристики опытных лесных культур псевдотсуги Мензиса

Место произрастания		Площадь, га	Возраст, лет	Тип лесорастительных условий	Схема смешения и размещения на участке	Количество посадочных мест, тыс. шт/га
Подсвилюское лесничество ГЛХУ «Двинская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси»	кв. 8 выд. 32	0,3	3	C ₂	5Пс5Е, 2,7 × 1,6 м (смешение в ряду)	2,3
	кв. 42 выд. 17	1,1	3	C ₂	5Пс5Е, 2,8 × 1,0 м (смешение в ряду)	3,6
Прошковское лесничество ГЛХУ «Двинская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси»	кв. 11 выд. 50	0,6	3	Д ₂	6Е4Пс, 2,5 × 0,8 м (смешение в ряду)	5,0
	кв. 12 выд. 4	1,1	3	В ₂	8Е2Пс, 2,5 × 0,7 м (смешение в ряду)	5,7
	кв. 35 выд. 9	3,0	3	C ₃	10Пс, 2,6 × 2,0 м	1,9
	кв. 38 выд. 15	1,2	3	Д ₂	6Е4Пс, 2,5 × 0,8 м (смешение в ряду)	5,0
Псуйское лесничество ГЛХУ «Двинская ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси»	кв. 2 выд. 10	1,1	3	Д ₂	10Пс, 3,0 × 1,0 м	3,3
	кв. 12 выд. 35	1,5	3	В ₂	10Пс, 3,0 × 1,0 м	3,3
Станьковское лесничество ГЛХУ «Минский лесхоз»	питомник	1,0	6	В ₂	10Пс, 2,6 × 1,0 м (кулисами через 4,2 м)	3,0

путем высева прошедших стратификацию снегованием семян в пленочной теплице по 100 штук в 3-кратной повторности.

При изучении влияния регуляторов роста на посевные качества семян и развитие сеянцев псевдотсуги Мензиса использовали:

бактериальные препараты: Ризобактерин (Ж (препаратная форма – жидкость), титр 2–2,5 млрд жизнеспособных клеток/мл (*Klebsiella planticola*) штамм БИМ В-161 Д) и Фитостимифос (Ж, титр не менее 4–9 млрд жизнеспособных клеток/мл (*Agrobacterium radiobacter*) штамм 2258 СМФ), разработанные ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси». Проводили предпосев-

ную обработку семян путем их замачивания в 2, 3 и 5 %-ных растворах препаратов в течение часа;

препараты на основе вытяжек из пихты сибирской и лиственницы сибирской: Экосил (ВЭ (водная эмульсия), действующее вещество – тритерпеновые кислоты древесной зелени пихты сибирской 50 г/л), Лариксин (ВЭ, действующее вещество – биофлаванонид дигидрокверцетин из древесины лиственницы сибирской 50 г/л) и Новосил (ВЭ, действующее вещество – тритерпеновые кислоты древесной зелени пихты сибирской 100 г/л). Проводили предпосевную обработку семян путем их замачивания на 24 ч, предпосевную обработку с последующим опрыскиванием всходов раствором соответствующей концентрации, а также простым опрыскиванием всходов. Опрыскивали растения однократно в фазу активной вегетации. Для опыта использовали 0,2 и 0,4 %-ные растворы препаратов;

Фитовитал и его препаратные формы (Фитовитал с салициловой кислотой, Фитовитал с янтарной кислотой), разработанные Институтом биоорганической химии НАН Беларуси;

Оксидат торфа (4 % Ж, гуминовые вещества).

Схема опыта для последних аналогична описанной ранее, за исключением концентрации растворов используемых веществ. Для фитовиталов она составляла 0,15 и 0,30 %, для оксидата торфа – 4 и 6 %.

В качестве контроля использовали семена, замоченные в течение 24 ч в дистиллированной воде.

Посев осуществляли вручную в пластиковые кассеты в 3-кратной повторности по 100 семян.

При изучении эффективности использования при выращивании посадочного материала удобрений в опытах использовали гранулированные и жидкое концентрированное удобрения:

1. Гранулированные удобрения:

вариант 1 – Fruktovit для хвойных растений. Состав: N – 4,5 %, P₂O₅ – 6,0, K₂O – 11,0, Fe – 0,3 %. Нормы внесения: май – 50 г/м², июнь–июль – 25 г/м²;

вариант 2 – Florovit еко для хвойных растений. Состав: N – 5,0 %, P₂O₅ – 2,5, K₂O – 4,0 %, органические соединения не менее 30 %. Нормы внесения: май – 70 г/м², июнь–июль – 30 г/м²;

вариант 3 – Кемира универсал 2. Состав: N – 12,0 %, P₂O₅ – 8,0, K₂O – 14,0, MgO – 2,0, S – 8,0, Mn – 0,2, Fe – 0,2, B – 0,1, Cu – 0,1, Zn – 0,1, Mo – 0,01 %. Норма внесения: май–июль – 40 г/м².

Удобрения применяли во второй декаде каждого из указанных месяцев.

2. Жидкое концентрированное удобрение «Витококтейль» для хвойных растений. Состав: N – 110, P – 14, K – 45, C – 1,6, Na – 0,62, Fe – 0,84, Cu – 0,15, Mo – 0,01, Zn – 0,07, Mg – 0,11, B – 0,12 (г/л водного раствора). Корневую и внекорневую подкормку проводили в I и III декадах июня, а также II декаде июля 1 %-ным рабочим раствором. Норма расхода 100 мл/м² и 10 мл/м² соответственно.

3. Комплексное удобрение Bioeког для хвойных растений. Состав: N – 9,0 %, P₂O₅ – 10,3, K₂O – 21,6 %, Mg, S и микроэлементы (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn и Se). Внесение проводили в III декаде мая и I декаде июля. Норма 40 г/м².

Контролем во всех вариантах служили растения, выращенные в аналогичных почвенно-грунтовых условиях, без внесения удобрений.

При изучении особенностей вегетативного размножения прививкой ее проводили на внесенных в теплицу подвоях в I декаде марта, а в условиях открытого грунта в I декаде мая и августа тремя способами:

1. Вприклад сердцевинной на камбий – у подвоя на ровной поверхности верхушечного побега на протяжении всей длины прививки удаляли хвою, а также почки и делали неглубокий срез сверху вниз длиной 6–9 см, отделяющий кору до камбия. У нижнего конца этого среза делали второй короткий срез в направлении внутрь и вниз, пересекающий первый, и удаляли полоску коры. На привое удаляли всю хвою, за исключением 1–2 см в верхней части черенка под верхушечной почкой. На одной его стороне делали срез до середины сердцевинной такой же длины, как на подвое, а у основания с противоположной стороны – очень короткий срез, так, чтобы образовался клин. После подготовки прививочные компоненты соединяли и изолировали место прививки. Привой и подвой подбирали таким образом, чтобы на них можно было провести срез равной ширины;

2. Копулировка – у подвоя на ровном участке верхушечного побега на протяжении всей длины прививки удаляли хвою, а также почки и делали косой срез по направлению снизу вверх длиной 3–4 см, удаляя тем самым верхушку побега. На привое удаляли хвою, за исключением 1–2 см в верхней части черенка под верхушечной почкой, и делали идентичный косой срез по направлению сверху вниз. После подготовки прививочные компоненты соединяли и изолировали место прививки. Привой и подвой подбирали таким образом, чтобы на месте прививки они имели равный диаметр;

3. Уступ – у подвоя на ровном участке верхушечного побега на протяжении всей длины прививки удаляли хвою и почки, перпендикулярно срезали верхушку побега, через центр вдоль оси стволика сверху вниз проводили продольный срез длиной 3–5 см. У нижнего его конца делали второй перпендикулярный срез по направлению внутрь, пересекающий первый и удаляли сегмент стволика подвоя. На привое удаляли хвою, оставляя ее лишь под верхушечной почкой, и аналогичным образом равный сегмент побега. Прививочные компоненты соединяли и изолировали место прививки. Привой и подвой в месте прививки подбирали равными по диаметру.

Для изоляции прививок использовали изоляционную ленту и смесь озокерита и парафина.

Изучение регенерационной способности стеблевых черенков псевдотсуги Мензиса проводили путем черенкования в январе–марте, мае, июле и сентябре. Для стимулирования корнеобразования использовали подогрев субстрата, пленочные тоннели и стимуляторы роста и корнеобразования:

Эпин (0,001 %-ный раствор);

Пудра «Ukożeniacz AB» (0,3 % НУК (1-нафтилуксусная кислота), 0,05 % ИМК (индолил-3-масляная кислота), 2 % беномил, 1 % каптан);

ИМК (I вар. – черенки замачивались в 5 %-ном растворе в течение 16 ч; II вар. – черенки обрабатывались в течение 1 ч в условиях вакуума (0,85 атм.) 5 %-ным раствором, затем замачивались в нем на 16 ч).

Температуру воздуха и субстрата фиксировали при помощи ртутных термометров.

Изучение особенностей роста псевдотсуги Мензиса на почвах из-под различных аборигенных лесообразующих видов проводили в условиях вегетационного опыта. Для этого в насаждениях сосны обыкновенной, ели европейской, дуба черешчатого, граба обыкновенного и ольхи черной отбирали верхний 40-сантиметровый слой почвы и помещали его в пластмассовые контейнеры высотой 50 см и диаметром 70 см, по возможности максимально сохраняя генетические горизонты и живой напочвенный покров. В качестве контроля использовали почву, на которой ранее древесные растения не произрастали. В каждый контейнер высаживали по 15 семян псевдотсуги Мензиса, за ростом которых проводили наблюдения в период 2005–2007 гг.

Ежегодно в конце вегетационного периода у опытных растений измеряли величину прироста осевого побега. Определяли гранулометрический состав почвы по методике Н. А. Качинского, содержание гумуса по методу Тюрина, рН в КС1-вытяжке потенциметрически, гидролитическую кислотность по методу Каппена, содержание обменных оснований (кальция и магния, подвижного калия и фосфора) по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. Емкость поглощения и степень насыщенности почв основаниями вычисляли с использованием данных гидролитической кислотности и содержания кальция и магния [132–134].

Приживаемость и сохранность культур учитывали путем закладки пробных площадок, на которых проводили сплошной учет посадочных мест [135].

Оценка экономической эффективности выращивания псевдотсуги Мензиса дана по результатам анализа насаждения, произрастающего в Государственном лесном заказнике «Прилуцкий» Минского лесопаркового хозяйства кв. 66 (табл. 2.1).

Товарную структуру древостоя псевдотсуги Мензиса определяли на основании данных анализа древесного ствола среднего дерева по товарным таблицам для древостоев ели европейской. Данные для сосны обыкновенной и ели европейской как эталонных объектов брали из таблиц хода роста.

Оценку древесного запаса на корню в исследуемом насаждении осуществляли по запасу преобладающей породы в возрасте 70 лет, без учета древесных видов, входящих в состав насаждения. Данные для сосны обыкновенной и ели европейской брали для чистых насаждений (10С, 10Е) с идентичными лесоводственно-таксационными характеристиками из таблиц хода роста. Расчетный возраст главной рубки – 80 лет.

Стоимость древесины определяли по 2 разряду такс как наиболее распространенному в Беларуси, согласно таксам на древесину основных лесных пород, отпускаемую на корню в 2012 г., утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1787 от 30.12.2011 г. [136]. Таксовая стоимость древесины псевдотсуги Мензиса, с учетом высокого ее качества, была принята равной цене древесины сосны и лиственницы.

Обработку экспериментального материала проводили с использованием общепринятых методов описательной статистики, корреляционного, регрессионного и однофакторного дисперсионного анализов. Достоверность различий между выборками определяли с помощью *t*-критерия Стьюдента и *U*-критерия Манна–Уитни.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

3.1. Сезонное развитие

При введении в культуру растений в новых экологических и почвенно-грунтовых условиях существенное значение имеет их способность перестроить свои ритмы роста и развития в соответствии с изменившимися условиями. Растения, у которых эти процессы не соответствуют ходу климатических факторов, показывают низкую жизнестойкость и в конечном итоге погибают.

Изучение сезонного развития псевдотсуги Мензиса не выявило значительных различий с уже имеющимися данными, полученными Н. В. Шкутко [12] и Л. М. Сероглазовой [109]. Средние даты прохождения основных фенологических фаз приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Средние даты прохождения основных фенологических фаз псевдотсуги Мензиса

Фенологическая фаза	Разновидность		
	var. <i>viridis</i>	var. <i>caesia</i> *	var. <i>glauca</i> *
Набухание вегетативных почек	$\frac{24.IV \pm 3}{26.IV}$	27.IV	12.V
Распускание вегетативных почек	$\frac{13.V \pm 4}{17.V}$	14.V	22.V
Обособление хвои	$\frac{18.V \pm 4}{28.V}$	18.V	25.V
Начало цветения	$\frac{20.IV \pm 2}{-}$	03.V	07.V
Конец цветения	$\frac{02.V \pm 4}{05.V}$	11.V	13.V
Заложение почек	$\frac{9.VI \pm 6}{14.VI}$	12.VI	05.VI
Одревеснение побегов	$\frac{17.VII \pm 5}{22.VII}$	16.VII	07.VII
Начало созревания шишек	$\frac{25.VIII \pm 5}{11.IX}$	10.IX	26.IX

Примечания: под чертой по данным Л. М. Сероглазовой [109]; * – по Н. В. Шкутко [12].

Вегетационный период у растений начинается в первой половине апреля с набухания цветочных почек. Они становятся значительно крупнее вегетативных. Из почки, сидящей в пазухе хвоинки, образуется по одному мужскому колоску (микростробила) (рис. 3.1, см. вклейку).

Женские шишечки (макростробила) образуются из почек на концах побегов (рис. 3.2, см. вклейку). В первые годы цветения основная масса генеративных почек образуется на 1–3-летних побегах в средней части кроны дерева, у более старых деревьев – в средней и верхней частях, при этом микростробил всегда значительно больше по количеству, чем макростробил.

Цветение псевдотсуги начинается до распускания вегетативных почек, примерно через 14 дней после набухания генеративных, и заканчивается в первой декаде мая. Продолжительность цветения около 10 дней. Женские и мужские почки вскрываются одновременно. Фрагмент кроны дерева во время цветения показан на рис. 3.3 (см. вклейку).

Псевдотсуга Мензиса – это ксеногамное перекрестноопыляемое растение. Пыльца разносится ветром. Пыльцевые зерна округлые, без воздушных мешков, и поэтому основная их масса оседает на расстоянии 18 м от дерева [10]. В первые 2 дня пыления спорангии освобождаются более чем от 90 % пыльцы [18].

Распускание вегетативных почек наступает обычно с окончанием цветения. Распустившаяся хвоя быстро растет, и через 5–7 дней хвоинки обособляются. Рост хвои заканчивается в середине июня.

Рост побегов во всех частях кроны начинается одновременно. Скорость их роста первые 10 дней одинакова, затем энергия роста осевого побега значительно увеличивается и до конца роста остается более высокой, чем боковых побегов. Продолжительность роста осевого побега и побегов первого порядка ветвления примерно на 20 дней больше, нежели побегов в средней и нижней частях кроны. Окончание роста побегов происходит обычно в первой декаде июля. Однако у молодых деревьев часто наблюдается вторичный прирост, который заканчивается, как правило, в первой декаде августа. До зимы побеги успешно одревеснивают. Эта особенность породы является особенно ценной с хозяйственной точки зрения, так как способствует увеличению общего годовичного прироста. Однако следует отметить, что вторичный прирост характерен не всем деревьям в насаждении. Например, по данным О. Т. Истратовой [137], таких деревьев в насаждении от 6 до 30 %, и они нуждаются в изучении с целью получения быстрорастущего высокопродуктивного потомства.

Оплодотворение яйцеклетки наступает в июне. После чего наблюдается интенсивный рост семенной чешуи, и женский колосок превращается в молодую шишку (рис. 3.4, *а*, см. вклейку). Рост шишки длится с середины июля до формирования в семени зародыша.

Процесс созревания шишек завершается в конце августа – начале сентября. Зрелые шишки приобретают медово-желтый или светло-коричневый цвет, на них появляются смоляные капли (рис. 3.4, *б*, см. вклейку).

Особенностью псевдотсуги является то, что у нее шишки раскрываются вслед за созреванием и из них выпадают семена, причем наиболее полнозернистые в первую очередь. Пустые шишки остаются висеть на дереве до осени следующего года, а нередко и несколько лет.

Генеративные почки закладываются в июне месяце предшествующего цветению года. Первый месяц они развиваются аналогично вегетативным и практически не отличаются от последних. Однако скорость их развития неодинакова. Если полное формирование мужских почек наблюдается уже к концу сентября, то формирование женских продолжается еще и в октябре. Дальнейшее развитие генеративных почек продолжается после зимовки. В начале апреля в мужских почках начинается активное формирование пыльцы, а в женских образуются семяпочки. Следует также отметить, что цветение деревьев псевдотсуги Мензиса в Беларуси начинается в возрасте 20–30 лет, в исключительных случаях – с 15 лет.

Зеленая (var. *viridis*) и серая (var. *caesia*) разновидности псевдотсуги Мензиса фенологически мало различимы, в то время как сизая (var. *glauca*) начинает вегетацию немного позже и заканчивает рост на 10–15 дней раньше (табл. 3.1). Данная особенность отмечалась также и Н. В. Шкутко [12]. Однако в сравнении с елью и лиственницей в условиях республики порода характеризуется более длительным вегетационным периодом [13; 109], что в совокупности с высокой интенсивностью ассимиляционных процессов позволяет ей продуцировать, по данным Д. М. Пирагса [31], в 2 раза больше органического вещества, чем ель. Данная особенность, по-видимому, и лежит в основе исключительной продуктивности псевдотсуги Мензиса.

3.2. Особенности формирования корневой системы

Устойчивость интродуцированных древесных растений к неблагоприятным факторам среды в новых условиях произрастания в значительной степени зависит от их способности формировать разветвленную корневую систему, глубины ее проникновения в нижележащие горизонты почвы и удаления от ствола деревьев. Учет закономерностей размещения корневой системы в различных условиях произрастания позволяет выбирать оптимальные варианты смешения пород при производстве лесных культур, эффективно проводить агротехнические уходы и внесение минеральных удобрений.

Встречающиеся в научной литературе данные о корневой системе псевдотсуги Мензиса часто различаются. Так, Ф. Л. Щепотьев и Ф. А. Павленко [70] характеризуют ее как поверхностную и указывают на подверженность породы ветровалу. Однако большинство исследователей считают, что корневая система у псевдотсуги достаточно пластична и способна видоизменяться в зависимости от условий роста [8; 9; 36; 84; 109; 138].

По данным Göhre [41] и Gisela [139], на рыхлых, крупнозернистых, мощных почвах при низком залегании грунтовых вод порода формирует мощную

корневую систему с главным корнем; на тяжелых, мелкозернистых, маломощных почвах и почвах с высоким уровнем грунтовых вод корневая система поверхностная; среднезернистых – может быть любой из указанных типов, а также комбинированной с преобладанием в ту или иную сторону в зависимости от комплекса других свойств, присущих конкретной почве.

Пластичность корневой системы, с хозяйственной точки зрения, является положительной особенностью породы, так как позволяет использовать для ее культивирования достаточно большой диапазон почв, исключив лишь те местопроизрастания, на которых может существовать риск ее ветровала.

Несмотря на почти вековой опыт выращивания псевдотсуги Мензиса в Беларуси изучение корневой системы в условиях республики не проводилось. В связи с чем нами была изучена корневая система породы способом раскопки в основных условиях культивирования и установлены особенности ее формирования у сеянцев при выращивании в питомнике.

Обследование корневой системы 40-летних деревьев, произрастающих на территории Центрального ботанического сада, показало, что на супесчаной почве, развивающейся на супеси рыхлой, пылевато-песчанистой, подстилаемой песком рыхлым, при уровне залегания грунтовых вод более 2 м [140], псевдотсуга Мензиса формирует поверхностную корневую систему (рис. 3.5, см. вклейку). Стержневой корень отсутствует.

При этом корневая система состоит из двух более или менее различимых ярусов скелетных корней. Верхний ярус представлен 5–7 более мощными корнями, которые, пройдя в верхних плодородных слоях почвы несколько метров параллельно поверхности, могут углубляться в землю, либо простираться далеко за границы проекции кроны. В нашем случае диаметр корнеобитаемой зоны дерева превысил его высоту в 1,2 раза, а толщина корней в припневой зоне уже в возрасте 40 лет составила более 20 см. По мере удаления от ствола диаметр корней постепенно снижается (рис. 3.6, см. вклейку).

Второй ярус представлен тонкими, более разветвленными и достаточно мощными корнями, уходящими в глубь почвы.

Характерной особенностью корневой системы псевдотсуги Мензиса является также образование на неглубоко расположенных (10–15 см) скелетных корнях своеобразных «узлов-разветвлений» (рис. 3.7, см. вклейку), от которых отходят один вертикально углубляющийся в землю корень и один или несколько более мелких поверхностных корней, пронизывающих верхний плодородный слой почвы.

В припневой зоне (20–30 см), на нижней поверхности скелетных корней, отмечено также формирование мочек корней, которые, по-видимому, выполняют основную всасывающую функцию (рис. 3.8, см. вклейку).

Глубина залегания скелетных корней колеблется в пределах 10–50 см, что согласуется с данными о корневой системе породы, отмеченными как в естественных насаждениях в Британской Колумбии, так и в некоторых районах интродукции псевдотсуги Мензиса. Установлено, что в верхних слоях почвы

(до 1 м), в зависимости от ее типа, может находиться от 30 до 90 % физиологически активных корней [138; 139; 141; 142]. Исследования корневых систем показали также, что значительное их количество проникает и на глубину более 2 м.

При раскопке корневой системы 70-летних деревьев псевдотсуги Мензиса, произрастающих в ГЛЗ «Прилуцкий» на суглинках средних пылеватых, подстилаемых суглинками средними, при глубине залегания грунтовых вод более 2 м, стержневой корень также не был обнаружен (рис. 3.9, см. вклейку). Общая структура корневой системы оказалась аналогичной описанной выше.

Проведенные исследования позволяют заключить, что в условиях республики на рассматриваемых типах почв порода формирует поверхностную корневую систему, которая может быть классифицирована по своему строению как поверхностно-якорная [124].

В то же время наблюдения показали, что в первые годы жизни сеянцы псевдотсуги Мензиса имеют выраженный стержневой корень (рис. 3.10, см. вклейку), доминирование которого в корневой системе с возрастом снижается, а наибольшее развитие постепенно получают боковые корни. Примерно к 4–5 годам главный корень в общей массе корневой системы практически не выделяется (рис. 3.11, см. вклейку).

Таким образом, благодаря особому строению корневой системы, а также высокой степени ее развития, псевдотсуга Мензиса приобретает значительную устойчивость к внешним неблагоприятным воздействиям, в частности – ветровалам, ожеледям и снегопадам. Некоторые исследователи отмечают, что даже при катастрофических масштабах этих явлений наблюдается не вывал деревьев, а полом вершины, ствола или ветвей [9; 137]. В равных условиях степень развития корневой системы псевдотсуги Мензиса всегда значительно выше, чем у ели европейской. Имеются данные, что в их смешанных насаждениях значительная масса корней породы занимает более низкие слои почвы, расположенные непосредственно под корнеобитаемой зоной ели [41; 143]. Мощная корневая система позволяет охватывать большую площадь питания, что, бесспорно, способствует высоким показателям роста и продуктивности.

В ходе обследования насаждения псевдотсуги Мензиса на территории ГЛЗ «Прилуцкий», а также ее аллейных посадок на территории древесного питомника БГУ нами были обнаружены пни срубленных ранее деревьев, на которых в заболонной части наблюдалось образование каллуса, а поверхность отдельных пней была покрыта им полностью (рис. 3.12, см. вклейку).

Раскопка таких пней и части корневой системы соседних живых деревьев выявила способность к срастанию корневых систем псевдотсуги Мензиса (рис. 3.13, см. вклейку), что отмечалось ранее исследователями и в других районах ее интродукции [9; 78; 144].

Таким образом, срастание корней соседних деревьев псевдотсуги Мензиса также способствует повышению ее устойчивости к внешним воздействиям. Более того, имеются данные, что деревья, связанные своими корнями с так на-

зываемыми живыми пнями, характеризуются и большей интенсивностью роста. Так, в 70-летнем насаждении в Карпатах прирост таких деревьев по диаметру на 16 % превысил контроль [144]. С учетом этой особенности украинскими лесоводами предложен способ выращивания высокопродуктивных и ветроустойчивых насаждений. Сущность его заключается в создании биогрупп породы из трех растений, из которых, после срастания корневых систем, в два приема в 25–30 и 40–45 лет удаляют наиболее угнетенные деревья. В результате в насаждении остаются лишь быстрорастущие и высокопродуктивные экземпляры породы [78; 144]. В основе их успешного роста и развития лежит улучшение режима питания за счет использования сросшихся с ними корневых систем срубленных деревьев. Так называемые живые пни псевдотсуги Мензиса, по литературным данным, могут сохранять свою функциональность, образуя при этом живые ткани, до 200 лет [145].

3.3. Физико-механические свойства древесины

На протяжении всей истории развития человеческого общества древесина служит основным сырьем для многих отраслей экономики. Наряду с постоянно растущим на нее спросом, увеличиваются и требования к качеству. В связи с этим при введении в лесокультурную практику экзотов необходимо ориентироваться не только на быстроту роста и продуктивность, но и на технические свойства их древесины. Последние, в свою очередь, зависят не только от места отбора по высоте и диаметру ствола, но и от условий произрастания [125]. Следовательно, перенос породы в новые условия роста может отразиться и на качестве древесины. Поэтому изучение физико-механических свойств древесины в районе интродукции весьма актуально.

Свойства древесины псевдотсуги Мензиса в районах естественного произрастания исследованы достаточно широко [146; 147], в то время как в районах интродукции, в том числе и в Беларуси, до настоящего времени все еще остаются недостаточно изученными.

Для исследований была взята древесина 40-летнего дерева псевдотсуги Мензиса высотой 18,0 м и диаметром на высоте 1,3 м 32,4 см, произраставшего на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на рыхлой, пылевато-песчанистой супеси, подстилаемой рыхлыми, разнозернистыми песками. Средняя ширина годичного слоя древесины составляла 0,47 см, процент поздней древесины – 42 % [148].

При осмотре свежесрубленного дерева псевдотсуги Мензиса видно, что древесина имеет ядро насыщенного оранжево-красного цвета и беловатую заболонь (рис. 3.14, см. вклейку).

Образование ядра у древесины начинается в возрасте 10–15 лет, что позволяет ей приобретать к возрасту спелости высокую биостойкость. Это нашло подтверждение в опыте по хранению неокоренной древесины в естественных условиях без защиты от влияния погодных факторов. Установлено, что даже

по истечении пяти лет нахождения древесины в таких условиях явные признаки начала ее разрушения были отмечены лишь в заболонной части ствола (рис. 3.15, см. вклейку).

В связи с этим на родине уже на стадии жердняка ее используют для строительства гидротехнических сооружений и конструкций, служащих в условиях высокой влажности [6; 149]. В литературе также отмечается, что ширина заболони зависит в первую очередь от условий произрастания, а также степени развитости кроны. Деревья с хорошо развитой кроной, произрастающие на плодородных почвах при достаточном увлажнении, характеризуются более широкой заболонью [42].

Вследствие четкой цветовой дифференциации ранней и поздней зон годичного слоя годовичные слои древесины хорошо выражены. В связи с этим она имеет достаточно богатую текстуру (рис. 3.16, см. вклейку).

При высыхании древесина псевдотсуги Мензиса практически не подвержена короблению, о чем свидетельствуют относительно низкие значения коэффициентов усушки (табл. 3.2). Как показали исследования, они лишь незначительно отличаются от аналогичных показателей основных лесообразующих пород Беларуси. При этом величина усушки зависит от части древесного ствола как в радиальном, так и в продольном направлении. Так, в меньшей степени усушке подвержена ядровая часть древесины, нежели заболонь, в продольном направлении – древесина верхушечной части ствола, нежели комлевой.

Сравнение механических свойств древесины псевдотсуги Мензиса и основных лесообразующих пород Беларуси показало, что предел ее прочности при сжатии вдоль волокон и статистическом радиальном изгибе значительно превосходит древесину аборигенных видов хвойных сосны обыкновенной и ели европейской. Наиболее близкой по прочности, несмотря на более низкий на 18 % предел прочности при статическом радиальном изгибе, чем у псевдотсуги Мензиса, оказалась древесина лиственницы, что отмечалось ранее и другими авторами [9; 10; 18; 109; 150; 151]. По механическим свойствам древесина псевдотсуги Мензиса уступает лишь дубу черешчатому, предел прочности древесины которого при сжатии вдоль волокон на 16 %, а при статическом радиальном изгибе на 29 % выше. Превосходство по механическим свойствам древесины дуба над псевдотсугой Мензиса отмечается и в условиях Центральной черноземной области России [152].

Механические свойства древесины изменяются также и в продольном направлении ствола. Так, более прочной при сжатии вдоль волокон является древесина на высоте живой кроны, причем ее заболонной части. При статическом радиальном изгибе наоборот – древесина комлевой части.

Испытаниям были подвержены также образцы древесины корневой системы псевдотсуги Мензиса, отобранные из скелетных корней. Сопоставление полученных результатов с аналогичными показателями, характерными для древесины ствола, показало, что последняя значительно уступает по прочности. Например, при сжатии вдоль волокон почти на 34 %, при статическом ради-

Таблица 3.2. Физико-механические свойства древесины псевдотсуги Мензиса и основных лесобразующих пород Беларуси

Показатель	Место взятия образца		Древесные породы					
	по высоте	по радиусу	псевдотсуга Мензиса	средние значения				
				псевдотсуга Мензиса	сосна* обыкновенная	ель* европейская	лиственница* сибирская	дуб* черешчатый
Коэффициент усушки, %	радиальной, $K_{\beta} \pm m$	1,3 м	заболонь	0,26 ± 0,02	0,21 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,16 ± 0,06	0,20 ± 0,06
		½ кроны	ядро	0,23 ± 0,03				
			заболонь	0,20 ± 0,01				
		ядро	0,15 ± 0,01					
	тангентальной, $K_{\beta} \pm m$	1,3 м	заболонь	0,40 ± 0,02	0,32 ± 0,01	0,37 ± 0,01	0,31 ± 0,08	0,30 ± 0,01
		½ кроны	ядро	0,34 ± 0,02				
			заболонь	0,29 ± 0,01				
		ядро	0,27 ± 0,03					
	объемной, $K_{\beta} \pm m$	1,3 м	заболонь	0,67 ± 0,03	0,60 ± 0,01	0,63 ± 0,02	0,55 ± 0,02	0,56 ± 0,02
		½ кроны	ядро	0,58 ± 0,04				
			заболонь	0,50 ± 0,01				
		ядро	0,43 ± 0,03					
Предел прочности, МПа	при сжатии вдоль волокон, $\sigma_{12} \pm m$	1,3 м	заболонь	43,2 ± 1,8	38,5 ± 1,1**	37,5 ± 0,1**	44,6 ± 0,1	50,5 ± 1,1**
		½ кроны	ядро	41,8 ± 2,8				
			заболонь	45,3 ± 2,1	43,7 ± 1,0			
		ядро	45,2 ± 0,8					
	при статическом радиальном изгибе, $\sigma_{12} \pm m$	корневая система	корневая система	58,5 ± 2,6	—	—	—	—
		1,3 м	заболонь	100,1 ± 3,6				
		½ кроны	ядро	88,5 ± 4,8				
			заболонь	83,7 ± 2,6	90,0 ± 2,1	71,9 ± 2,2**	63,6 ± 1,5**	76,5 ± 4,0**
ядро	88,0 ± 3,9							
корневая система	корневая система	129,2 ± 3,1	—	—	—	—		

Примечания: * – по данным А. К. Петруши [125]; ** – различие между величинами статистически достоверно.

альном изгибе – 44 %. Это, по-видимому, обуславливает и высокую устойчивость корневой системы породы к неблагоприятным воздействиям среды, в частности, к такому негативному явлению, как ветровал.

Существует мнение, что в основе исключительных физико-механических свойств древесины породы лежит ее особое анатомическое строение. Несмотря на высокую скорость роста (средняя ширина годичного слоя опытных образцов составила 0,47 см) и небольшое количество механических тканей (поздняя зона древесины занимает лишь 42 %), древесина псевдотсуги Мензиса показывает высокую прочность благодаря особому строению трахеид. В отличие от других видов хвойных для древесины породы характерно спиральное утолщение клеточных стенок, придающее ей дополнительную механическую прочность [41; 153]. Более того, имеются данные, что с увеличением ширины годичных колец процент поздней древесины и ее плотность не уменьшаются [144].

Таким образом, в результате исследований установлено, что в условиях Беларуси псевдотсуга Мензиса отличается высокой жизнеспособностью, что обусловлено, по-видимому, сходством климатических условий ее природного ареала и района интродукции. Завершенный цикл сезонного развития в пределах вегетационного периода и регулярное семяношение являются важными предпосылками успешности ее разведения в Беларуси.

Корневая система у растений псевдотсуги Мензиса трансформируется из стержневой, характерной для нее в первые годы жизни, в хорошо развитую поверхностно-якорную, состоящую из 5–7 мощных скелетных корней. Это обеспечивает в совокупности со срастанием корневых систем соседних деревьев и исключительными механическими свойствами древесины насаждениям породы высокую устойчивость к неблагоприятным факторам среды.

При интродукции в Беларусь псевдотсуга Мензиса формирует ценную древесину, по своим физико-механическим свойствам значительно превосходящую древесину основных аборигенных хвойных лесообразующих видов – сосны обыкновенной и ели европейской и наиболее близкую к древесине лиственницы сибирской. В связи с этим, как и в районе естественного произрастания [6; 36; 154], ее древесина будет востребована во многих отраслях народного хозяйства: строительстве, столярном деле, при изготовлении музыкальных инструментов, лущеного и строганного шпона, клееной фанеры в мебельной промышленности, в химической промышленности, судостроении, при строительстве гидротехнических сооружений, а также в качестве крепежного леса и т. д.

3.4. Зимостойкость и устойчивость к болезням и вредителям

В природно-климатических условиях республики порода отличается достаточной зимостойкостью. В обычные зимы она совершенно не повреждается морозами. Незначительные повреждения хвои были зафиксированы лишь

в особо суровую зиму 1939/40 годов, когда абсолютный минимум температуры в районах культивирования достигал $-39,0 \dots -40,6$ °С [108]. В ходе наблюдений нами была зафиксирована также гибель отдельных молодых растений в малоснежные морозные зимы при выращивании в контейнерах, при этом данное явление имело место лишь в год высадки растений осенью. Под снегом как сеянцы, так и небольшие саженцы зимуют без повреждений.

Введение в культуру новых растений влечет за собой изменения и в составе патогенных организмов, которые нередко решают успех интродукции [155]. В то же время общеизвестно, что видовой состав возбудителей болезней и вредителей не остается постоянным и претерпевает значительные изменения, иногда в очень короткие сроки. Решающее значение на распространение возбудителей болезней оказывают экологические факторы и условия культуры растений [156; 157], а устойчивость хвойных интродуцентов к наиболее опасным болезням и вредителям зависит в основном от степени соответствия условий произрастания их биологическим особенностям [158].

Проводимые нами на протяжении длительного времени регулярные фитопатологические и энтомологические обследования посадок псевдотсуги Мензиса в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси и периодические наблюдения за насаждениями различного возраста на территории Гослесфонда показали, что порода является достаточно устойчивой к болезням и вредителям. Однако отдельные ее повреждения патогенными организмами все же имеют место. При этом наибольший вред причиняют грибные болезни.

Основными возбудителями болезней на семенах и сеянцах псевдотсуги Мензиса являются представители рода *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., реже *Pythium* spp., *Verticillium* spp., *Penicillium* spp., *Sclerotinia* spp. и другие, что ведет к загниванию семян, в результате чего они теряют всхожесть. У всходов в возрасте 1–4 недель грибы могут вызывать полегание. Оно носит обычно очаговый характер и выражается в образовании перетяжки у сеянцев в области корневой шейки, в результате чего сеянец погибает. В возрасте 1–3 месяцев поражаются в основном корневые системы.

В загущенных посевах может наблюдаться пожелтение, побурение и осыпание хвои в результате поражения сеянцев грибами рода *Botrytis* spp., *Cladosporium* spp., *Acremonium* spp., *Pestalotia* spp.

В исключительных случаях в молодом возрасте псевдотсуга Мензиса может поражаться шютте, вызываемым грибами рода *Lophodermium* spp., *Herpotrichia* spp., *Phacidium* spp. (рис. 3.17, см. вклейку). Заражению хвои способствует достаточно теплая погода при значительной влажности воздуха. Однако даже в пределах одного участка степень поражения растений может значительно различаться. Восприимчивость к данному заболеванию, по мнению Х. Эйзенрейха [6], определяется происхождением материнских растений в отношении близости океана и высоты над уровнем моря.

Следует отметить, что в ходе проведенного в 1999 г. сотрудниками БГТУ лесопатологического обследования насаждений интродуцентов в ГЛЗ «При-

лукский» был выявлен факт поражения отдельных деревьев псевдотсуги Мензиса в приспевающем возрасте сосновой расой корневой губки (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.), вызывающей гниль скелетных корней [159]. В то время как при выполнении аналогичных работ в 1970-х годах болезней и вредителей зафиксировано не было. По мнению авторов, проникновение в насаждение корневой губки произошло путем распространения ее из соседнего выдела с насаждением сосны Муррея, а способствовали этому также продолжительные летние засухи первой половины 1990-х годов, что привело к снижению устойчивости породы.

Значительных повреждений энтомовредителями псевдотсуги Мензиса в условиях республики не выявлено. В отдельные годы отмечалось появление на растениях хермеса. Корням сеянцев и молодых растений в питомнике может наносить вред медведка (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.), а также личинки майского хруща и проволочника. Из стволовых вредителей породы на усохших деревьях были отмечены короеды и усачи [159].

Определенный вред псевдотсуге Мензиса могут наносить животные, которые наряду с уничтожением урожая шишек могут также повреждать лесные культуры путем обкусывания вершин, ошкуривания и полома ствола и т. д. (рис. 3.18, см. вклейку).

В молодом возрасте от такого рода повреждений псевдотсуга Мензиса достаточно легко восстанавливается за счет образования новых побегов, однако это ведет к образованию у растений многовершинности и необходимости проведения в культурах дополнительного ухода по удалению лишних вершин.

4.1. Характеристика насаждений

Введение в культуру хозяйственно значимых видов интродуцированных древесных растений должно базироваться на комплексном изучении роста и продуктивности их в новых условиях произрастания. Важную роль при этом играет оценка приспевающих и спелых насаждений. В этом отношении особого внимания заслуживали насаждения псевдотсуги Мензиса, произрастающие на территории Центрального ботанического сада НАН Беларуси, Государственного лесного заказника «Прилуцкий» и дендрария БГУ (поселок Щемыслица), за которыми наблюдения проводились с 1986 года.

В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси псевдотсуга Мензиса произрастает компактным насаждением на сравнительно небольшой площади – 0,2 га в секторе Северной Америки (рис. 4.1, см вклейку) и представляет собой чистый по составу древостой (см. табл. 2.1). Почва дерново-подзолистая, средне-оподзоленная, развивающаяся на супеси связной, пылевыто-песчанистой. Рельеф участка ровный.

Подрост представлен единичными экземплярами ели европейской и псевдотсуги Мензиса. Подлесок редкий, состоит в основном из рябины обыкновенной, крушины ломкой и малины. Живой напочвенный покров, в виду сомкнутости крон деревьев, развит достаточно слабо, в нем преобладают кислица, земляника, ястребинка волосистая, кочедыжник женский.

Сопоставление результатов сплошной таксации древостоя 1986 и 2003 гг. показало (рис. 4.2), что в насаждении у преобладающего большинства деревьев (более 70 %) в возрасте 56 лет диаметр на высоте 1,3 м колебался в пределах 24–30 см. С увеличением возраста насаждения происходила дальнейшая дифференциация деревьев по ступеням толщины. Это отчасти было связано и с процессом естественного самоизреживания древостоя, что свойственно насаждениям, не подверженным хозяйственному воздействию [160]. В насаждении были выявлены экземпляры, которые отличались исключительными показателями роста. Отдельные из них имели диаметр около 60 см и высоту 37–39 м. Они представляют ценный генофонд для селекционных работ.

Все деревья в насаждении отличались хорошим развитием. Крона занимает 2/3 длины ствола, а ее диаметр около 8,5 м. Протяженность бессучковой зоны составляет 2,5–3,0 м.

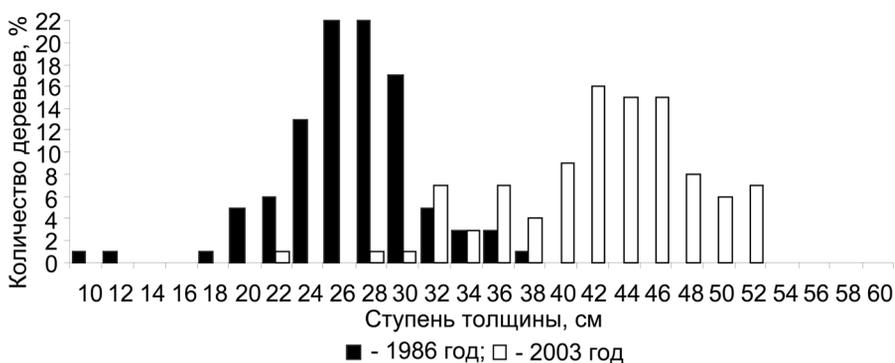


Рис. 4.2. Распределение деревьев по ступеням толщины в насаждении псевдотсуги Мензиса в секторе Северной Америки на территории ЦБС НАН Беларуси

В ГЛЗ «Прилуцкий» псевдотсуга Мензиса произрастает в кв. 66 в составе смешанного насаждения площадью 0,6 га (рис. 4.3, см. вклейку).

Таксационная характеристика насаждения приведена в табл. 2.1. Почва на участке дерново-подзолистая, средне-оподзоленная, развивающаяся на суглинке среднем, пылеватом. Рельеф ровный. Подрост в насаждении редкий и представлен елью европейской. В местах с достаточно разреженным пологом отмечается единичный самосев псевдотсуги Мензиса.

Подлесок средней густоты из лещины, крушины ломкой, рябины обыкновенной и бузины. В живом напочвенном покрове преобладают кислица, мхи шребера и дикранум, черника, щитовник мужской.

Изначально культуры закладывались с равным участием в составе псевдотсуги Мензиса и лиственницы сибирской, однако в процессе развития насаждения доля последней снизилась и в настоящее время составляет лишь две единицы. Средняя ее высота составляет 24,8 м, а средний диаметр – 25,5 см, что более чем на 20 % ниже показателей псевдотсуги Мензиса. В то же время аналогичные биометрические параметры ели европейской, участие которой в насаждении составляет лишь одну единицу, оказались вполне сопоставимы с показателями псевдотсуги Мензиса, уступая ей по высоте менее 10 %.

Анализ распределения деревьев по ступени толщины (рис. 4.4) показал, что насаждение имеет достаточно неоднородную структуру древесного полога как в 1986 г., так и в 2003 г. Уже в возрасте 54 лет диаметр более 15 % деревьев достигал 40–46 см, а отдельных экземпляров около 60 см, в то время как в ЦБС НАН Беларуси при большем возрасте лишь 38 см. Это, вероятно, обусловлено высокой степенью конкуренции псевдотсуги Мензиса в насаждении с лиственницей сибирской и более богатыми почвенными условиями. Темпы роста сохраняются породой и в дальнейшем. В возрасте 71 года более 10 % деревьев имеют диаметр 56–60 см, а отдельные экземпляры достигают 64 см.

В связи с более высокой густотой насаждения кроны деревьев породы менее развиты. Их средний диаметр составляет 7,3 м и протяженность около 1/3

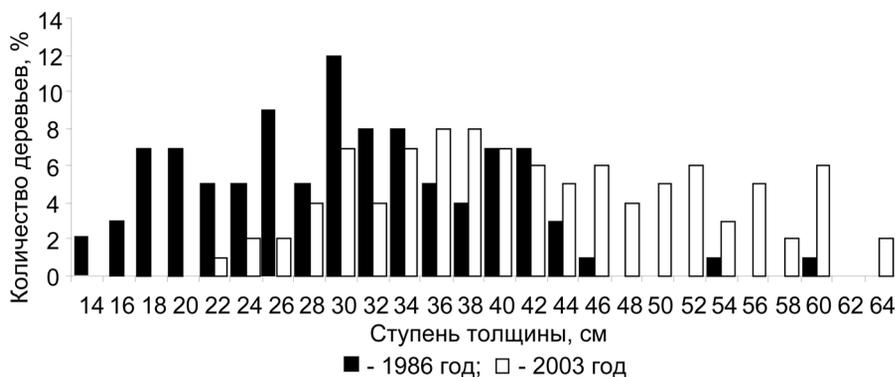


Рис. 4.4. Распределение деревьев по ступеням толщины в насаждении псевдотсуги Мензиса в кв. 66 ГЛЗ «Прилуцкий»

длины ствола. Бессучковая зона при этом немного больше и находится в пределах 3,0–4,0 м.

В ГЛЗ «Прилуцкий» псевдотсуга Мензиса в составе смешанных насаждений произрастает еще на двух участках площадью 1,6 (выдел 9) и 0,6 га (выдел 15). Их таксационная характеристика также приведена в табл. 2.1.

Почва на первом участке дерново-подзолистая, средне оподзоленная, развивающаяся на суглинке среднем лессовидном. Рельеф участка волнистый. В понижениях периодически наблюдается временное избыточное увлажнение.

Подрост средней густоты из ели европейской высотой 1,5–2,0 м. Подлесок редкий, представлен лещиной, рябиной обыкновенной, бузиной и малиной. В живом напочвенном покрове преобладают кислица, сныть, крапива, кочедыжник женский и осока лесная.

Здесь псевдотсуга Мензиса произрастает в смеси с дубом черешчатым. Средняя его высота составляет 28,3 м, средний диаметр – 31,2 см, что лишь незначительно ниже соответствующих показателей псевдотсуги Мензиса. Насаждение весьма разреженное. Это связано главным образом с выпадением из него дуба черешчатого, начальное участие которого в составе составляло 55 %. Крона у деревьев псевдотсуги занимает около 1/3 длины ствола. Протяженность бессучковой зоны составляет 1,5–2,0 м.

На втором участке псевдотсуга Мензиса произрастает в смеси с елью европейской и ясенем обыкновенным. Почва на участке дерново-подзолистая, средне оподзоленная, развивающаяся на суглинке среднем лессовидном. Рельеф волнистый. В понижениях, как и в предыдущем случае, имеются признаки временного избыточного увлажнения.

Подрост представлен елью европейской. Подлесок средней густоты, состоит из лещины, рябины обыкновенной, крушины ломкой, бузины, малины. В живом напочвенном покрове преобладают кислица, грушанка круглолистная, крапива, кочедыжник женский и осока лесная.

Средний диаметр ели европейской равен 29,9 см, средняя высота – 30,0 м. В данном насаждении она превосходит псевдотсугу по средней высоте на 1,5 м. В то же время ясень обыкновенный отстал в росте. Средний его диаметр равен 26,9 см, средняя высота – 22,8 м.

Крона деревьев псевдотсуги Мензиса развита слабо и занимает около 1/4 длины ствола. Протяженность бессучковой зоны составляет 1,7–2,0 м.

В составе смешанного насаждения на площади 0,5 га псевдотсуга Мензиса произрастает также на территории дендрария БГУ в поселке Щемыслица Минского района (рис. 4.5, см. вклейку). Его таксационная характеристика приведена в табл. 2.1. Почва на участке дерново-подзолистая, средне оподзоленная, развивающаяся на глубоком лессовидном суглинке. Рельеф ровный.

Подрост представлен единичными экземплярами псевдотсуги Мензиса. Подлесок редкий из рябины обыкновенной, крушины ломкой, бузины и малины. В живом напочвенном покрове преобладают кислица, сныть, подлесник европейский, папоротники, крапива.

По биометрическим показателям здесь псевдотсуга Мензиса превосходит все исследованные насаждения с ее участием, а также произрастающую совместно с ней ель европейскую, средняя высота и диаметр которой составляют соответственно 32,8 м и 45,1 см. Произрастающий в насаждении дуб черешчатый значительно уступает псевдотсуге Мензиса лишь по высоте. Средняя его высота равна 29,5 м, средний диаметр – 69,1 см.

Распределение деревьев породы в насаждении по ступеням толщины в 1986 г. было близким к нормальному (рис. 4.6). Однако с возрастом интенсивность роста по диаметру у части деревьев (около 1/3) значительно снизилась, что сказалось и на структуре древостоя.

Кроны деревьев хорошо развиты. Протяженность их составляет немногим более 1/3 ствола. Бессучковая зона находится в пределах 3,5–4,0 м.

В 1939 г. была предпринята попытка посадки псевдотсуги Мензиса под полог 50-летнего березово-дубово-соснового насаждения в кв. 36 Завищанского

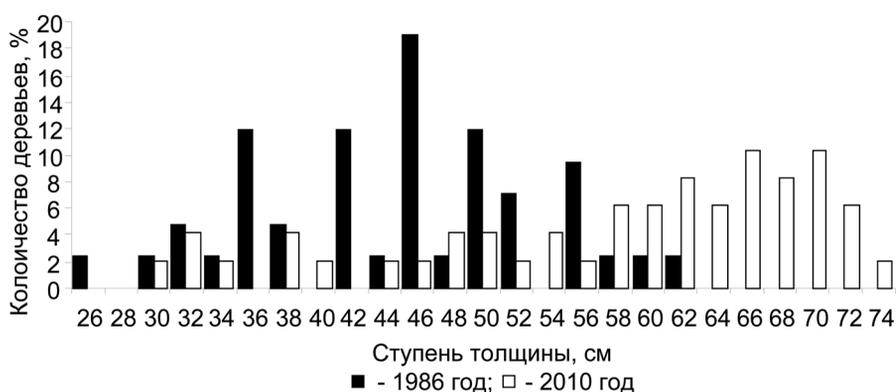


Рис. 4.6. Распределение деревьев по ступеням толщины в насаждении псевдотсуги Мензиса в дендрарии БГУ в поселке Щемыслица

лесничества Пинского лесхоза. Культуры были заложены на площади около 5 га. Почва участка дерново-подзолистая, сильно оподзоленная, развивающаяся на песке свежем рыхлом мелкозернистом. Тип условий местопроизрастания – влажная субурь. В напочвенном покрове преобладает черника, встречаются орляк, вейник ланцетный, ястребинка зонтичная, лапчатка прямостоячая, вереск, мох шребера.

Подрост представлен псевдотсугой Мензиса, елью европейской, дубом черешчатым и березой бородавчатой. Подлесок средней густоты из рябины обыкновенной, липы мелколистной, крушины ломкой и можжевельника обыкновенного.

По данным А. Т. Федорука [99], примерно до 30-летнего возраста псевдотсуга испытывала сильное угнетение из-за верхушечного затенения. В то же время на открытых местах растения отличались хорошим ростом и плодоношением.

Обследование насаждения в 2010 г. показало, что сохранилось 122 растения псевдотсуги, которые занимают первый ярус. Отдельные из них достигают высоты 25–28 м и диаметра до 70 см (рис. 4.7, см. вклейку).

Отмечено хорошее семяношение наиболее крупных деревьев, что подтверждается наличием большого количества чешуи от шишек на земле у ствола (рис. 4.8, *а*, см. вклейку). Массовое повреждение шишек белками указывает также на высокое качество семян. О высоком качестве семян свидетельствует и наличие разновозрастного естественного возобновления (рис. 4.8, *б*, см. вклейку), которое в таком количестве отмечено нами впервые из всех исследованных насаждений.

На успешность естественного возобновления псевдотсуги на этом участке в 2006 г. указывает также В. Т. Демянчик [161]. По его данным, здесь произрастало 250–350 ювенильных экземпляров в возрасте 3–9 лет, а также многочисленные всходы.

Самым молодым из всех исследованных является 25-летнее насаждение псевдотсуги Мензиса в Городищенском лесничестве Барановичского лесхоза (рис. 4.9, см. вклейку). Культуры были заложены в 1986–1987 гг. 2-летними сеянцами, выращенными из семян, собранных в ЦБС НАН Беларуси. Расстояние между рядами 5,0 м, в ряду 1,0 м. Почва дерново-подзолистая, средне оподзоленная, развивающаяся на супеси связной. Рельеф участка ровный.

Подлесок редкий из рябины обыкновенной, пузыреплодника, бузины и малины. В виду высокой степени сомкнутости крон живой напочвенный покров развит очень слабо и представлен в основном кислицей, встречается щитовник мужской.

Кроны деревьев крайних рядов, благодаря лучшему освещению, более развиты и низко опущены. В то время как у деревьев внутренних рядов живая крона занимает менее 1/2 длины ствола. Несмотря на высокую густоту стояния, деревья характеризуются слабой очищаемостью стволов. Протяженность их бессучковой зоны составляет не более 0,5 м. В пересчете на 1 га запас куль-

тур составляет 330 м³ (табл. 2.1), что соотносится с наиболее продуктивными 22-летними чистыми насаждениями в лесостепи Украины, запас которых составляет 350 м³/га [138].

Нами были исследованы также линейные, на территории древесного питомника БГУ (рис. 4.10, см. вклейку), и групповые, на территории ЦБС, посадки псевдотсуги Мензиса. Полученные данные (табл. 2.1), несмотря на небольшое количество деревьев в группе, позволяют в определенной мере судить о продуктивности породы в различном возрасте. Более того, в отличие от большинства рассмотренных ранее объектов, в ландшафтной части ЦБС псевдотсуга Мензиса произрастает на дерново-подзолистых, средне и слабо оподзоленных супесчаных почвах, развивающихся на супесях связных (рыхлых), пылевато-песчаных, что расширяет представление об условиях выращивания породы.

Проведенный сравнительный анализ насаждений псевдотсуги Мензиса и основных лесообразующих пород показал, что она в Беларуси характеризуется высокой продуктивностью [162; 163] и превосходит в аналогичных почвенно-грунтовых условиях насаждения местных хвойных лесообразующих пород (сосна обыкновенная и ель европейская), а также насаждения лиственницы европейской (табл. 4.1). Аналогичных показателей эти породы достигают лишь спустя 10–15 лет. Сравнение таксационных характеристик псевдотсуги Мензиса в Беларуси и в ареале (табл. 4.2) показало, что на территории республики она сохраняет высокие темпы роста, наиболее близкие к показателям насаждений II класса бонитета в штатах Вашингтон и Орегон [163], уступая им лишь по средней высоте.

Достаточно успешно произрастает псевдотсуга Мензиса на различных типах почв. При этом наибольшей продуктивностью в условиях республики характеризуются ее насаждения на свежих и влажных супесях, свежих и влажных легких и средних суглинках. Хотя опыт выращивания породы на свежих песчаных почвах, на примере ее насаждения в Завищанском лесничестве, также нельзя назвать неудачным. Здесь псевдотсуга Мензиса проявила не только высокую конкурентоспособность, выйдя из-под полога насаждения в первый ярус, но и сформировала деревья, достигающие в возрасте 68 лет более 70 см в диаметре.

Наиболее выраженное ее превосходство над другими породами прослеживается в смешанных насаждениях, из которых даже при их равном начальном участии псевдотсуга Мензиса к возрасту спелости практически полностью вытесняет, что наглядно видно в насаждениях с лиственницей, дубом и ясенем. Это подтверждают также исследования, проведенные в Украине, где было установлено, что активное вытеснение ели европейской из насаждения с равным участием пород при смешении их чистыми рядами начинается уже с 40 лет, и к 70 годам в составе насаждения ели европейской осталось лишь 2 % [74].

Аналогичная картина наблюдается и при смешении псевдотсуги Мензиса с ясенем и лиственницей [164]. Показано, что в Украине порода вытесняет из

Таблица 4.1. Сравнительная характеристика насаждений псевдотуги Мензиса и основных лесобразующих хвойных пород Беларуси

Порода	Состав насаждения	Возраст насаждения	Средние показатели		Бонитет	Число стволов на 1 га		Абсолютная полнота, м ² /га		Запас ствольной древесины, м ³ /га	
			высота, м	диаметр, см		всего	пс. Менз.	всего	пс. Менз.	всего	пс. Менз.
Псевдотуга Мензиса	10Пс	25	15,9	16,1		1900	43,0		330		
	7Пс2Лц1Е	71	30,1	34,7		677	488	62,3	49,1	820	630
	10Пс	73	28,4	46,1	405		58,1		710		
	6Пс3Е1Яс+Ол	74	28,5	29,8	292	160	22,8	12,1	260	150	
	8Пс2Д	74	29,8	32,1	148	112	11,7	8,7	150	110	
	5Пс4Е1Д	82	38,9	57,8	190	96	45,4	26,4	680	410	
Сосна обыкновенная	10С	25	12,2	11,4		2175	22,6		141		
			14,7	12,7		2620	34,4		254		
		80	28,4	31,3	550	40,7		522/577			
			28,6	33,5	490	43,6					
		90	29,4	33,9	480	42,3		558/588			
		29,2	35,1	447	43,8						
Ель европейская	10Е	25	11,1	8,5		3503	20,1		121		
			13,8	12,3		2534	30,1		218		
		80	30,5	31,5	544	42,4		625			
			–	–	–	–		–			
		90	32,4	34,5	458	42,8		667			
Лиственница европейская	10Лц	30	–	–		–	–		–		
			16,8	17,1		1350	31,0		257		
		80	30,1	33,6	513	45,5		641			
		31,5	35,8	462	46,5		683				

Примечания: над чертой – для естественных, под чертой – для искусственных насаждений по таблицам хода роста [120].

Т а б л и ц а 4.2. Сравнительная характеристика насаждений псевдотсуги Мензиса в Беларуси и ареале при различном бонитете

Состав насаждения	Возраст насаждения	Бонитет	Средние показатели псевдотсуги Мензиса		Число стволов на 1 га		Абсолютная полнота, м ² /га		Запас стволовой древесины, м ³ /га	
			высота, м	диаметр, см	всего	в т. ч. пс. Менз.	всего	в т. ч. пс. Менз.	всего	в т. ч. пс. Менз.
<i>в Беларуси</i>										
10Пс	25	Ia	15,9	16,1	1900		43,0		330	
7Пс2Лц1Е	71		30,1	34,7	677	488	62,3	49,1	820	630
10Пс	73		28,4	46,1	405		58,1		710	
6Пс3Е1Яс+Ол	74		28,5	29,8	292	160	22,8	12,1	260	150
8Пс2Д	74		29,8	32,1	148	112	11,7	8,7	150	110
5Пс4Е1Д	82		38,9	57,8	190	96	45,4	26,4	680	410
<i>в ареале, штаты Вашингтон и Орегон*</i>										
10Пс	30	I	18,6	17,5	1544		37,1		276	
	70		39,3	40,9	469		61,4		860	
	80		42,1	45,0	422		67,3		981	
	30	II	16,6	16,1	1544		30,2		223	
	70		32,9	35,4	551		53,8		691	
	80		34,7	38,2	519		58,6		770	
	30	III	13,4	8,9	4026		25,0		173	
	70		26,2	28,3	706		44,9		529	
80	28,0		31,6	625		48,3		592		

Примечание. * – таксационные характеристики приведены по данным О. Г. Каппера [36].

насаждений все местные виды и к 60–70 годам насаждения практически превращаются в монодоминантные [144]. В условиях Германии аналогичный процесс начинается в смешанных насаждениях с елью европейской, едва она достигает стадии жердняка, лиственницей европейской немного позже, а лиственницу японскую порода перерастает к 30–35 годам [143]. Высказано мнение, что причина этого – антагонизм корневых систем, конкуренция за воду и питание [74]. Однако следует отметить, что интенсивный рост псевдотсуги Мензиса сохраняется при оптимальных почвенно-грунтовых условиях, но с увеличением влажности почвы интенсивность роста породы снижается. Такая закономерность отмечается у псевдотсуги Мензиса на влажном суглинке в кв. 57 ГЛЗ «Прилуцкий», где она уступает по высоте ели европейской.

Обследование посадок породы также показало, что при более редком размещении деревьев псевдотсуги Мензиса в насаждении диаметр их стволов увеличивается. При этом значительного снижения высоты не наблюдается. Аналогичная закономерность выявлена и другими авторами, исследовавшими породу вне ареала [137; 142]. Отмечается, что по росту в высоту ее редкие и густые насаждения практически не отличаются, но в редких насаждениях

рост по диаметру больше. После смыкания насаждений рост по диаметру уменьшается, а в высоту увеличивается и более редкие насаждения к возрасту спелости становятся продуктивнее густых [138].

Значимого влияния густоты стояния деревьев на очищаемость ствола в ходе исследований отмечено не было. Несмотря на то что в более густых насаждениях живая крона расположена значительно выше, первые мертвые сучья на стволах деревьев располагаются в среднем лишь на 1,0–1,5 м выше, чем при более редком стоянии деревьев. Результаты исследований насаждений породы в Кыргызстане и вовсе указывают на то, что аналогичная величина составляет лишь 0,7–1,0 м [142].

4.2. Особенности роста

Важным показателем, характеризующим древесный вид, является прирост. По величине прироста ствола по высоте, диаметру и объему можно наиболее точно судить не только о степени развитости дерева в настоящий момент, но и о потенциальных возможностях древесной породы в конкретных экологических условиях в определенном возрасте [23]. Прирост – величина достаточно универсальная и широко используется при сравнительной оценке продуктивности пород, а также является одним из важнейших критериев при селекционной работе.

Для более детального изучения хода роста псевдотсуги Мензиса был проведен анализ модельных деревьев, отобранных в молодняках (22 года), средневозрастных (40 лет) и приспевающих (70 лет) насаждениях. Для чего стволы, начиная от среза у корневой шейки, были разбиты на двухметровые секции. На середине секций, а также дополнительно у основания шейки корня, на высоте груди (1,3 м) и основания вершинки были взяты спилы толщиной 3 см. При камеральной обработке у них измерялась ширина годичных колец в направлении С–Ю и З–В, начиная от периферии к его центру. Исключение составлял спил у шейки корня, измерение колец которого производилось в обратной последовательности.

По результатам измерения годичных колец с 5-летним интервалом были построены схематические продольные разрезы разновозрастных деревьев (рис. 4.11–4.13). Они характеризуют динамику изменения диаметра на высоте груди (1,3 м), высоты и текущих приростов, а также текущего прироста по объему, площади сечения на высоте груди и средней ширины годичных колец с возрастом [165].

Средняя ширина годичных колец у 40-летнего модельного дерева псевдотсуги Мензиса значительно выше, чем у одновозрастных аборигенных видов сосны обыкновенной и ели европейской, произрастающих в однотипных условиях на территории ЦБС НАН Беларуси (рис. 4.14).

Максимальных значений ширина годичных колец у деревьев псевдотсуги Мензиса достигает в возрасте 15–25 лет и составляет 5,4–6,6 мм, что почти

в 2,5–3,0 раза больше, чем у сосны обыкновенной и ели европейской. Затем разница несколько уменьшается, однако остается достаточно существенной. Прирост по ширине годичного кольца у псевдотсуги Мензиса на 55–60 % выше.

На рис. 4.15 приведены усредненные данные по ширине годичного кольца всех модельных деревьев, которые были подвергнуты анализу.

Как видно, максимальных значений ширина годичных колец достигает в возрасте 15–25 лет и составляет 4,4–4,5 мм. Затем наблюдается постепенное ее снижение, и к 70 годам средняя ширина годичных колец составляет уже 1,9 мм.

Ширина годичных колец обуславливает прирост дерева по диаметру, поэтому их графические отображения сходны (рис. 4.16).

Следовательно, максимум прироста по диаметру наблюдается также в возрастном периоде 15–25 лет, что ранее отмечалось и А. Т. Федоруком [13].

Кульминация текущего среднепериодического прироста псевдотсуги Мензиса в высоту наступает значительно позже, чем по диаметру. В раннем возрасте прирост в высоту постепенно увеличивается и достигает своего максимума в 30–35 лет, когда он составляет 57 см.

Аналогичная картина наблюдается и при анализе данных прироста по площади сечения на высоте 1,3 м (рис. 4.17).

Установлено, что интенсивный прирост по площади сечения на высоте 1,3 м сохраняется у псевдотсуги до 35–40 лет. Его значения дости-

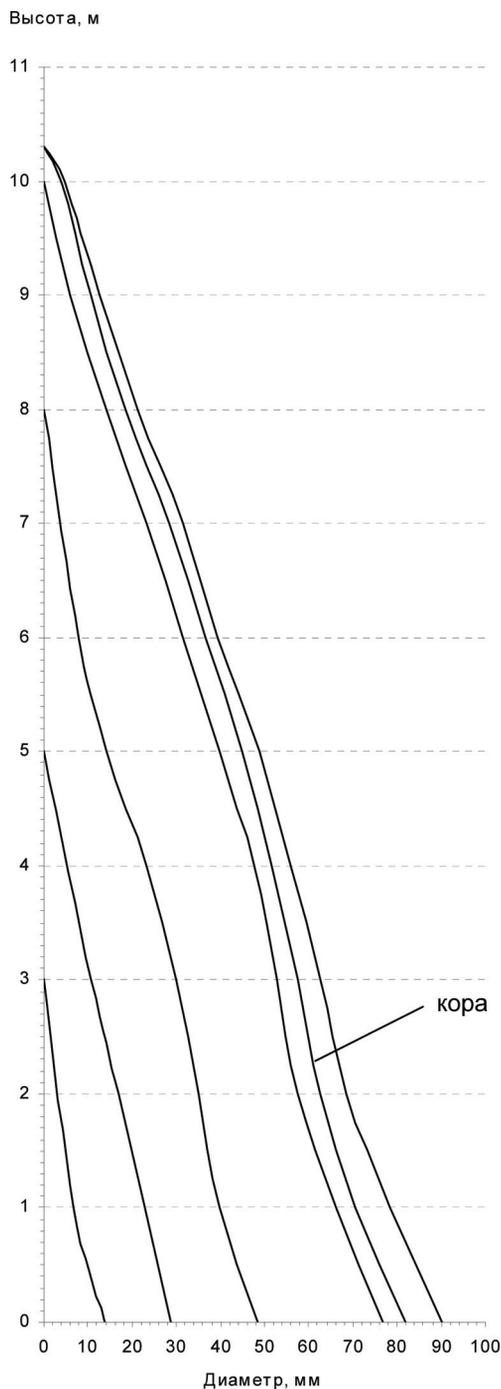


Рис. 4.11. Схематический продольный разрез 22-летнего дерева псевдотсуги Мензиса

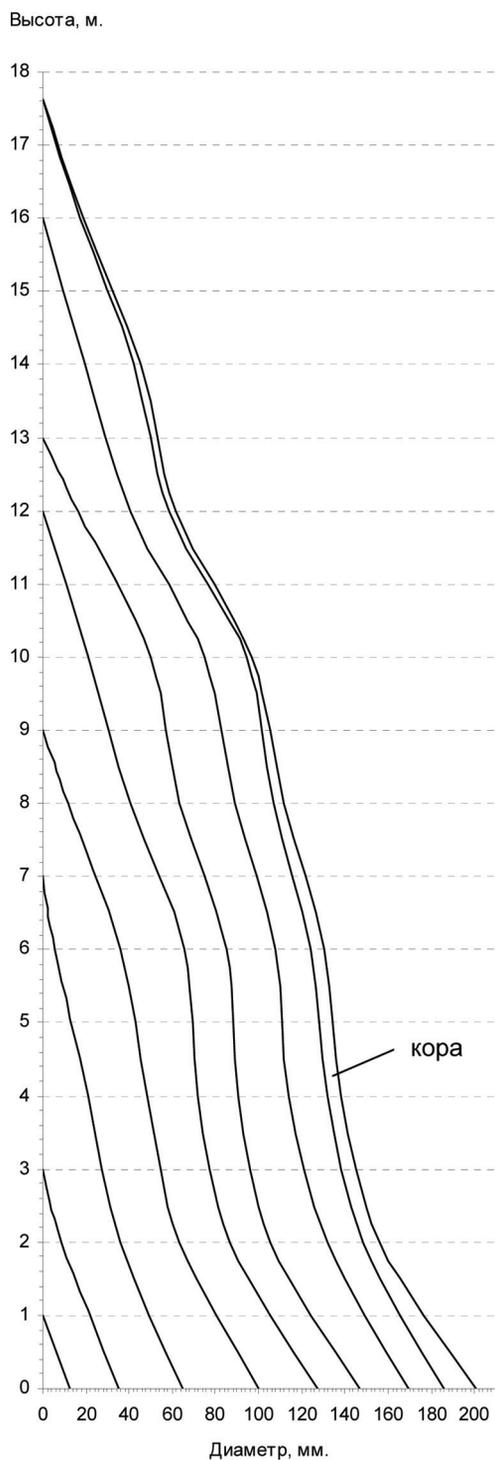
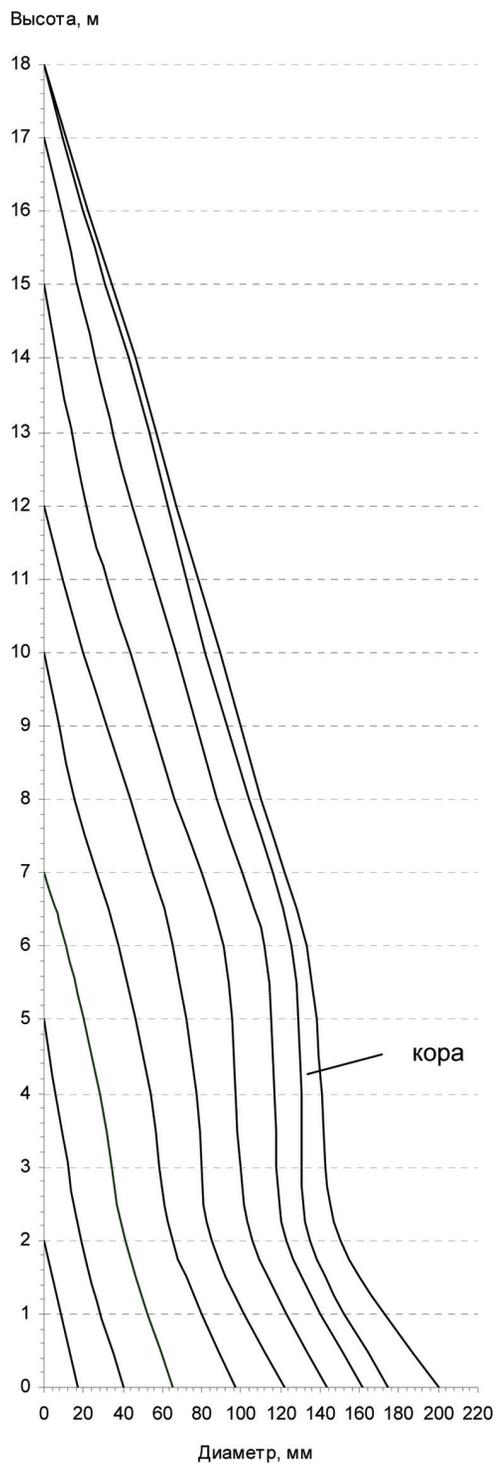


Рис. 4.12. Схематический продольный разрез 40-летних деревьев псевдотсуги Мензиса

Высота, м



Высота, м

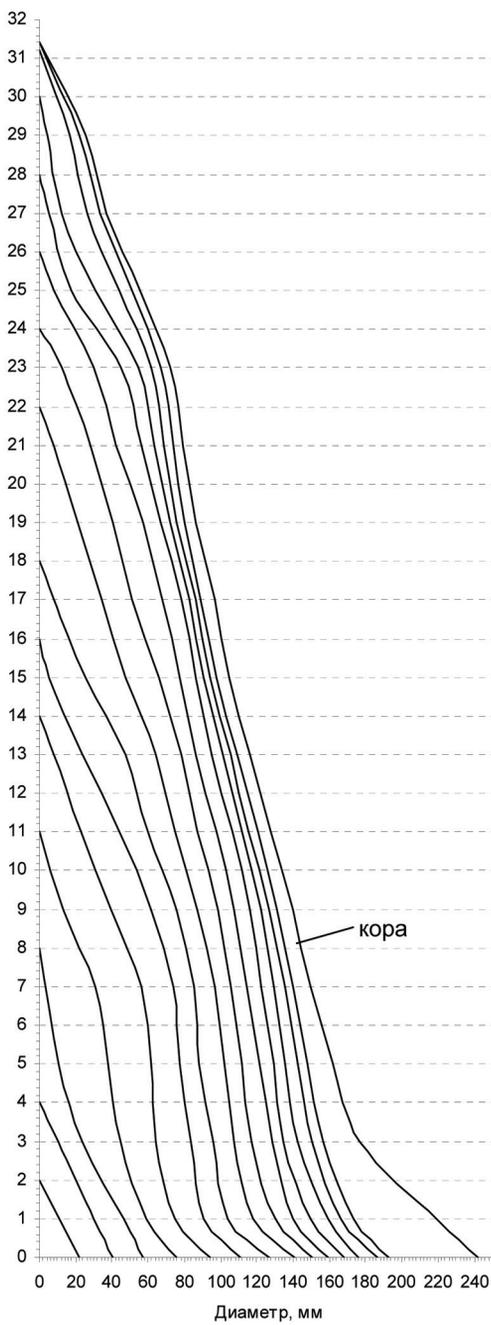


Рис. 4.13. Схематический продольный разрез 70-летних деревьев псевдотсуги Мензиса

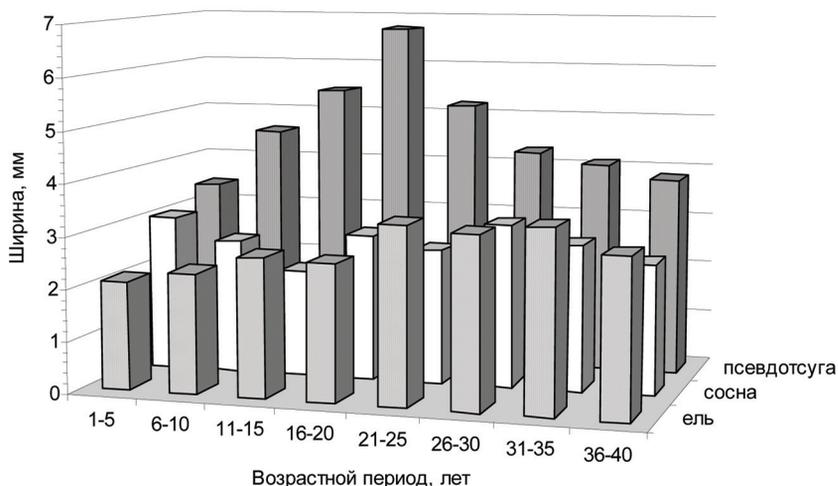


Рис. 4.14. Средняя ширина годичных колец 40-летних деревьев псевдотсуги Мензиса, сосны обыкновенной и ели европейской, произрастающих на дерново-подзолистых супесчаных почвах

гают $0,0044 \text{ м}^2$. Далее наблюдается постепенное снижение. В то же время данные рис. 4.18 показывают, что интенсивный прирост псевдотсуги Мензиса по объему продолжается до 55–65 лет. В этом возрасте прирост достигает максимальных значений $0,084 \text{ м}^3$. Такая тенденция отмечалась и другими авторами [166]. Следовательно, ее максимальный средний прирост по запасу наступает в возрасте 65–70 лет.

Аналогичным ходом роста характеризуются деревья псевдотсуги Мензиса, произрастающие в насаждениях естественного ареала распространения в западной части штата Орегон (рис. 4.19) [167; 168], а также в насаждениях Латвии [23] и Украины [164]. Это позволяет утверждать о высокой степени адаптации псевдотсуги Мензиса в условиях республики. Следовательно, ход

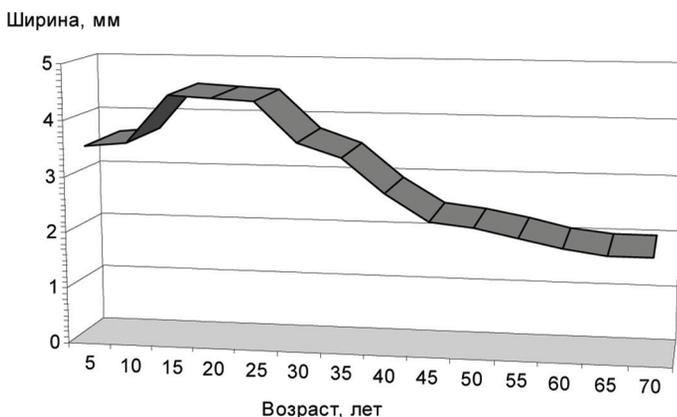


Рис. 4.15. Динамика изменения средней ширины годичного кольца псевдотсуги Мензиса в условиях Беларуси

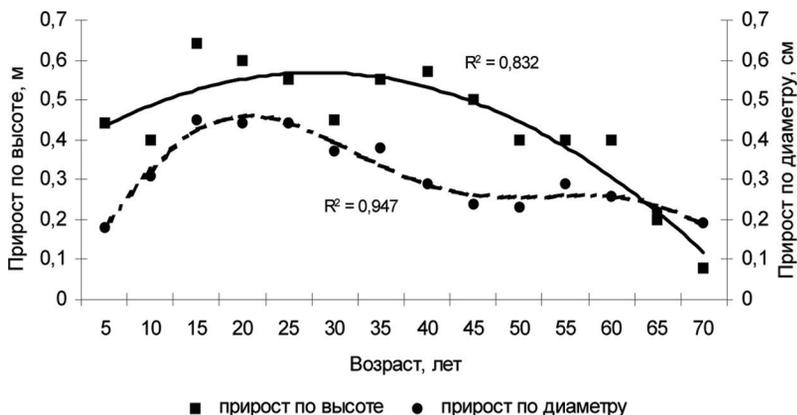


Рис. 4.16. Возрастная динамика текущего среднепериодического прироста псевдотсуги Мензиса по диаметру и высоте

роста псевдотсуги Мензиса в Беларуси обуславливается, главным образом, не климатическими и почвенно-гидрологическими факторами, а ее наследственными признаками [165].

Корреляционный анализ таксационных показателей, полученных нами при анализе хода роста древесного ствола псевдотсуги Мензиса в условиях Беларуси, выявил наличие значимой положительной линейной связи между высотой дерева и его возрастом, диаметром на высоте груди и высотой, а также диаметром и возрастом (табл. 4.3).

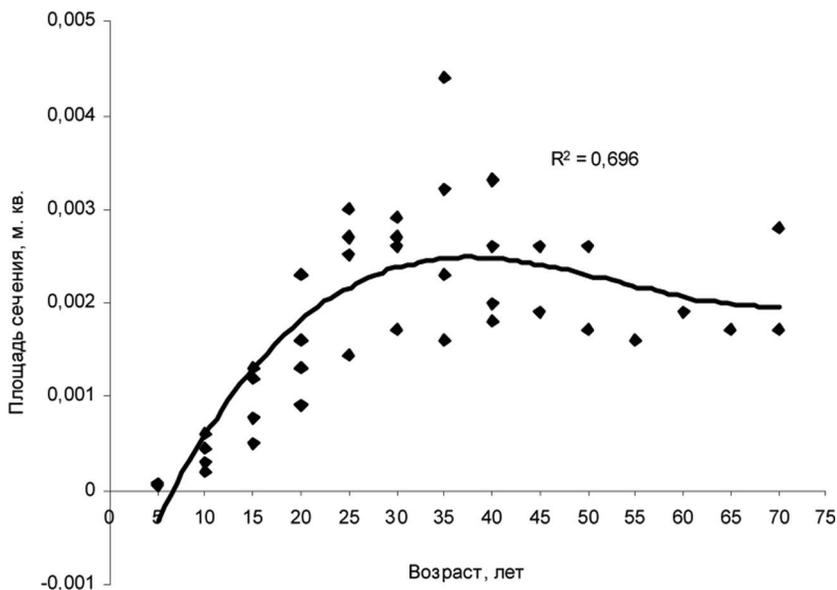


Рис. 4.17. Возрастная динамика текущего среднепериодического прироста псевдотсуги Мензиса по площади сечения

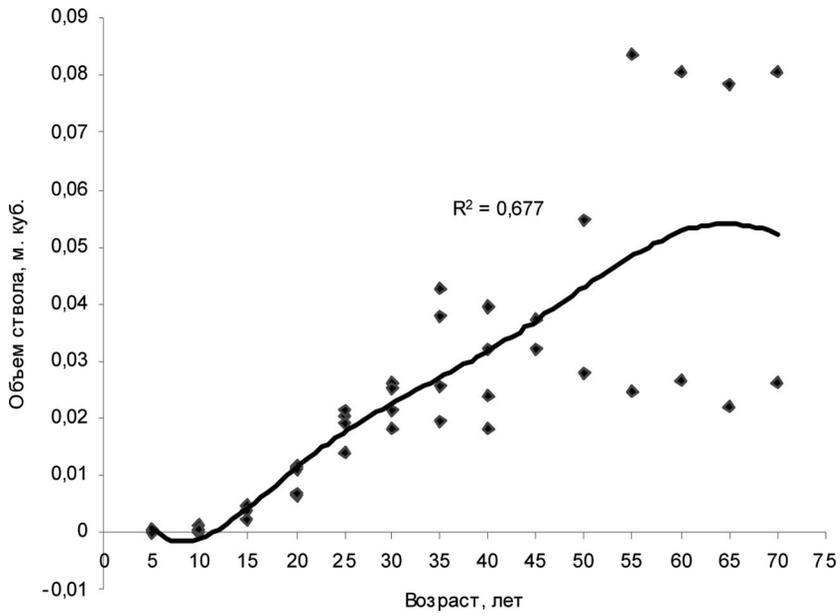


Рис. 4.18. Возрастная динамика текущего среднепериодического прироста псевдотсуги Мензиса по объему ствола

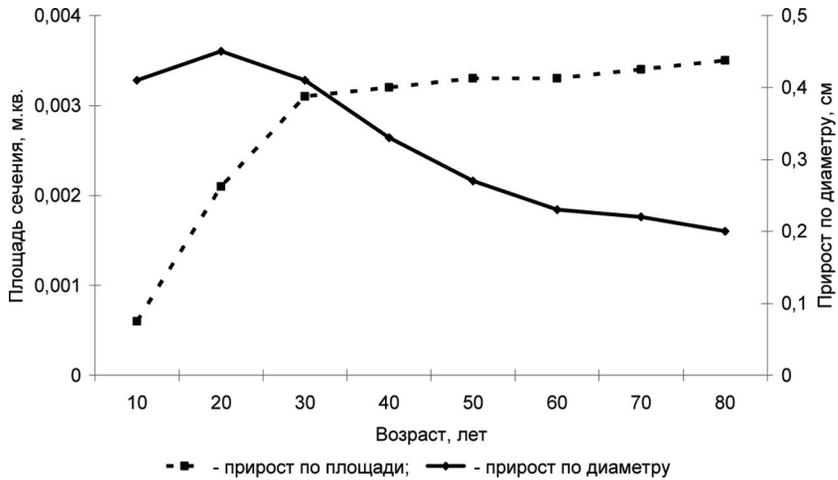


Рис. 4.19. Возрастная динамика текущего среднепериодического прироста псевдотсуги Мензиса по площади сечения и диаметру в ареале (по данным N. I. Poage [168])

Т а б л и ц а 4.3. Достоверность взаимосвязи таксационных показателей псевдотсуги Мензиса

<i>r / P</i>				<i>R</i>	<i>a / P</i>		<i>R</i> ²	<i>F / P</i>
Вариант	<i>H</i> , м	<i>D</i> _{1,3} , см	<i>A</i> , лет		<i>a</i> ₁	<i>a</i> ₂		
<i>H</i>		<u>0,40</u> 0,01	<u>0,73</u> 0,00	0,98	<u>0,75</u> 0,00	<u>0,05</u> 0,07	0,91	<u>892,97</u> 0,00
<i>D</i> _{1,3}	<u>0,40</u> 0,01		<u>0,30</u> 0,04					
<i>A</i>	<u>0,73</u> 0,00	<u>0,30</u> 0,04						

П р и м е ч а н и я: *H* – высота дерева; *D*_{1,3} – диаметр дерева на высоте груди (1,3 м); *A* – возраст дерева; *r* – коэффициент частной корреляции; *R* – коэффициент множественной корреляции; *a*₁, *a*₂ – коэффициенты модели связи; *P* – расчетный уровень значимости; *R*² – коэффициент детерминации; *F* – критерий Фишера.

Причем, если судить о тесноте связи по коэффициенту корреляции, то важнейшим фактором, определяющим высоту дерева, является возраст. С этим показателем существует более тесная связь высоты дерева, так как коэффициент корреляции достигает наибольшей величины – 0,73.

На наличие сильно выраженной линейной связи между всеми выше перечисленными таксационными показателями указывает коэффициент множественной корреляции, который равен 0,98. Связь высоты дерева с его диаметром на высоте груди и возрастом выражается уравнением вида:

$$H = 0,75D_{1,3} + 0,05A.$$

Проверка достоверности регрессии по *F*-критерию показала, что она достоверна с вероятностью более 0,95. О достаточно высокой точности модели связи высоты дерева с его диаметром на высоте груди и возрастом свидетельствует также коэффициент детерминации, равный 0,91. Практическая значимость модели состоит в том, что ее можно использовать в качестве расчетной в целях получения средних значений высот при таксации посадок псевдотсуги Мензиса в Беларуси.

Следует отметить, что в настоящее время в Америке, Канаде, а также многих европейских странах, обладающих значительными площадями насаждений псевдотсуги Мензиса, позволяющими собрать весь спектр необходимого фактического материала, достаточно широко используется моделирование не только структуры древостоя и происходящих в нем процессов [169–175], но и связи между различными параметрами дерева [176–180], что позволяет оптимизировать лесохозяйственное производство. Для этих целей разработаны специальные компьютерные программы [181].

4.3. Ход роста псевдотсуги Мензиса и основных хвойных лесобразующих пород Беларуси

При проведении исследований был дан сравнительный анализ хода роста насаждения псевдотсуги Мензиса, произрастающего в ГЛЗ «Прилуцкий», с естественными насаждениями аборигенных видов сосны обыкновенной и ели европейской, а также их искусственных насаждений и лиственницы европейской. Данные для псевдотсуги Мензиса были получены при анализе хода роста модельных деревьев, а для сосны обыкновенной, ели европейской и лиственницы европейской заимствованы из таблиц хода роста [120]. Такой подход вполне оправдан и использовался ранее и другими авторами [182].

Рост псевдотсуги Мензиса по диаметру на высоте груди (1,3 м) значительно выше, чем у сосны обыкновенной и ели европейской естественных насаждений Ia класса бонитета (рис. 4.20). При этом наиболее четко доминирование псевдотсуги Мензиса выражено над елью европейской. В первом классе возраста по среднему диаметру древостоя псевдотсуга Мензиса превосходит ель европейскую практически в 2 раза. Затем наблюдается тенденция к постепенному сглаживанию различий, и к 70 годам разница составляет в абсолютных величинах 6,7 см.

По сравнению с сосной обыкновенной, наоборот, до 20 лет разница средних показателей древостоя незначительная и находится в пределах лишь 0,6–3,0 см. Однако с возрастом она постепенно увеличивается и к 70 годам достигает 7,0 см.

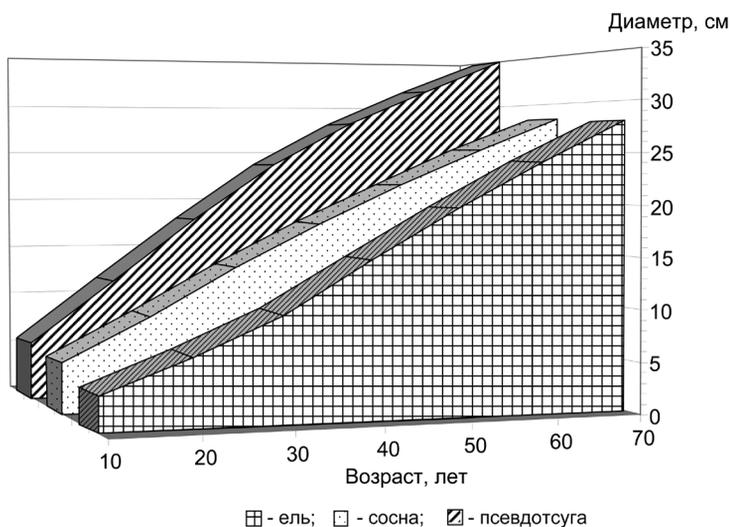


Рис. 4.20. Ход роста по диаметру псевдотсуги Мензиса и естественных насаждений Ia класса бонитета сосны обыкновенной и ели европейской

Аналогичная картина наблюдается и при сравнении хода роста по высоте (рис. 4.21). Если в 10 лет разница средних высот древостоев псевдотсуги Мензиса и сосны обыкновенной составляет лишь 0,8 м, то уже к 60 годам она достигает более 4,5 м, а между псевдотсугой Мензиса и елью европейской более 4,0 м.

Сравнение хода роста породы с ходом роста аборигенных хвойных видов и лиственницы европейской в культурах показывает, что в первые 10–20 лет псевдотсуга Мензиса незначительно уступает сосне обыкновенной и лиственнице европейской в приросте по диаметру (рис. 4.22).

Разница показателей незначительная и колеблется в пределах 1,0 см. Однако с увеличением возраста различия увеличиваются, и к 70 годам средний диаметр псевдотсуги Мензиса больше, чем у сосны обыкновенной на 3,6 см. Наиболее же значительными оказались различия в ходе роста по диаметру между псевдотсугой Мензиса и елью европейской. Средний диаметр древостоя последней в 10-летнем возрасте на 2,8 см ниже, чем у псевдотсуги Мензиса. При этом с возрастом эти различия увеличиваются, и к 60 годам достигают более 11 см. Аналогичная картина наблюдается и с ходом роста культур ели европейской по высоте. В возрасте 60 лет разница средних высот древостоев составляет 4,8 м (рис. 4.23).

В то же время культуры сосны обыкновенной и лиственницы европейской имеют на 0,8–1,3 м большую среднюю высоту насаждения, нежели псевдотсуга Мензиса, вплоть до 30 лет. Однако сохранение высоких темпов роста псевдотсугой Мензиса на фоне снижения его у сосны обыкновенной и лиственницы европейской позволяет уже к 40 годам превосходить их по средней высоте соответственно на 1,2 и 1,5 м, а к 70 годам эти различия достигают уже 3,9

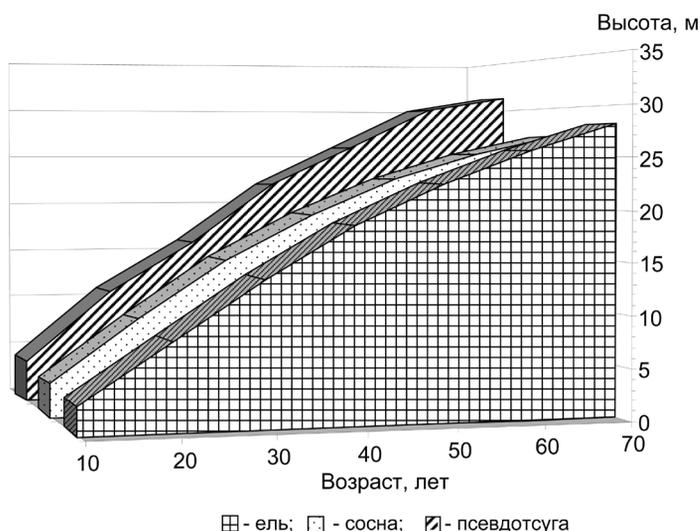


Рис. 4.21. Ход роста по высоте псевдотсуги Мензиса и естественных насаждений Iа класса бонитета сосны обыкновенной и ели европейской

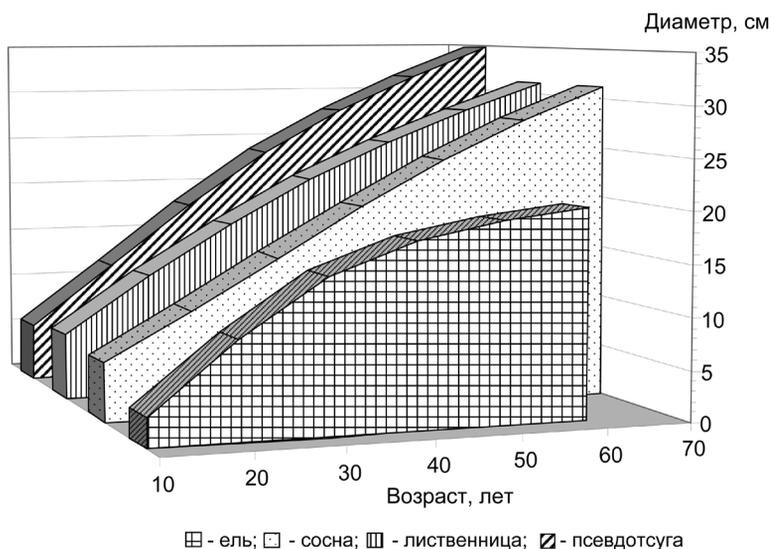


Рис. 4.22. Ход роста по диаметру псевдотсуги Мензиса и искусственных насаждений Ia класса бонитета сосны обыкновенной, ели европейской и лиственницы европейской

и 3,1 м. Аналогичные данные о росте породы получены и в условиях Украины, где отмечается, что преимущество в росте над другими древесными видами у псевдотсуги Мензиса наблюдается с возраста 20–30 лет [144; 183].

Таким образом, установлено, что превосходство псевдотсуги Мензиса над естественными насаждениями аборигенных видов наблюдается на протяжении всего периода исследований, а в культурах – начиная с 40-летнего возраста

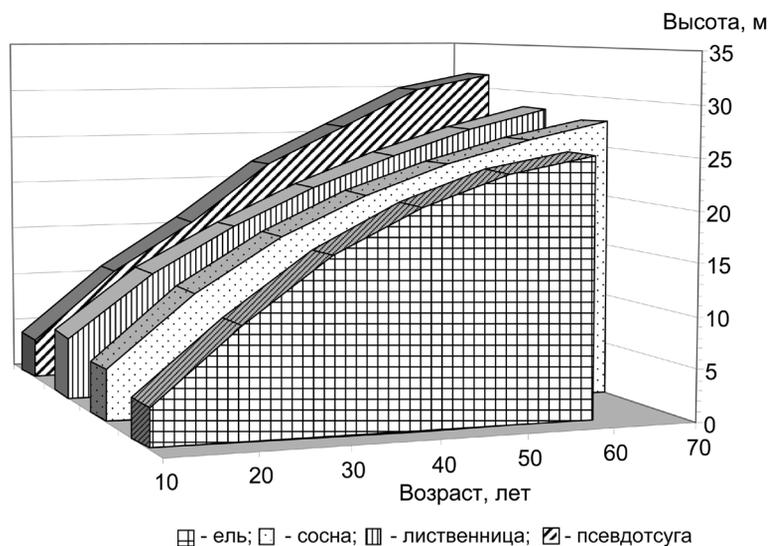


Рис. 4.23. Ход роста по высоте псевдотсуги Мензиса и искусственных насаждений Ia класса бонитета сосны обыкновенной, ели европейской и лиственницы европейской

та [184; 185]. При этом наиболее выраженные различия в ходе роста в обоих случаях отмечены у псевдотсуги Мензиса и ели европейской. Для сравнения, в Германии при практически равном возрасте насаждений средняя высота ели европейской достигает лишь 51–70 %, а диаметр 50–61 % соответствующих параметров породы [39]. В Латвии псевдотсуга Мензиса превосходит ель по диаметру на 25 % и высоте на 12 % [186]. Это свидетельствует о том, что при равных условиях псевдотсуга Мензиса более перспективна, чем ель европейская, что в настоящее время в связи с остро вставшей проблемой усыхания ельников и поиска альтернативных замещающих пород особенно актуально.

О более высокой интенсивности роста псевдотсуги Мензиса в сравнении с другими древесными породами свидетельствуют результаты исследований в условиях Германии. Так, по высоте 40-летние насаждения псевдотсуги Мензиса превосходят 60-летние насаждения сосны, пихты, дуба, бука и даже березы [187]. По диаметру в 70 лет порода превосходит ель на 42,4 %, пихту – на 46,1, сосну – на 42,2 и лиственницу европейскую – на 29,8 % [40].

Наибольшей продуктивностью в условиях республики характеризуются древостои псевдотсуги Мензиса на супесях, легких и средних суглинках в условиях свежей и влажной судубравы и дубравы. Достаточно успешный рост породы возможен также и на более бедных почвах.

Ход роста псевдотсуги Мензиса в Беларуси сходен с ходом роста ее в насаждениях естественного ареала распространения, что свидетельствует о полном соответствии условий республики биологическим особенностям вида. Высокая продуктивность обуславливается главным образом наследственностью, что подтверждается сохранением высоких темпов роста при интродукции породы в Беларусь.

По интенсивности роста культуры псевдотсуги Мензиса превосходят естественные одновозрастные насаждения аборигенных видов хвойных – сосны обыкновенной и ели европейской Ia класса бонитета, незначительно уступая в молодом возрасте лишь искусственным насаждениям сосны обыкновенной и лиственницы европейской. Однако благодаря сохранению высоких темпов роста преимущество псевдотсуги Мензиса над местными породами устанавливается уже с середины 2-го класса возраста и с течением времени увеличивается, что позволяет ей в равных условиях формировать более продуктивные насаждения.

Высокая интенсивность роста псевдотсуги Мензиса на протяжении длительного времени лежит в основе исключительной ее конкурентоспособности, позволяющей к возрасту спелости практически полностью вытеснить из насаждения другие породы, даже при их равном исходном участии.

Таким образом, введение псевдотсуги Мензиса в лесокультурное производство республики следует рассматривать не только как фактор повышения продуктивности лесов, но и как возможность сокращения оборота рубки, так как аналогичных продукционных показателей местные лесообразующие хвойные породы достигают лишь через 10–15 лет.

Псевдотсуга Мензиса размножается как семенным, так и вегетативным способом. Семенному способу отдается предпочтение при массовом размножении в питомниках, а вегетативному при выращивании декоративных культиваров и создании клоновых плантаций.

Вопросы размножения псевдотсуги Мензиса в ареале, а также районах ее длительной интродукции изучены достаточно хорошо [96; 97; 188–190], и на основе этих исследований разработаны технологии ее репродукции применительно к конкретным условиям выращивания [23; 45; 68].

Широкое введение в культуру псевдотсуги Мензиса в республике сдерживается отсутствием местной лесосеменной базы, что не позволяет получать достаточное количество семян и организовать массовое выращивание посадочного материала. В связи с этим актуальными становятся исследования по поиску и разработке способов эффективного использования небольших количеств семян местной репродукции.

Следует заметить, что в Беларуси накоплен определенный опыт семенного размножения псевдотсуги Мензиса. Наиболее активные работы в этом направлении велись в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси Н. В. Шкутко и сотрудниками лаборатории интродукции древесных растений [12; 108]. Было установлено, что важным показателем адаптации псевдотсуги Мензиса в условиях республики является семяношение, которое начинается с 20–30 лет. Однако несмотря на практически ежегодное семяношение, хорошие урожаи повторяются через 3–4 года. По данным 14-летних наблюдений Н. В. Шкутко [108], средний балл урожайности шишек псевдотсуги Мензиса в Беларуси колеблется в пределах 2,2–2,4 балла по В. Г. Капперу [120]. По нашим наблюдениям последний хороший урожай шишек был в 2005 г. (2,9 балла), но уже в 2006 г. лишь 1,4 балла.

5.1. Оптимизация сроков заготовки семенного материала

Важной биологической особенностью псевдотсуги Мензиса является быстрая раскрываемость шишек после их созревания. При этом в первую очередь высыпаются полнозернистые семена, что ведет к снижению качества семенного материала и значительно сокращает сроки его заготовки. Это явле-

ние отмечалось и другими авторами [70; 191]. Существенное влияние на сохранность семян оказывают также животные и птицы, которые употребляют в пищу полнозернистые семена.

В связи с этим некоторые авторы рекомендуют начинать сбор шишек на 2 недели раньше их полного созревания [70; 192; 193]. Такой прием обеспечивает в собранных полузрелых шишках дозревание семян и получение жизнеспособных всходов, что обусловлено более ранним наступлением физиологической зрелости семян по сравнению с полным созреванием шишки [194; 195].

Для выяснения возможности более раннего сбора шишек псевдотсуги Мензиса, находящихся на различных этапах созревания, нами в течение трех лет ставился специальный опыт по дозариванию шишек. Шишки собирали подекадно (с I декады июля по III декаду сентября) [196].

Анализ изменения биометрических параметров шишек (табл. 5.1) показал, что в процессе дозревания у шишек несколько уменьшается длина (до 10 %). Полностью созревшие шишки имеют длину около 5,7 см и диаметр у основания около 2,4 см. Среднее количество семян в шишке с середины июля до середины сентября колеблется в пределах 60–66 штук. В начале июля и конце сентября этот показатель значительно ниже. В первом случае это связано с незаконченностью процесса формирования семян из семяпочек, во втором – с высыпанием семян из зрелых шишек.

Т а б л и ц а 5.1. Динамика изменения характеристик шишек псевдотсуги Мензиса при дозревании в зависимости от срока сбора

Дата сбора		Показатель, $M \pm m$					
		длина шишки, см	диаметр шишки, см	количество семян в шишке, шт.	масса шишки, г	влажность семян, %	влажность чешуи, %
Июль	I дек.	6,4 ± 0,1	2,4 ± 0,02	52,2 ± 2,9	21,9 ± 0,6	77,9 ± 3,7	74,0 ± 0,2
	II дек.	6,4 ± 0,1	2,5 ± 0,03	63,1 ± 3,2	20,4 ± 0,6	68,7 ± 2,0	64,3 ± 0,7
	III дек.	6,2 ± 0,1	2,4 ± 0,03	60,8 ± 3,5	20,2 ± 1,0	55,8 ± 0,9	58,1 ± 0,1
Август	I дек.	6,2 ± 0,1	2,5 ± 0,03	63,4 ± 3,6	20,1 ± 0,8	55,4 ± 0,9	55,1 ± 0,4
	II дек.	6,1 ± 0,2	2,5 ± 0,04	66,6 ± 3,4	19,8 ± 1,0	49,4 ± 2,0	50,2 ± 0,4
	III дек.	6,1 ± 0,1	2,5 ± 0,05	65,0 ± 1,8	19,2 ± 0,6	21,5 ± 2,2	48,7 ± 0,9
Сентябрь	I дек.	5,8 ± 0,2	2,4 ± 0,06	63,0 ± 0,2	18,0 ± 0,4	7,6 ± 0,8	32,7 ± 3,9
	II дек.	5,7 ± 0,1	2,3 ± 0,04	62,8 ± 1,6	11,3 ± 0,4	7,3 ± 0,6	23,0 ± 4,0
	III дек.	5,9 ± 0,2	2,6 ± 0,05	44,2 ± 1,4	9,5 ± 0,9	6,1 ± 1,0	8,8 ± 2,3

П р и м е ч а н и е. M – среднее значение, m – ошибка среднего.

По мере созревания шишки наблюдается постепенное снижение ее средней массы с 21,9 г в начале июля до 9,5 г в конце сентября. Это связано с уменьшением содержания воды в различных частях шишки.

Причем если в начале июля наибольшую влажность имеют семена, то к середине августа влажность семян и семенной чешуи примерно уравнивается. В зрелых шишках влажность семян практически в 2 раза ниже влажности чешуи. Данные табл. 5.2 наглядно иллюстрируют увеличение массы 1000 семян по мере их созревания с 1,99 г в начале июля до 9,11 г к концу сентября.

Т а б л и ц а 5.2. Качество семян псевдотсуги Мензиса в зависимости от срока их сбора

Показатель	Дата сбора семян								
	июль			август			сентябрь		
	И дек.	II дек.	III дек.	И дек.	II дек.	III дек.	И дек.	II дек.	III дек.
Масса 1000 семян, г	1,99	2,02	3,44	3,64	5,23	5,93	6,21	8,95	9,11
Полнозернистость, %	0	50	45	40	40	25	23	20	15
Всхожесть, %	0	0	1	7	19	22	19	16	10
Энергия прорастания, %	0	0	0	0	0	7	3	3	5

Полнозернистость семян также варьировала в зависимости от срока их сбора. Так, среди семян, собранных в начале июля, полнозернистых обнаружено не было. В середине июля полнозернистость составляла 50 %. При этом полость семени была заполнена эндоспермом, имеющим водянистую структуру. У отдельных семян наблюдаются слабо выраженные зачатки зародыша (рис. 5.1).

К концу июля полнозернистость семян снижается. У полнозернистых семян в этот период наблюдается наличие явно выраженного светло-желтого за-

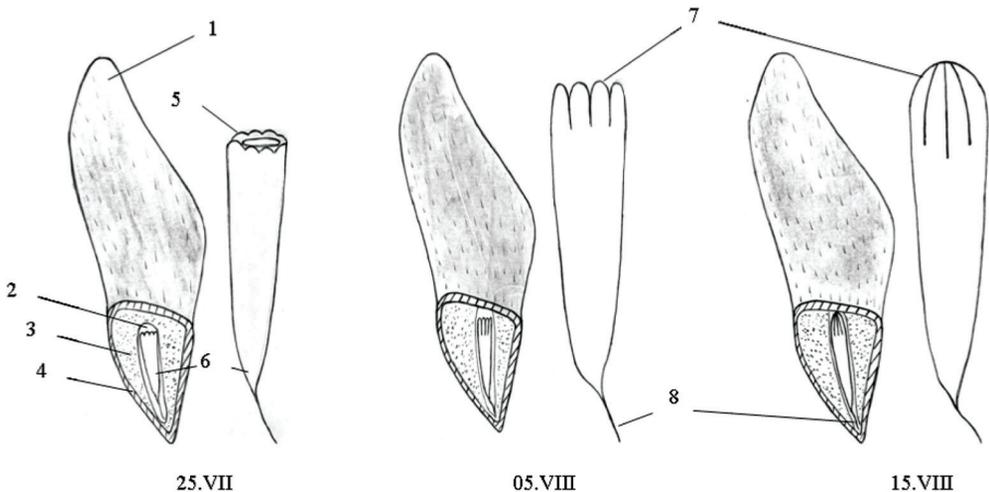


Рис. 5.1. Развитие семени псевдотсуги Мензиса: 1 – крылатка; 2 – зародышевый канал; 3 – эндосперм; 4 – оболочка семени; 5 – зачатки семядолей; 6 – зародыш; 7 – семядоли; 8 – корешок

чатка зародыша длиной около 2 мм и толщиной 0,5 мм. Он занимает немного больше половины длины эндосперма. В верхней части он плоский, с явно выраженными зачатками семядолей, в виде округлых бугорков, к низу сужается и плавно переходит в корешок длиной около 4 мм. Содержание влаги в эндосперме, по сравнению с предыдущим сроком сбора, уменьшается.

К началу августа зародыш становится более массивным. Его средняя длина составляет 3,6 мм, толщина – 0,7 мм. Длина корешка достигает 5 мм. Семядоли значительно увеличиваются в размерах. Зародыш становится более плотным и приобретает желтую окраску. Он занимает уже более 2/3 длины семени. Содержание воды в эндосперме продолжает снижаться.

Формирование зародыша продолжается до середины августа. Его длина достигает 4,4 мм, а толщина – 0,9 мм. Значительного увеличения длины корешка не наблюдается. Семядоли прижаты друг к другу так, что вершина зародыша приобретает округлую форму. Длина семядолей составляет около 1 мм. Зародыш плотный, блестящий, с темно-желтой окраской, причем в нижней его части, ближе к корешку, окраска более насыщенная. По объему зародыш занимает приблизительно треть семени. В верхней и нижней его частях он практически достигает границ эндосперма. Эндосперм плотный, сухой, крахмалистый.

Увеличение количества пустых семян с середины июля до конца августа, по нашему мнению, связано главным образом с нарушением хода эмбриогенеза, приводящим к диссимилиации зародыша и эндосперма. Это связано, по видимому, с совпадением этого периода со сроками формирования самого семени. В отношении хвойных интродуцентов такие выводы делались и другими авторами [197–199]. В сентябре снижение полнотелности связано с уменьшением доли полнотелных семян в общей массе получаемого из шишек семенного материала. Полнотелные семена, как отмечалось ранее, из зрелых шишек высыплются в первую очередь.

Высев семян после дозревания их в шишках при комнатной температуре показал, что первые всходы псевдотсуги Мензиса отмечаются из семян, полученных из шишек, собранных в конце июля. Однако всхожесть таких семян невелика, не превышает 1 % (табл. 5.2). По мере созревания семян всхожесть их увеличивается, достигая максимума к концу августа. Следовательно, несмотря на то что визуально окончание процесса формирования зародыша фиксируется в середине августа, завершается эмбриогенез только к концу месяца.

Семена из шишек, собранных в середине августа и оставленных на дозревание, характеризуются довольно высокой всхожестью (19 %), что лишь на 3 % ниже всхожести полностью зрелых семян, собранных в конце августа. Таким образом, в шишках, собранных за 10–15 дней до полного созревания при комнатной температуре происходит дозревание семян. Недостатком этих семян является лишь снижение энергии прорастания. Дружные всходы таких семян наблюдались нами через 14 дней после их посева.

Влияние срока сбора семян на рост и развитие сеянцев псевдотсуги Мензиса приведено в табл. 5.3. Данные таблицы показывают, что по мере созревания семян увеличиваются и биометрические параметры получаемых из них сеянцев. Сеянцы с более развитой надземной частью и корневой системой формируются из семян, полученных из шишек, собранных начиная с середины августа. У них отмечается появление корней 3-го порядка. Максимальные же биометрические параметры имеют сеянцы, полученные из семян, собранных в конце августа, в фазе их полного созревания.

Т а б л и ц а 5.3. Биометрические параметры сеянцев псевдотсуги Мензиса в зависимости от срока сбора семян

Дата сбора		Диаметр корневой шейки, мм	Длина надземной части, мм	Длина хвои, мм	Длина корней, мм			
					основного	1-го порядка	2-го порядка	3-го порядка
Июль	I дек.	–	–	–	–	–	–	–
	II дек.	–	–	–	–	–	–	–
	III дек.	0,8 ± 0,05	47,3 ± 1,6	14,8 ± 0,4	135,3 ± 3,8	15,2 ± 2,9	1,7 ± 0,2	–
Август	I дек.	0,8 ± 0,03	50,1 ± 6,0	15,5 ± 0,6	143,1 ± 5,8	18,8 ± 4,3	1,7 ± 0,6	–
	II дек.	1,1 ± 0,06	73,8 ± 4,9	19,1 ± 1,2	145,9 ± 7,4	20,3 ± 2,8	2,1 ± 0,4	0,9 ± 0,2
	III дек.	1,0 ± 0,03	88,9 ± 4,5	21,8 ± 0,9	150,4 ± 6,3	33,3 ± 2,6	4,9 ± 0,3	1,8 ± 0,3
Сентябрь	I дек.	1,0 ± 0,04	72,1 ± 4,3	19,0 ± 1,3	139,5 ± 4,9	21,5 ± 2,9	3,7 ± 0,3	–
	II дек.	1,1 ± 0,04	70,3 ± 4,4	18,0 ± 1,0	138,5 ± 5,1	20,6 ± 3,2	3,6 ± 0,3	0,9 ± 0,1
	III дек.	1,1 ± 0,03	69,0 ± 1,9	21,0 ± 0,7	130,0 ± 5,3	20,0 ± 2,8	3,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1

П р и м е ч а н и е. $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего.

Сопоставление параметров сеянцев из семян, собранных в середине и конце августа, показывает, что по большинству из них они различаются незначительно. Исключение составляет лишь длина корней 1–3-го порядков. Таким образом, дозревание семян в шишках, собранных начиная с середины августа, не оказывает существенного влияния на рост и развитие сеянцев.

5.2. Оценка посевных качеств семян разновидностей псевдотсуги Мензиса

Как отмечалось выше, на территории республики псевдотсуга Мензиса представлена тремя разновидностями. Однако сравнительного изучения качества семенного материала разновидностей породы ранее не проводилось.

Заготовку семенного материала для этой цели проводили после полного созревания шишек в конце августа – начале сентября. Сбор шишек осуществлялся с деревьев, произрастающих в групповых посадках на территории

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси». Сортировка семян перед опытом не проводилась.

Анализ качества семян разновидностей псевдотсуги Мензиса (рис. 5.2) показал, что сизая разновидность породы по всем показателям значительно превосходит зеленую и серую. Она характеризуется наиболее крупными и полнозернистыми семенами, что обуславливает высокую массу 1000 семян. Ее полнозернистость в 1,5 раза выше, чем у зеленой и практически в 2 раза, чем у серой. Однако следует отметить, что у var. *caesia* практически все полнозернистые семена оказались всхожими. В то время как у сизой и зеленой разновидностей разница между полнозернистыми и всхожими семенами составляет более 7 %. Следовательно, в семенах var. *caesia* формируется более развитый и жизнеспособный зародыш. Наиболее высокая всхожесть семян была отмечена у var. *glauca*, наименее низкая – у var. *viridis*. Для сизой разновидности псевдотсуги Мензиса характерна также и высокая энергия прорастания. По этому показателю она почти в 4 раза превосходит зеленую и более чем в 7 раз – серую.

Интенсивность роста разновидностей породы также неодинакова. Так, изучение семенного потомства разновидностей выявило у них значимые различия по степени роста и развития надземной части и корневой системы. Лучшим ростом надземной части отличались сеянцы var. *viridis* (табл. 5.4). Средняя их высота более чем на 15 % превысила высоту сеянцев других разновидностей, которые имели практически одинаковую высоту. Хвоя у сеянцев зеленой разновидности также достаточно крупная. Средняя ее длина на 10 % превышает длину сизой и практически на 20 % – серой. Наименее мелкая и развитая хвоя была отмечена у сеянцев var. *caesia*. Кроме того, сеянцы этой разновидности характеризуются также и наименьшим диаметром корневой шейки. Он более чем на 20 % ниже, чем у var. *viridis*. Сизая же разновидность

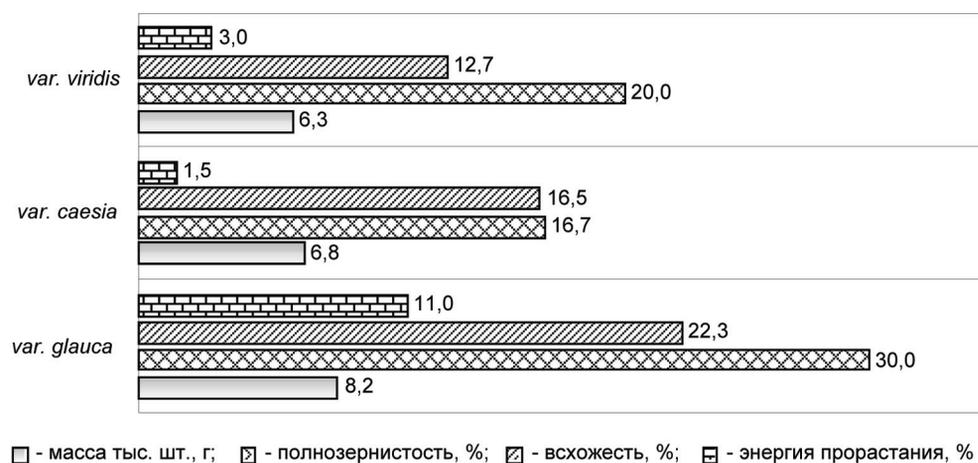


Рис. 5.2. Показатели качества семян разновидностей псевдотсуги Мензиса

Т а б л и ц а 5.4. Характеристика надземной части семян разновидностей псевдотсуги Мензиса

Показатель		Сравниваемые разновидности					
		var. <i>viridis</i> – var. <i>glauca</i>		var. <i>viridis</i> – var. <i>caesia</i>		var. <i>glauca</i> – var. <i>caesia</i>	
Высота, см	Среднее значение, <i>M</i>	9,8	8,3	9,8	8,1	8,3	8,1
	Стандартное отклонение, σ	2,0	1,3	2,0	2,1	1,3	2,1
	Дисперсия, σ^2	4,00	1,69	4,00	4,41	1,69	4,41
	Достоверность различия по дисперсии, <i>P</i>	0,021*		0,464		0,015*	
	Достоверность различия по ср. знач., <i>P</i>	0,005*		0,006*		0,676	
Длина хвои, см	Среднее значение, <i>M</i>	2,3	2,1	2,3	1,8	2,1	1,8
	Стандартное отклонение, σ	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4
	Дисперсия, σ^2	0,16	0,09	0,16	0,16	0,09	0,16
	Достоверность различия по дисперсии, <i>P</i>	0,193		0,062		0,008*	
	Достоверность различия по ср. знач., <i>P</i>	0,001*		0,001*		0,001*	
Диаметр корневой шейки, мм	Среднее значение, <i>M</i>	1,3	1,1	1,3	1,0	1,1	1,0
	Стандартное отклонение, σ	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
	Дисперсия, σ^2	0,04	0,04	0,04	0,01	0,04	0,01
	Достоверность различия по дисперсии, <i>P</i>	0,416		0,001*		0,002*	
	Достоверность различия по ср. знач., <i>P</i>	0,012*		0,001*		0,037*	
Абсолютно сухой вес, г	Среднее значение, <i>M</i>	0,17	0,12	0,17	0,10	0,12	0,10
	Стандартное отклонение, σ	0,04	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02
	Дисперсия, σ^2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Достоверность различия по дисперсии, <i>P</i>	0,373		0,002*		0,004*	
	Достоверность различия по ср. знач., <i>P</i>	0,001*		0,001*		0,028*	

П р и м е ч а н и е. * – различия достоверны при $P < 0,05$.

псевдотсуги Мензиса по рассматриваемому показателю занимает промежуточное положение между зеленой и серой.

В виду лучшего развития надземной части, у семян var. *viridis* был большим и сухой вес. По этому показателю она на 30 % превосходит var. *glauca* и более чем на 40 % – var. *caesia*.

Установлено, что семена различаются и по изменчивости изучаемых показателей. При этом наиболее однородный по высоте и охвоенности посадочный материал формирует сизая разновидность псевдотсуги Мензиса. О чем свидетельствует наименьшая изменчивость рассматриваемых показателей.

Сравнительный анализ корневых систем разновидностей породы (табл. 5.5) показал, что по ее развитости семена var. *viridis* и var. *glauca* отличаются не-

Т а б л и ц а 5.5. Характеристика корневой системы семян разновидностей псевдотсуги Мензиса

Показатель		Сравниваемые разновидности					
		var. <i>viridis</i> – var. <i>glauca</i>		var. <i>viridis</i> – var. <i>caesia</i>		var. <i>glauca</i> – var. <i>caesia</i>	
Длина основного корня, см	Среднее значение, <i>M</i>	14,7	13,8	14,7	14,1	13,8	14,1
	Стандартное отклонение, σ	2,6	2,9	2,6	2,3	2,9	2,3
	Дисперсия, σ^2	6,76	8,41	6,76	5,29	8,41	5,29
	Достоверность различия по дисперсии, <i>P</i>	0,299		0,280		0,148	
	Достоверность различия по ср. знач., <i>P</i>	0,284		0,415		0,740	
Длина корней 1-го порядка, см	Среднее значение, <i>M</i>	8,7	6,4	8,7	5,3	6,4	5,3
	Стандартное отклонение, σ	5,1	3,3	5,1	3,6	3,3	3,6
	Дисперсия, σ^2	26,01	10,89	26,01	12,96	10,89	12,96
	Достоверность различия по дисперсии, <i>P</i>	0,001*		0,001*		0,280	
	Достоверность различия по ср. знач., <i>P</i>	0,001*		0,001*		0,077	
Количество корней 1-го порядка, шт.	Среднее значение, <i>M</i>	16,6	15,4	16,6	13,2	15,4	13,2
	Стандартное отклонение, σ	5,0	3,5	5,0	3,2	3,5	3,2
	Дисперсия, σ^2	25,00	12,25	25,00	10,24	12,25	10,24
	Достоверность различия по дисперсии, <i>P</i>	0,067		0,038*		0,361	
	Достоверность различия по ср. знач., <i>P</i>	0,398		0,026*		0,065	
Абсолютно сухой вес, г	Среднее значение, <i>M</i>	0,05	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03
	Стандартное отклонение, σ	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
	Дисперсия, σ^2	0,0004	0,0004	0,0004	0,0001	0,0004	0,0001
	Достоверность различия по дисперсии, <i>P</i>	0,398		0,333		0,229	
	Достоверность различия по ср. знач., <i>P</i>	0,288		0,003*		0,032*	

П р и м е ч а н и е. * – различия достоверны при $P < 0,05$.

значительно. Исключение составляет лишь средняя длина корней первого порядка. По этому показателю зеленая более чем на 40 % превосходит сизую. Она характеризуется также и большей изменчивостью рассматриваемого признака. Наименее развитой оказалась корневая система семян var. *caesia*. Средний абсолютно сухой ее вес на 40% ниже, чем у var. *viridis* и на 25% – var. *glauca*. Это обусловлено, главным образом, относительно небольшим количеством корней первого порядка и незначительными их размерами. Также необходимо отметить, что у var. *caesia*, в отличие от других разновидностей, отсутствовали корни III порядка.

Таким образом, наиболее качественный семенной материал формирует сизая разновидность псевдотсуги Мензиса. Однако по интенсивности роста и развития семян лидирующее положение занимает зеленая. Поэтому ей следует отдавать предпочтение при выращивании посадочного материала.

5.3. Влияние физиологически активных веществ на посевные качества семян, рост и развитие сеянцев

Семена псевдотсуги Мензиса при наличии необходимой влажности и тепла прорастают сравнительно быстро. При их весеннем посеве без предварительной подготовки всходы появляются через 3–4 недели. Однако процесс появления всходов можно ускорить, подвергая семена воздействию низкими температурами, а также посредством намачивания их в воде или растворах физиологически активных веществ.

Так, для предпосевной подготовки семена псевдотсуги Мензиса смешивают с тремя частями увлажненного крупнозернистого речного песка или торфа и хранят до посева в погребе, подвале или траншее при температуре от 0 до +5 °С, периодически перемешивая и поливая. Эффективно также их месячное снегование. Применение указанных способов помимо увеличения скорости прорастания семян способствует и ускорению роста сеянцев. Так, высота 2-летних сеянцев, выращенных из стратифицированных семян, на 76 %, а прошедших снегование на 14 % превысила контроль. Аналогичные результаты были получены и в опытах Д. М. Пирагса [23]. Например, 4-недельная стратификация семян ускорила появление всходов на 2 недели, а высота сеянцев превысила контроль на 51 %. При этом положительное влияние стратификации сохранялось на протяжении нескольких лет.

Положительное влияние на энергию прорастания семян оказывает намачивание их в воде, что способствует размягчению их твердой оболочки и быстрейшему набуханию по сравнению с высеянными сухими семенами. Причем лучшие результаты получаются при использовании талой снеговой воды. Например, суточное намачивание семян в снеговой воде повысило энергию их прорастания практически в 3 раза, а абсолютную всхожесть в 1,6 раза по сравнению с семенами, замоченными в дистиллированной воде.

Повышение посевных качеств семян возможно также путем воздействия на них физиологически активными веществами. Данный класс соединений нашел свое широкое применение в различных отраслях растениеводства [200–205]. Большой интерес к регуляторам роста обусловлен, главным образом, характером их действия на растение и возможностью управления проходящими в ходе роста процессами с целью реализации потенциала растений, что может выражаться не только посредством увеличения урожайности, но и получения продукции с определенными свойствами и качеством [206]. Однако практическое применение большинства используемых веществ зачастую сопряжено со специфичностью их влияния на растение не только в зависимости от концентрации и условий применения (температура, влажность и т. д.), но и от биологических особенностей вида, возраста растения, его органа и ткани, их состояния, характера взаимодействия с веществами, вырабатываемыми самим организмом, а также поступающими в него из внешней среды. Следовательно, в каждом конкретном случае они

могут проявлять себя по-разному: как стимулятор, ингибитор или гербицид [207–209].

В то же время интерес к регуляторам роста как способу повышения хозяйственно ценных свойств растений постоянно растет. В связи с этим возникает необходимость в поиске новых эффективных и экологически безопасных веществ, а также комплексного исследования уже имеющихся препаратов с целью выявления особенностей их влияния на различные виды растений и разработки рекомендаций по их применению [210].

К настоящему времени уже накоплен определенный опыт их использования в процессе выращивания посадочного материала сосны обыкновенной, ели европейской, лиственницы европейской и ряда других древесных видов [211–219]. При этом установлено положительное влияние регуляторов роста как на посевные качества семян, так и на увеличение интенсивности роста сеянцев и устойчивость их к неблагоприятным факторам внешней среды, грибным и бактериальным заболеваниям. Это позволяет в ряде случаев значительно сократить сроки выращивания стандартного посадочного материала с единицы площади. Особенно это важно при использовании дорогостоящих селекционных семян и небольших партий семян ценных интродуцентов, к которым относится и псевдотсуга Мензиса.

Нами была заложена серия опытов по изучению 9 различных регуляторов роста на энергию прорастания и грунтовую всхожесть семян псевдотсуги Мензиса (см. гл. 2).

Результаты исследований показали, что регуляторы роста оказывают различное влияние на посевные качества семян породы (табл. 5.6). Наименее эффективными оказались экосил, лариксин и новосил. Более того, при обработке семян 0,4 %-ным раствором лариксина они и вовсе не взошли. Достаточно разнородные данные получились и при использовании бактериальных препаратов. Так, большее воздействие на семена оказала низкая концентрация раствора ризобактерина (2–3 %), в то время как фитостимифоса, наоборот, более высокая (3–5 %).

Наибольшую же эффективность имела предпосевная обработка семян фитовитаминами. При использовании фитовиталов с салициловой и янтарной кислотами энергия прорастания и грунтовая всхожесть семян в большинстве случаев более чем в 2 раза превысила контроль.

Эффективным средством стимулирования роста сеянцев является обработка их в процессе выращивания физиологически активными веществами, что способствует не только накоплению биомассы растений, но и большей степени их развития [220–222], от которой в значительной мере зависит успешность приживаемости посадок.

Особенности влияния различных физиологически активных веществ на биометрические показатели сеянцев псевдотсуги Мензиса приведены в табл. 5.7.

Анализ данных показывает, что такие препараты, как ризобактерин и фитостимифос практически во всех вариантах опыта способствовали значитель-

Т а б л и ц а 5.6. Влияние регуляторов роста на посевные качества семян псевдотсуги Мензиса

Препарат	Время замачивания семян и концентрация раствора	Энергия прорастания, %	Грунтовая всхожесть, %
Вода, контроль	24 ч	5	8
Ризобактерин	1 ч в 2 %-ном р-ре	13	15
	1 ч в 3 %-ном р-ре	6	9
	1 ч в 5 %-ном р-ре	2	6
Фитостимифос	1 ч в 2 %-ном р-ре	3	3
	1 ч в 3 %-ном р-ре	10	10
	1 ч в 5 %-ном р-ре	10	13
Экосил	24 ч в 0,2 %-ном р-ре	2	8
	24 ч в 0,4 %-ном р-ре	2	8
Лариксин	24 ч в 0,2 %-ном р-ре	2	7
	24 ч в 0,4 %-ном р-ре	0	0
Новосил	24 ч в 0,2 %-ном р-ре	0	3
	24 ч в 0,4 %-ном р-ре	3	9
Фитовитал	24 ч в 0,15 %-ном р-ре	7	11
	24 ч в 0,30 %-ном р-ре	8	10
Фитовитал с салициловой кислотой	24 ч в 0,15 %-ном р-ре	14	17
	24 ч в 0,30 %-ном р-ре	14	22
Фитовитал с янтарной кислотой	24 ч в 0,15 %-ном р-ре	17	22
	24 ч в 0,30 %-ном р-ре	5	26
Оксидат торфа	24 ч в 4 %-ном р-ре	2	10
	24 ч в 6 %-ном р-ре	5	8

ному увеличению биомассы у сеянцев. Незначимые различия с контрольными сеянцами выявлены лишь в длине корневых систем при замачивании семян в 2 %-ном растворе фитостимифоса и массе надземной части в варианте с замачиванием семян в 2 %-ном растворе ризобактерина. В целом же все препараты оказали положительное влияние на увеличение биомассы сеянцев в сравнении с контролем (рис. 5.3 и 5.4). Особо следует отметить исключительное влияние на развитие корневых систем ризобактерина.

В меньшей степени на развитие сеянцев повлияла обработка экосилом, лариксином и новосилом. В некоторых случаях обнаруживалось даже угнетение роста. Причиной этого могут быть вещества, входящие в состав препаратов, так как некоторые из них получены из экстрактов пихты и лиственницы и могут содержать соединения, негативно влияющие на другие древесные виды. Наблюдаемый в отдельных вариантах опыта положительный эффект применения рассматриваемых регуляторов роста, проявлявшийся главным образом в увеличении в среднем на 25 % в сравнении с контролем массы корневых систем, прослеживается лишь при комплексном применении препаратов: для экосила и лариксина при предпосевной обработке семян с последующим опрыскиванием всходов 0,2 %-ным раствором, новосила – 0,4 %-ным раствором.

Т а б л и ц а 5.7. Влияние регуляторов роста на биометрические показатели однолетних сеянцев псевдотуги Мензиса

Вариант опыта		Высота надземной части, см	Длина хвои, см	Диаметр корневой шейки, мм	Длина корневой системы, см
Контроль	Замач. семяна на 24 ч в воде	4,9 ± 0,15	1,6 ± 0,05	1,1 ± 0,06	11,8 ± 1,30
	Замач. семяна на 1 ч в 2 %-ном р-ре	5,9 ± 0,39	1,9 ± 0,07*	1,3 ± 0,02*	26,2 ± 3,68*
Ризобактерин	Замач. семяна на 1 ч в 3 %-ном р-ре	6,7 ± 0,21*	2,0 ± 0,03*	1,4 ± 0,04*	21,6 ± 2,46*
	Замач. семяна на 1 ч в 5 %-ном р-ре	6,9 ± 0,38*	2,3 ± 0,09*	1,4 ± 0,01*	23,5 ± 1,31*
Фитостимифос	Замач. семяна на 1 ч в 2 %-ном р-ре	7,9 ± 0,46*	2,3 ± 0,08*	1,3 ± 0,02*	14,4 ± 0,94
	Замач. семяна на 1 ч в 3 %-ном р-ре	7,6 ± 0,25*	2,1 ± 0,12*	1,4 ± 0,02*	16,4 ± 1,22
	Замач. семяна на 1 ч в 5 %-ном р-ре	7,7 ± 0,47*	2,2 ± 0,20*	1,4 ± 0,03*	14,5 ± 0,67
	Замач. семяна на 24 ч в 0,2 %-ном р-ре	4,8 ± 0,35	1,5 ± 0,05	1,0 ± 0,02	13,1 ± 1,58
Экосил	Замач. семяна на 24 ч в 0,2 %-ном р-ре + обработка сеянцев	5,2 ± 0,27	1,9 ± 0,07*	1,1 ± 0,04	14,3 ± 0,54
	Обраб. сеянцев 0,2 %-ным р-ром	5,6 ± 0,22	1,8 ± 0,04*	1,1 ± 0,05	15,0 ± 0,97
	Замач. семяна на 24 ч в 0,4 %-ном р-ре	5,6 ± 1,00	1,5 ± 0,10	1,3 ± 0,05	16,4 ± 1,40
	Замач. семяна на 24 ч в 0,4 %-ном р-ре + обработка сеянцев	5,8 ± 0,79	1,9 ± 0,15	1,2 ± 0,03	11,2 ± 0,76
	Обраб. сеянцев 0,4 %-ным р-ром	4,8 ± 0,43	1,7 ± 0,12	1,1 ± 0,03	12,2 ± 1,38
	Замач. семяна на 24 ч в 0,2 %-ном р-ре	4,8 ± 0,27	1,7 ± 0,03	1,1 ± 0,05	13,7 ± 1,40
	Замач. семяна на 24 ч в 0,2 %-ном р-ре + обработка сеянцев	5,4 ± 0,55	1,9 ± 0,09	1,2 ± 0,01	13,6 ± 0,57
	Обраб. сеянцев 0,2 %-ным р-ром	6,8 ± 0,46*	1,9 ± 0,07*	1,1 ± 0,02	13,4 ± 0,55
Лариксин	Замач. семяна на 24 ч в 0,4 %-ном р-ре	—	—	—	—
	Замач. семяна на 24 ч в 0,4 %-ном р-ре + обработка сеянцев	4,3 ± 0,50	1,4 ± 0,09	1,0 ± 0,02	11,6 ± 0,89
	Обраб. сеянцев 0,4 %-ным р-ром	5,2 ± 0,26	1,8 ± 0,07	1,2 ± 0,01	11,7 ± 0,74
	Замач. семяна на 24 ч в 0,2 %-ном р-ре	4,4 ± 0,24	1,7 ± 0,06	1,0 ± 0,05	14,3 ± 0,35
Новосил	Замач. семяна на 24 ч в 0,2 %-ном р-ре + обработка сеянцев	4,3 ± 0,26	1,5 ± 0,06	1,0 ± 0,01	11,8 ± 0,50
	Обраб. сеянцев 0,2 %-ным р-ром	4,7 ± 0,45	1,8 ± 0,07	1,2 ± 0,01	14,2 ± 0,52
	Замач. семяна на 24 ч в 0,4 %-ном р-ре	6,1 ± 0,57	1,9 ± 0,11	1,2 ± 0,04	13,6 ± 0,14
	Замач. семяна на 24 ч в 0,4 %-ном р-ре + обработка сеянцев	6,7 ± 0,24*	1,9 ± 0,08*	1,3 ± 0,01*	17,7 ± 0,45*
Фитовитал	Обраб. сеянцев 0,4 %-ным р-ром	4,8 ± 0,45	1,9 ± 0,09*	1,1 ± 0,06	11,8 ± 0,86
	Замач. семяна на 24 ч в 0,15 %-ном р-ре	4,5 ± 0,43	1,5 ± 0,09	1,2 ± 0,04	11,3 ± 0,65
	Замач. семяна на 24 ч в 0,15 %-ном р-ре + обработка сеянцев	6,4 ± 0,25*	1,9 ± 0,12	1,2 ± 0,02	15,7 ± 1,03

	Вариант опыта	Высота надземной части, см	Длина хвоя, см	Диаметр корневой шейки, мм	Длина корневой системы, см
	Обраб. семян 0,15 %-ным р-ром	6,1 ± 0,17*	1,7 ± 0,11	1,2 ± 0,05	12,9 ± 1,82
	Замач. семян на 24 ч в 0,3 %-ном р-ре	5,4 ± 0,28	1,8 ± 0,07	1,1 ± 0,03	17,9 ± 1,91
	Замач. семян на 24 ч в 0,3 %-ном р-ре + обработка семян	5,9 ± 0,15*	1,7 ± 0,06	1,3 ± 0,02*	12,9 ± 0,37
	Обраб. семян 0,3 %-ным р-ром	6,9 ± 0,59*	1,8 ± 0,10	1,3 ± 0,02*	18,2 ± 1,17*
	Замач. семян на 24 ч в 0,15 %-ном р-ре	3,2 ± 0,16*	1,7 ± 0,05	1,3 ± 0,04*	15,4 ± 0,63
	Замач. семян на 24 ч в 0,15 %-ном р-ре + обработка семян	8,0 ± 0,36*	2,4 ± 0,06*	1,4 ± 0,02*	14,5 ± 0,26
	Обраб. семян 0,15 %-ным р-ром	6,9 ± 0,29*	2,3 ± 0,07*	1,3 ± 0,01*	15,6 ± 0,79
	Замач. семян на 24 ч в 0,3 %-ном р-ре	6,0 ± 0,44	1,8 ± 0,09	1,2 ± 0,08	29,3 ± 1,04*
	Замач. семян на 24 ч в 0,3 %-ном р-ре + обработка семян	6,3 ± 0,15*	2,3 ± 0,02*	1,3 ± 0,02*	33,0 ± 0,68*
Фитовитал с салициловой кислотой	Обраб. семян 0,3 %-ным р-ром	6,3 ± 0,47*	1,9 ± 0,07*	1,2 ± 0,04	23,2 ± 2,3*
	Замач. семян на 24 ч в 0,15 %-ном р-ре	4,5 ± 0,27	1,5 ± 0,04	1,2 ± 0,04	13,8 ± 0,83
	Замач. семян на 24 ч в 0,15 %-ном р-ре + обработка семян	5,7 ± 0,14*	1,9 ± 0,05*	1,2 ± 0,04	14,8 ± 0,90
	Обраб. семян 0,15 %-ным р-ром	4,7 ± 0,32	1,7 ± 0,04	1,1 ± 0,02	14,3 ± 0,76
	Замач. семян на 24 ч в 0,3 %-ном р-ре	5,2 ± 0,25	1,6 ± 0,15	1,3 ± 0,10	16,9 ± 0,55*
	Замач. семян на 24 ч в 0,3 %-ном р-ре + обработка семян	6,3 ± 0,82	2,0 ± 0,05*	1,3 ± 0,05	16,7 ± 0,61*
	Обраб. семян 0,30 %-ным р-ром	6,0 ± 0,18	1,7 ± 0,10	1,1 ± 0,05	11,7 ± 1,26
	Замач. семян на 24 ч в 4 %-ном р-ре	5,5 ± 0,14*	1,6 ± 0,05	1,2 ± 0,02	16,1 ± 1,90
	Замач. семян на 24 ч в 4 %-ном р-ре + обработка семян	5,7 ± 0,33	1,7 ± 0,07	1,3 ± 0,01*	16,6 ± 0,54*
Оксидат торфа	Обраб. семян 4 %-ным р-ром	6,1 ± 0,28*	1,9 ± 0,08*	1,3 ± 0,02*	13,2 ± 0,86
	Замач. семян на 24 ч в 6 %-ном р-ре	5,1 ± 0,24	1,7 ± 0,15	1,1 ± 0,03	14,2 ± 1,17
	Замач. семян на 24 ч в 6 %-ном р-ре + обработка семян	7,0 ± 0,68*	2,3 ± 0,09*	1,4 ± 0,05*	12,6 ± 1,29
	Обраб. семян 6 %-ным р-ром	6,8 ± 0,14*	2,5 ± 0,06*	1,5 ± 0,04*	13,9 ± 1,46

Примечание. $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего; * – различия статистически достоверны при $P < 0,05$.

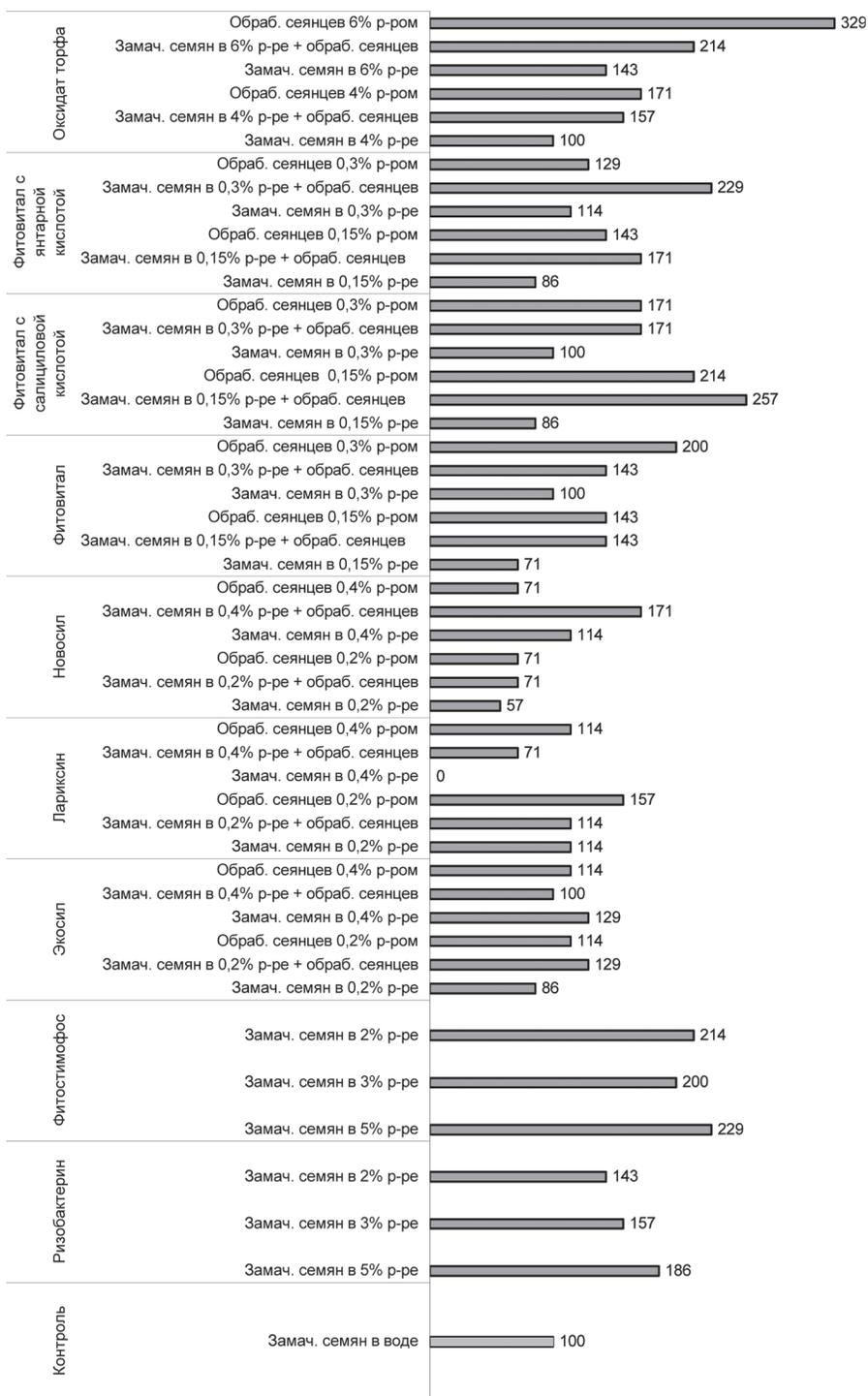


Рис. 5.3. Влияние регуляторов роста на среднюю биомассу надземной части однолетних сеянцев псевдотсуги Мензиса (% к контролю)

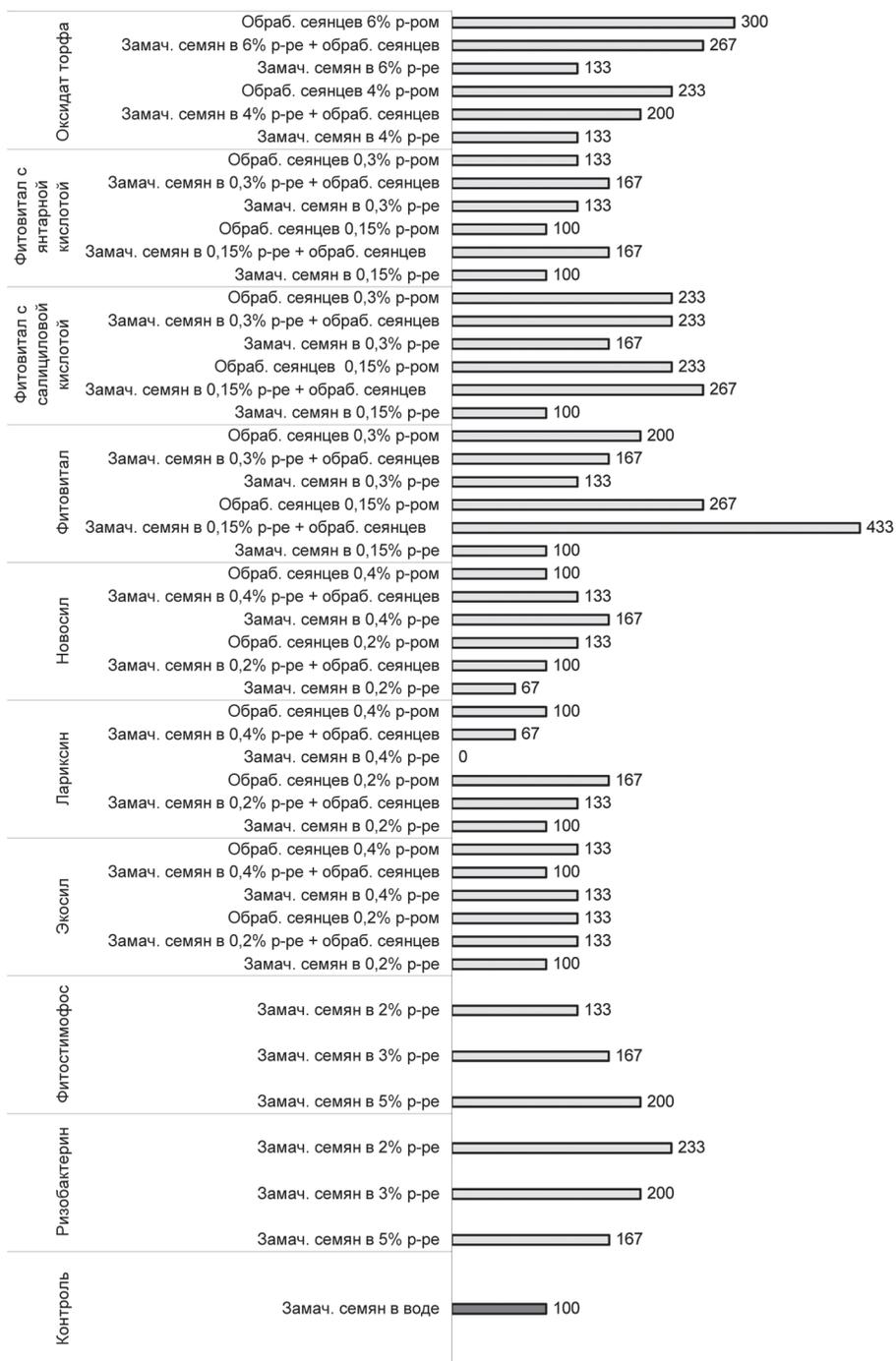


Рис. 5.4. Влияние регуляторов роста на среднюю биомассу корневой системы однолетних сеянцев псевдотсуги Мензиса (% к контролю)

Более эффективным оказалось влияние на сеянцы псевдотсуги Мензиса фитовитала и его препаратных форм. Особенно отчетливо это проявляется в вариантах опыта с опрыскиванием всходов в период активной вегетации, а также предпосевной обработкой семян с последующим опрыскиванием всходов. Замачивание в растворах препаратов только семян значимого влияния на рост сеянцев не оказало.

Достаточно противоречивыми оказались и результаты эффективности влияния разных концентраций растворов изученных препаратов. Так, в опыте с фитовиталом более действенным на надземную часть сеянцев оказался 0,3 %-ный раствор, в то время как на корневую систему – 0,15 %-ный. Что же касается фитовитала с салициловой кислотой и фитовитала с янтарной кислотой, то в первом случае значимо большую биомассу имели сеянцы псевдотсуги Мензиса при обработке их 0,15 %-ным раствором препарата, во втором – 0,3 %-ным.

Высокую эффективность предпосевной обработки семян, а также вегетирующих растений во всех вариантах опыта показал оксидат торфа. При этом наиболее действенной оказалась 6 %-ная концентрация раствора, при которой сеянцы по биомассе более чем в 3 раза превысили контроль.

Таким образом, бактериальные препараты ризобактерин и фитостимифос при предпосевной обработке семян способствуют улучшению посевных качеств и оказывают впоследствии стимулирующее влияние на рост и развитие сеянцев псевдотсуги Мензиса. Экосил, лариксин и новосил в большинстве случаев существенного влияния на процесс выращивания сеянцев не оказывали, следовательно, использование их для этой цели нецелесообразно. Препаратные формы фитовитала эффективны при предпосевной обработке семян псевдотсуги, а также обладают значительными ростостимулирующими свойствами при обработке вегетирующих сеянцев. При этом для фитовитала и фитовитала с салициловой кислотой оптимальным является 0,3 %-ный раствор препарата, для фитовитала с янтарной кислотой – 0,15 %-ный раствор. Применение оксидата торфа эффективно при предпосевной обработке семян, а также обработке сеянцев. Последняя, в свою очередь, является наиболее эффективной при 6 %-ной концентрации раствора.

Одним из путей интенсификации выращивания кондиционного посадочного материала является также внесение удобрений. Правильно сбалансированный их комплекс обеспечивает высокий выход посадочного материала требуемого стандарта с единицы площади [223; 224]. Более того, имеются данные о более высокой требовательности посадочного материала псевдотсуги Мензиса в элементах питания, чем сосны обыкновенной и ели европейской [143; 225].

Однако вопросы использования удобрений при выращивании посадочного материала псевдотсуги Мензиса до настоящего времени остались почти не изученными. Хотя некоторые авторы отмечают высокую эффективность их применения. Так, по данным Ф. Л. Щепотьева [18] при использова-

нии удобрений прирост надземной части сеянцев на 60–80 %, а масса корневой системы на 20–40 % больше, чем у сеянцев псевдотсуги Мензиса, выращенных без удобрений. Кроме того, такие саженцы благодаря накоплению в них достаточного количества основных элементов питания отличаются высокой интенсивностью корнеобразования, что способствует лучшей приживаемости [226].

В серии опытов мы изучали эффективность влияния на рост сеянцев и саженцев псевдотсуги Мензиса трех гранулированных удобрений (Fruktovit, Flogovit еко и Кемира универсал-2) и жидкого концентрированного удобрения «Витокотейль» (см. гл. 2). Оценка прироста показала высокую эффективность влияния испытанных удобрений на рост растений псевдотсуги Мензиса (рис. 5.5).

Прирост опытных растений был на 14–82 % выше, чем контрольных. При этом лучшим развитием характеризовались растения в варианте с внесением комплексного органо-минерального удобрения (увеличение прироста в 1,8 раза) и использованием жидкого концентрированного удобрения – в варианте с корневой подкормкой.

Учитывая установленные ранее различия в интенсивности роста семенного потомства разновидностей псевдотсуги Мензиса, нами был заложен опыт по определению особенностей влияния комплексного удобрения «Биоког для хвойных» на рост и развитие сеянцев ее разновидностей.

Установлено, что использование комплексного удобрения значительно повысило интенсивность роста и развития сеянцев всех исследуемых разновидностей псевдотсуги Мензиса [227]. Об этом свидетельствует лучшее развитие у опытных растений как надземной части, так и корневой системы (табл. 5.8).

При этом у сизой и серой разновидностей псевдотсуги Мензиса влияние удобрения в большей степени сказалось на росте надземной части, а у зеленой – корневой системы. Тем не менее, средняя высота опытных сеянцев var. *viridis* на 31 % превысила контроль. Различие между вариантами опыта у серой разновидности составило 130 %. Ее сеянцы также почти в 2 раза превысили контроль по длине хвои и диаметру корневой шейки. В то время как различия по длине хвои в опыте и контроле зеленой разновидности составили немного более 18 %, а диаметра корневой шейки – 28 %. Ввиду лучшего развития надземной части, опытные сеянцы var. *caesia* имели и больший абсолютно сухой вес, который в 3,5 раза превысил контроль. Сеянцы сизой разновидности, выращенные с использованием удобрения, по степени развития надземной части занимали промежуточное положение между зеленой и серой.

Существенное влияние удобрение оказало и на развитие корневых систем сеянцев. Так, у сеянцев var. *viridis* и var. *glauca* отмечено усиление роста главного корня. У всех разновидностей происходило образование корней 1-го порядка. В опыте их среднее количество оказалось почти на 40 % выше контроля, что отразилось на абсолютно сухом весе корневых систем. По этому пока-

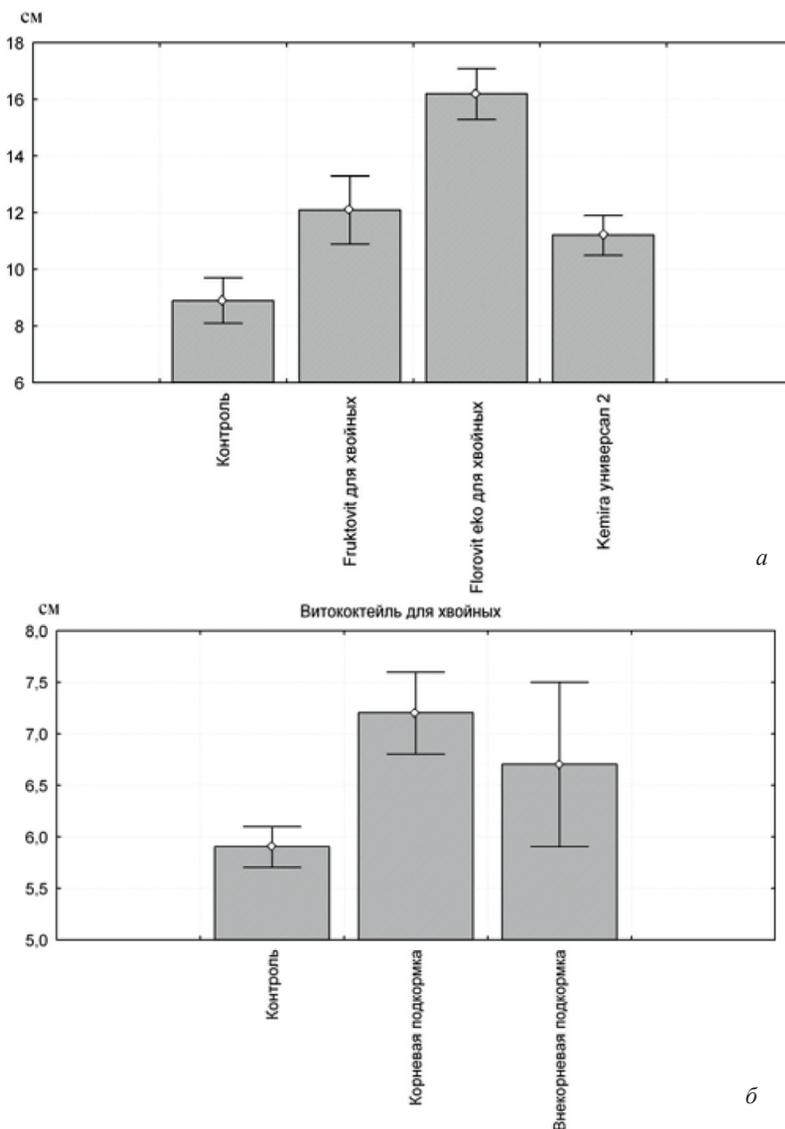


Рис. 5.5. Влияние гранулированных удобрений на прирост саженцев (а) и жидкого концентрированного удобрения на прирост сеянцев (б) псевдотсуги Мензиса

зателю сеянцы серой и сизой разновидностей в 1,5, а зеленой – в 2 раза превзошли контроль.

Таким образом, применение комплексных удобрений значительно увеличивает интенсивность роста и развития сеянцев всех разновидностей псевдотсуги Мензиса и позволяет получить хорошо развитый посадочный материал в течение одного вегетационного периода. При этом наибольшей отзывчивостью к внесению удобрения обладают сеянцы *var. caesia* и *var. glauca*, харак-

Т а б л и ц а 5.8. Влияние удобрения на рост и развитие сеянцев разновидностей псевдотсуги Мензиса

Показатель	Var. <i>viridis</i>		Var. <i>caesia</i>		Var. <i>glauca</i>	
	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
<i>Надземная часть</i>						
Высота, см	12,8 ± 2,1*	9,8 ± 2,0	18,6 ± 2,9*	8,1 ± 2,1	14,9 ± 2,3*	8,3 ± 1,3
Длина хвои, см	2,7 ± 0,4*	2,3 ± 0,4	3,6 ± 0,4*	1,8 ± 0,4	2,8 ± 0,4*	2,1 ± 0,3
Диаметр корневой шейки, мм	1,7 ± 0,2*	1,3 ± 0,2	2,0 ± 0,3*	1,0 ± 0,1	1,7 ± 0,2*	1,1 ± 0,2
Абсолютно сухой вес, г	0,20 ± 0,06**	0,17 ± 0,04	0,35 ± 0,09*	0,10 ± 0,02	0,26 ± 0,08*	0,12 ± 0,04
<i>Корневая система</i>						
Длина главного корня, см	19,8 ± 3,2*	14,7 ± 2,6	15,1 ± 3,7	14,1 ± 2,3	17,8 ± 3,1*	13,8 ± 2,9
Длина корней 1-го порядка, см	10,1 ± 4,8*	8,7 ± 5,1	7,8 ± 7,0*	5,3 ± 3,6	9,2 ± 7,1	6,4 ± 3,3
Кол-во корней 1-го порядка, шт	23,7 ± 4,6*	16,6 ± 5,0	18,2 ± 4,9*	13,2 ± 3,2	21,3 ± 4,4*	15,4 ± 3,5
Абсолютно сухой вес, г	0,10 ± 0,04*	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,03*	0,03 ± 0,01	0,07 ± 0,03*	0,04 ± 0,02

П р и м е ч а н и я: $M \pm \sigma$, где M – среднее значение, σ – стандартное отклонение; * – различия достоверны при $P < 0,05$; ** – $P < 0,10$.

теризующиеся относительно слабым ростом без удобрения. Сеянцы var. *viridis*, отличающиеся высокой интенсивностью роста, наименее отзывчивы на внесение удобрения.

5.4. Вегетативное размножение псевдотсуги Мензиса

Общеизвестно, что основные признаки материнских растений передаются при вегетативном размножении растений, которое широко используется в различных отраслях растениеводства, например, в плодоводстве, декоративном садоводстве, лесном хозяйстве и др. При этом наиболее часто в этих целях используют черенкование и прививку.

Успешность размножения стеблевыми черенками в значительной степени зависит от сроков проведения черенкования, которые должны совпадать с определенной фазой развития маточных растений, когда побеги обладают наибольшей способностью к корнеобразованию. При прививке существенное значение имеют способ прививки, сроки ее проведения и способ изоляции привоя. В связи с этим такого рода исследования носят региональный характер, так как приживаемость черенков и прививок в значительной мере зависит от условий места проведения работ [208; 228; 229].

Накопленный опыт показывает, что псевдотсугу Мензиса размножают как прививкой, так и черенкованием. Отмечается также, что эффективность перво-

го способа очень высока и его успешно используют во многих странах для создания лесосеменных плантаций, а также размножения отдельных клонов, обладающих ценными хозяйственными качествами [9; 23; 230; 231]. Сведения о размножении черенками достаточно противоречивы. По данным одних авторов, черенки псевдотсуги Мензиса укореняются достаточно хорошо, что позволяет широко использовать этот метод в практике [232–234]. По другим данным, укореняемость черенков очень низкая [9; 23]. Следует заметить, что вопросы вегетативного размножения псевдотсуги Мензиса остаются слабо изученными, а в Беларуси подобные исследования и вовсе не проводились.

5.4.1. Прививка.

Опыт создания прививочных плантаций псевдотсуги Мензиса в Беларуси отсутствует. Наиболее успешные работы в этом направлении проведены в странах Балтии, Украине, Калининградской области, а также на Кавказе [9]. Однако в опыте по созданию клонов плюсовых деревьев псевдотсуги Мензиса из Калининградской области в дендрарии Научно-исследовательского института лесной генетики и селекции г. Воронежа было установлено, что у отдельных клонов, начиная с 7-летнего возраста, отмечено проявление несовместимости прививок [235]. При этом на сохранность и рост клонового потомства псевдотсуги Мензиса оказывают влияние индивидуальные генотипические особенности прививаемых растений.

Вероятно, в связи с этим в действующих в республике «Рекомендациях по селекции и созданию лесосеменных плантаций интродуцентов» (РД РБ 02080.018–2002) [236] данный путь создания плантаций псевдотсуги Мензиса был определен как бесперспективный и рекомендована закладка семейственных лесосеменных плантаций и постоянных лесосеменных участков.

В то же время чтобы избежать негативных последствий, специалисты, имеющие достаточный опыт наблюдения за прививочными плантациями псевдотсуги Мензиса как в ареале, так и в некоторых районах ее интродукции, указывают на необходимость использования при закладке клоновых плантаций породы материала, сертифицированного на предмет совместимости прививаемых компонентов [235; 237; 238].

Учитывая это обстоятельство, нами были изучены возможности использования различных способов прививки для размножения псевдотсуги Мензиса в условиях республики.

В опытах в качестве подвоя использовались здоровые, хорошо развитые 3–4-летние саженцы псевдотсуги Мензиса с толщиной стволика у корневой шейки не менее 0,5–0,7 см, которые были выращены из семян и высажены в 5-литровые пластиковые контейнеры. Прививка проводилась в три срока с использованием трех различных изолирующих материалов (рис. 5.6).

Полученные данные показывают, что лучшие результаты по всем вариантам опыта получены при проведении прививки псевдотсуги Мензиса спосо-

бом вприклад сердцевиной на камбий. При этом приживаемость прививок в зависимости от срока проведения колебалась от 25 до 100 %. Высокую результативность данного способа прививки породы отмечали в своих работах и некоторые зарубежные авторы [9; 23; 230].

Существенное влияние на приживаемость прививок оказал также и способ изоляции привоя. В наших опытах в качестве изолирующего материала использовались изоляционная лента, а также смесь озокерита и парафина. Установлено, что при выполнении прививок копулировкой и уступом прижились лишь прививки, изоляция которых осуществлялась смесью озокерита и парафина. Стимулирующее влияние такой изоляции сказалось и на приживаемости прививок способом вприклад. Она увеличилась на 40–50 %, по сравнению с использованием изоляционной ленты. Это было обусловлено интенсивным разрастанием каллуса у подвоя за счет входящих в состав озокерита биологически активных веществ [239].

Однако следует заметить, что с точки зрения надежности срастания привоя и подвоя, а также дальнейшего развития привитого растения лучшим способом оказалась копулировка. При правильном ее выполнении происходит наиболее точное совпадение тканей привоя и подвоя, в зоне их срастания практически не образуются наплывы каллуса, а место прививки через 2–3 года практически незаметно (рис. 5.7, а, см. вклейку).

При прививке вприклад и уступом, напротив, в большинстве случаев в нижней точке соприкосновения камбиев привоя и подвоя образуются массивные наплывы каллуса (рисунок 5.7, б и 5.7, в). Это связано с невозможностью при выполнении и изоляции прививки достичь в этой зоне полного совпадения тканей.

Также следует отметить, что при прививке копулировкой и уступом прижившийся привой сразу занимает место осевого побега. В то время как при

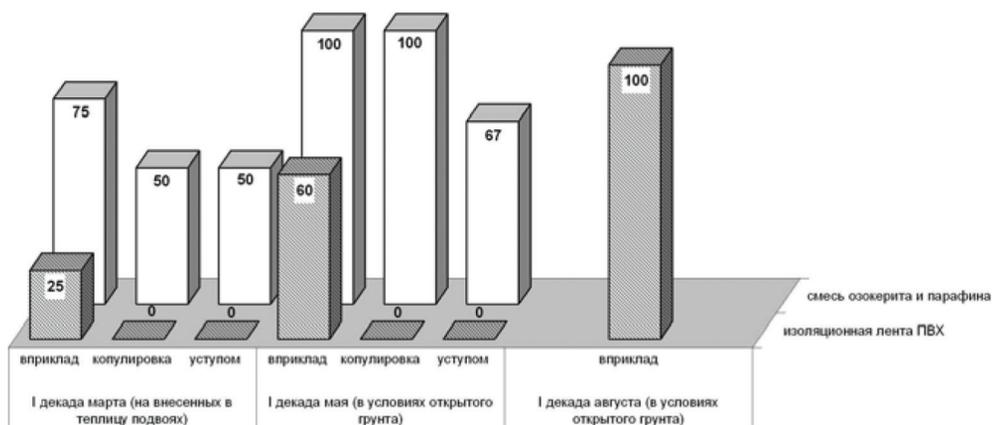


Рис. 5.6. Приживаемость прививок псевдотсуги Мензиса в зависимости от изолирующего материала, срока и способа прививки

прививке вприклад требуется через 2–3 года (в зависимости от степени срастания) удалять осевой побег подвоя, что влечет за собой нанесение растению дополнительных повреждений и может негативно сказываться на приросте, а также возникает риск заражения болезнями. В связи с этим места срезов необходимо обрабатывать садовым варом или другими препаратами.

Кроме того, прививки копулировкой и уступом, в сравнении с прививкой вприклад, менее подвержены повреждениям во время обильных зимних снегопадов, но в практическом исполнении они более сложны и требуют определенных навыков. Для успешной их приживаемости необходимо обеспечить точное совпадение толщины черенка привоя и побега подвоя, а также соблюсти угол и длину среза.

Наблюдения за развитием прививок показали, что уже в первый вегетационный сезон они отличаются хорошим приростом (рис. 5.8). У отдельных экземпляров он достигает более 7 см. В последующие годы, по мере срастания тканей привоя и подвоя, средний прирост прививок постепенно увеличивается. На третьем году максимальные его значения могут составлять более 10 см.

В то же время оценка данных с использованием *U*-критерия Манна–Уитни не выявила в первый вегетационный сезон каких-либо значимых различий по величине прироста прививок в зависимости от способа ее проведения ($P = 0,45–0,86$).

Дифференциация растений по данному показателю начинает проследиваться на второй год, и явно выражена на третий. Подтверждают это статистически значимые различия ($P < 0,05$) в величине прироста по вариантам опыта. Наибольшие его значения отмечены при прививке уступом, наимень-

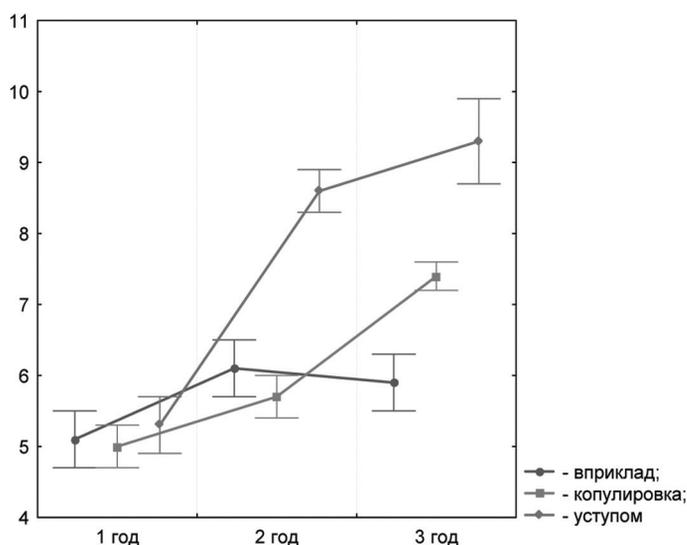


Рис. 5.8. Величина прироста прививок псевдотсуги Мензиса при различных способах ее выполнения

шие – вприклад. Прививки, выполненные копулировкой, по величине прироста заняли промежуточное положение.

Имеются также данные об успешной прививке псевдотсуги Мензиса способами в расщеп камбием на сердцевину и вприклад косым срезом камбием на камбий с обрезкой подвоя на пенек. При этом приживаемость их при тщательном проведении работ может достигать 80–100 % [9]. Отмечается также высокая пластичность породы, что позволяет проводить ее межвидовые прививки [18].

Общеизвестно, что привитые растения вступают в репродуктивный период значительно раньше, чем выращенные из семян, что связано с большей возмужалостью побегов, используемых для прививки. Наши наблюдения показали, что образование шишек происходит уже на некоторых однолетних привитых побегах (рис. 5.9, см. вклейку).

Первое обильное цветение и образование шишек (15–25 шт.) наблюдалось на 7-летних привитых растениях (рис. 5.10, см. вклейку).

По некоторым данным [9], к 10–12 годам масса шишек у привитых растений может достигать 3 кг.

Таким образом, исследования показали, что прививка может успешно использоваться для размножения псевдотсуги Мензиса в условиях Беларуси. Ее целесообразно использовать при создании клоновых плантаций на основе отобранных в насаждениях плюсовых деревьев [240].

5.4.2. Черенкование

Общеизвестно, что черенкование – достаточно простой способ размножения и не требует специальных приемов и навыков, необходимых при прививке. Здесь нет проблемы несовместимости прививаемых компонентов или неполного их срастания. Растения получают более однородные, поскольку отсутствует изменчивость, проявляющаяся у привитых растений под влиянием разнокачественных подвоев [208].

Анализ достаточно противоречивых сведений о размножении псевдотсуги Мензиса стеблевыми черенками, о чем отмечалось выше, показал, что она относится к трудноукореняемым видам. В связи с этим успех размножения в значительной степени зависит от комплекса факторов: срока заготовки черенков, способов стимулирования корнеобразования, температурного режима субстрата и воздуха и др.

Для установления возможности вегетативного размножения псевдотсуги Мензиса в условиях республики нами была заложена серия опытов по ее черенкованию. Результаты опытов подтвердили сведения о низкой укореняемости стеблевых черенков породы (табл. 5.9). Так, использование при черенковании псевдотсуги Мензиса пленочных тоннелей, подогрева субстрата и стимуляторов корнеобразования инициирует лишь процесс каллусообразования у части черенков. В пленочном тоннеле с подогреваемым субстратом при при-

Т а б л и ц а 5.9. Оценка регенерационного потенциала черенков псевдотсуги Мензиса в зависимости от срока заготовки черенков, условий укоренения и используемого стимулятора корнеобразования

Дата черенкования	Без подогрева субстрата				Тоннель без подогрева субстрата				С подогревом субстрата				Тоннель с подогревом субстрата			
	без стимулятора		со стимулятором		без стимулятора		со стимулятором		без стимулятора		со стимулятором		без стимулятора		со стимулятором	
	дни до начала	укоренения	дни до начала	укоренения	дни до начала	укоренения	дни до начала	укоренения	дни до начала	укоренения	дни до начала	укоренения	дни до начала	укоренения	дни до начала	укоренения
II дек. янв.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I дек. февр.	63 14	0 0	56× 20	0 0	41 16	0 0	37× 24	0 0	30× 22	63 22	0 0	26× 19	0 0	36 26	560	10
I дек. марта	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27 17	0 0	20/20+ 27/20
III дек. марта	61 7	0 0	54× 21	0 0	49 22	0 0	42× 28	0 0	30× 25	0 0	30× 21	0 0	30 17	0 0	23× 19	0 0
II дек. мая	76 2	0 0	61* 3	0 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II дек. июля	53 5	0 0	0* 0	0 0	48 13	0 0	0* 0	0 0	-	-	-	-	-	-	-	-
III дек. июля	51 32	0 0	37× 63	447 2	43 35	0 0	31× 65	0 0	-	-	-	-	-	-	-	-
II дек. сент.	84 14	0 0	77× 28	0 0	77 28	0 0	70× 35	0 0	58× 31	0 0	63 24	0 0	58 14	0 0	51× 16	0 0

Пр и м е ч а н и я: 0 – явление не наблюдалось, в знаменателе – черенки, образовавшие каллус, %; * – 0,001 %-ный р-р эпина, × – пудра «Ukorzeniasz АВ», + – 5 %-ный р-р ИМК; справа – вакуумная обработка (0,85 атм.) в течение 1 ч в 5 %-ном ИМК.

менении стимулятора каллус начинал образовываться в 2 раза быстрее, чем в других вариантах эксперимента. Например, при февральском черенковании начало образования каллуса было отмечено уже на 26-й день после высадки черенков, тогда как в варианте без воздействия этих факторов через 63 дня.

Следует отметить, что процесс образования каллуса не приводил в дальнейшем к формированию придаточных корней у черенков, а оказывал влияние лишь на их сохранность. Причем в жизнеспособном состоянии отдельные черенки находились до двух лет и более, и при этом давали небольшие приросты (рис. 5.11, см. вклейку), на что указывает также в своей работе и М. И. Докучаева [241].

Заслуживает внимания эксперимент с использованием принудительной вакуумной (0,85 атм.) обработки черенков 5 %-ным раствором ИМК. При таком подходе укореняемость черенков составила 13 % против 3 % при просто замачивании в таком же растворе ИМК, что было обусловлено, скорее всего, интенсивным проникновением раствора с регулятором роста в ткани черенка и активизацией им меристематических тканей, участвующих в придаточном корнеобразовании.

Наблюдения за ходом роста и развития укорененных черенков (табл. 5.10) показали, что в первый вегетационный сезон черенки образуют достаточно слабую корневую систему, состоящую обычно из одного–двух, реже трех корней первого порядка. При этом длина их сильно варьирует. Коэффициент вариации составляет 63 %. Корни второго порядка образуются лишь у незначительного количества экземпляров. Максимальная длина их не превышает 1,6 см. Корни третьего порядка в первый год не образуются. Однолетние укорененные черенки дают также небольшой прирост надземной части.

Т а б л и ц а 5.10. Развитие укорененных стеблевых черенков псевдотсуги Мензиса

Возраст	Количество корней на 1 черенок, шт.			Длина корней, см			Прирост, см
	1-го порядка	2-го порядка	3-го порядка	1-го порядка	2-го порядка	3-го порядка	
1-летний	1,6 ± 0,2	1,3 ± 0,6	—	3,5 ± 0,7	1,0 ± 0,2	—	1,9 ± 0,2
2-летний	2,8 ± 0,6	18,3 ± 1,1	13,5 ± 0,7	9,4 ± 0,8	2,0 ± 0,3	0,4 ± 0,1	3,2 ± 0,3

П р и м е ч а н и е. $M \pm m$, где M – среднее значение, m – ошибка среднего.

На второй год у черенков формируется полноценная корневая система, включающая три порядка ветвления, и увеличивается в 1,7 раза прирост (рис. 5.12, см. вклейку), что позволяет высаживать их на доращивание в школьное отделение.

Следует отметить, что в процессе развития укорененных черенков псевдотсуги Мензиса, как и у большинства других прямостоячих хвойных видов, имеет место проявление плагиотропного роста (рис. 5.13, см. вклейку).

Устранение данного явления достигается приданием растениям в первые годы развития вертикального роста путем подвязки и формированием кроны путем обрезки.

Таким образом, вегетативное размножение псевдотсуги Мензиса путем черенкования при использовании традиционного способа, когда черенки заготавливаются на всех растениях без учета их индивидуальных способностей к ризогенезу, является бесперспективным. К такому выводу пришли и В. Г. Картелев и Л. А. Гарбузова [230], установившие, что особи псевдотсуги Мензиса со сравнительно высокой укореняемостью встречаются достаточно редко и их количество не превышает 5 % общей массы деревьев.

Фундаментальными задачами лесного хозяйства являются повышение продуктивности и устойчивости лесов путем улучшения их породного состава, интенсификации лесовыращивания и рационального использования земель государственного лесного фонда. Для решения этих задач наряду с аборигенными древесными породами исключительный интерес представляют быстрорастущие интродуцированные виды. Одной из таких пород, как было показано выше, является псевдотсуга Мензиса, которая при интродукции сохраняет высокие темпы роста и по продуктивности превосходит основные лесообразующие виды – сосну обыкновенную и ель европейскую.

6.1. Отбор плюсовых деревьев

В настоящее время в Беларуси псевдотсуга Мензиса произрастает на нескольких сравнительно небольших по площади участках. Одной из задач данной работы являлась предварительная оценка возможности использования насаждений породы как источника семенного и вегетативного материала для дальнейшего ее разведения на территории республики.

Особую ценность в этом отношении представляют выявленные нами отдельные экземпляры растений, которые отличаются высокой энергией роста и отвечают требованиям, предъявляемым к плюсовым деревьям [236]. Всего было выделено 18 деревьев, которые зарегистрированы в установленном порядке в Государственном реестре и обозначены в соответствии с инструкцией по выделению плюсовых деревьев [242]. Они должны стать основой для создания испытательных культур породы на территории республики.

В табл. 6.1 приведены таксационные показатели плюсовых деревьев псевдотсуги Мензиса, которые были отобраны нами в насаждениях Центрального ботанического сада НАН Беларуси и кв. 66 ГЛЗ «Прилуцкий».

Из данных таблицы видно, что плюсовые деревья, произрастающие на территории ЦБС, превышают средние показатели насаждения по диаметру на 14,2–41,7 %. По высоте отдельные деревья различаются не столь существенно. Плюсовые деревья в ГЛЗ «Прилуцкий» превышают средние показатели насаждения по диаметру на 44,9–71,5 %, а по высоте на 33,1–41,6 %. На рис. 6.1

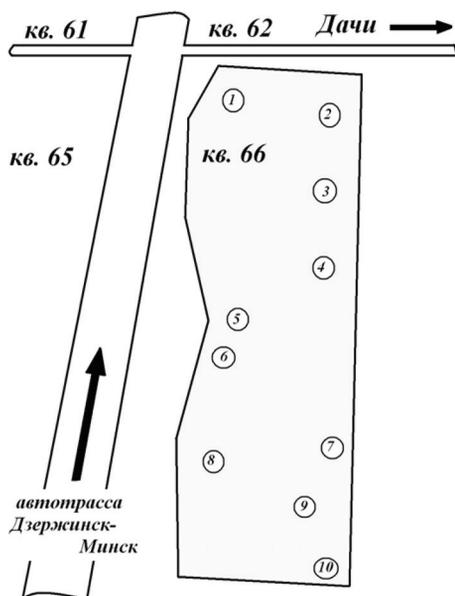


Рис. 6.3. Схема размещения плюсовых деревьев псевдотсуги Мензиса в кв. 66 ГЛЗ «Прилуцкий»

(см. вклейку) показаны плюсовые деревья псевдотсуги Мензиса, выделенные в ЦБС НАН Беларуси (а) и кв. 66 ГЛЗ «Прилуцкий» (б), а схемы их расположения на рис. 6.2 и 6.3.

Выращивание высокопродуктивных насаждений псевдотсуги Мензиса требует создания в Беларуси испытательных культур на основе выделенных плюсовых деревьев, так как только правильный подбор семенного материала, обладающего определенным генотипом, обеспечивает высокую производительность насаждений в том или ином районе. Например, в результате недооценки генотипической изменчивости различных популяций псевдотсуги Мензиса культура ее в штате Небраска считалась бесперспективной до момента введения в насаждения популяции из Скалистых гор [9].

6.2. Создание лесных культур

Опыт создания культур псевдотсуги Мензиса в Беларуси небольшой. Анализ научной информации по размещению ее в лесных культурах свидетельствует о существовании различных рекомендаций. Так, считаются эффективными для культур псевдотсуги Мензиса расстояния $1,8 \times 1,8$ и $2,5 \times 2,4$ м. При облесении больших площадей рекомендуется предварительный посев березы. Т. М. Бродович [243] рекомендует создавать на западе Украины лесные культуры псевдотсуги Мензиса чистыми рядами по схеме $1,5 \times 1,5$ или 2×2 м, чередуя ряды с сопутствующими видами. Число растений при этом колеблется от 1100 до 5000 на 1 га. Рекомендуется также высаживать псевдотсугу Мензиса чистыми куртинами с ясенем и лиственницей. Размер куртин 10×10 м, расстояния в рядах куртин и между куртинами 2×2 м.

Столетний опыт выращивания породы в Германии показал, что при посадке 1000 экз/га с размещением ее $2,5 \times 4,0$ м и при введении 1000–2000 экз/га других хвойных видов, прежде всего, сосны, тсуги или ели, обеспечивается хороший рост псевдотсуги Мензиса. Однако в стадии молодняка 12–16 лет при высоте от 5 до 8 м рекомендуется количество деревьев уменьшить до 1200 экз/га. Площадь питания на 1 дерево породы должна составлять около 50 м^2 с размещением 7×7 или 5×10 м. До 40 лет желательно провести несколько прореживаний с оставлением для выращивания 400 экз/га псевдотсуги Мензиса,

а в случае если молодняк состоит только из нее, то количество деревьев можно уменьшить до 200 экз/га [244]. Schüllli [38] изучив опыт создания лесных культур в районе Боденского озера и Верхнего Рейна рекомендует при создании культур породы высаживать до 1600 растений на 1 га. К возрасту рубки необходимо оставлять 100–200 стволов, а рубки ухода начинать при достижении растениями высоты 15 м. В это же время целесообразно проводить обрезку нижних сучьев оставшихся деревьев.

Некоторые авторы отмечают, что растения псевдотсуги Мензиса нельзя высаживать слишком густо, так как это не ведет к улучшению очищаемости стволов от сучьев, а увеличивает опасность повреждения посадок в результате снеголома или ветролома. Поэтому растения на крупнозернистой почве должны иметь площадь питания $1,5 \times 1,5$ м, а на мелкозернистой – $2,0 \times 2,0$ м [245].

Нами в октябре 2004 г. на территории базисного питомника Станьковского лесничества Минского лесхоза на площади 1,0 га была проведена посадка псевдотсуги Мензиса. Схема посадки показана на рис. 6.4.

Растения были высажены с таким расчетом, что через 5–6 лет путем пересадки части из них на другие участки будет сформирована прививочная лесосеменная плантация с размещением деревьев в рядах через 4 м, а в междурядьях через 6,4 м (рис. 6.5).

Такая схема расположения растений позволяет проводить лесохозяйственные мероприятия с использованием средств механизации, а в дальнейшем и сбор шишек с любого дерева плантации.

В мае 2005 г. в квартале 31 Юрьевского лесничества Смолевичского лесхоза на землях, вышедших из-под сельхозугодий, в плужные борозды были высажены растения псевдотсуги Мензиса на площади 0,6 га по схеме $2,0 \times 2,0$ м (рис. 6.6).

В октябре 2005 г. была проведена инвентаризация этих посадок (табл. 6.2).

Оказалось, что сроки посадки псевдотсуги Мензиса с открытой корневой системой не оказали существенного влияния на приживаемость. Однако лучшими по развитию как надземной части, так и корневой системы оказались растения, высаженные осенью. Это связано, на наш взгляд, с тем, что теплая

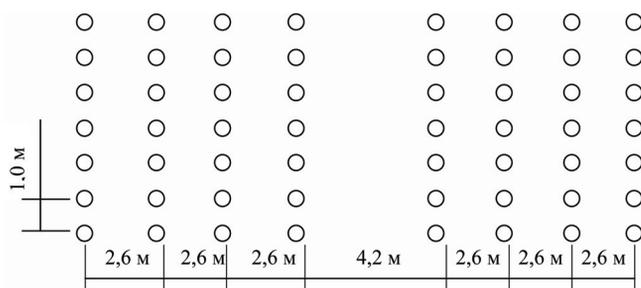


Рис. 6.4. Схема посадки культур псевдотсуги Мензиса в Станьковском лесничестве Минского лесхоза

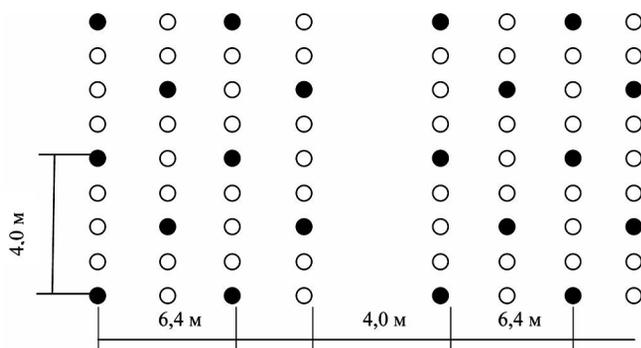


Рис. 6.5. Схема сформированной прививочной плантации псевдотсуги Мензиса

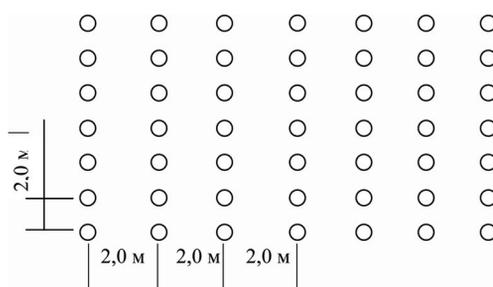


Рис. 6.6. Схема посадки культур псевдотсуги Мензиса в Юрьевском лесничестве Смолевичского лесхоза

Т а б л и ц а 6.2. Приживаемость и рост псевдотсуги Мензиса в различные сроки посадки культур

Место посадки	Время посадки	Приживаемость, %	Средняя высота, см	Диаметр корневой шейки, см	Средняя длина корневой системы, см	Средний прирост, см
ГЛХУ «Минский лесхоз», Станьковское лесничество	октябрь 2004 г.	67	17 ± 2,8	0,3 ± 0,1	16 ± 3,1	4,1 ± 2,5
ГЛХУ «Смолевичский лесхоз», Юрьевское лесничество	май 2005 г.	69	5,4 ± 1,7	0,2 ± 0,1	11,0 ± 3,5	1,5 ± 0,7

осень 2004 г. способствовала хорошей приживаемости сеянцев и весной 2005 г. они активно тронулись в рост. В противоположность этому, высаженные весной сеянцы значительную часть своей энергии затратили на приживаемость, что сказалось на показателях роста.

Величина продуктивности интродуцированных древесных растений в новых природно-климатических условиях зависит не только от адаптационных возможностей вида, но и от правильного подбора условий произрастания, соответствующих их биологическим свойствам. Известно, что в большинстве случаев культуры создаются на вырубках, где предшествующая порода на протяжении длительного периода создала определенную среду, а накопленные в почве продукты метаболизма, обладающие физиологической активностью, могут как стимулировать, так и угнетать рост других растений [246;

247]. В связи с этим актуальным являлось исследование роста псевдотсуги Мензиса на почвах из-под различных аборигенных лесообразующих видов [248]. Схема эксперимента подробно описана в главе 2. Результаты оценки 3-летних наблюдений за ростом псевдотсуги Мензиса приведены в табл. 6.3.

Анализ данных с использованием критерия наименьшей существенной разности показал, что лучшим ростом отличались сеянцы псевдотсуги Мензиса на почве из-под насаждения дуба черешчатого, за исключением 2007 г., в котором различий выявлено не было. Активным ростом растения псевдотсуги характеризовались также в вариантах с почвой из-под граба обыкновенного и ольхи черной.

Заметно уступали им по величине прироста сеянцы псевдотсуги Мензиса на почвах из-под сосны обыкновенной и ели европейской. Наименьшими же значениями отличались сеянцы породы в варианте с почвой без древесной растительности, у которых с увеличением возраста наблюдалась устойчивая тенденция к угнетению роста. В остальных вариантах опыта, напротив, отмечена активизация роста опытных растений, что подтверждалось прогрессирующим по годам увеличением размеров текущего прироста.

Наряду с аллелопатическими свойствами существенную роль в успешности развития древесных растений играют гранулометрический состав и химические свойства почвы [249; 250]. Имеющиеся на территории республики насаждения псевдотсуги Мензиса создавались без учета данных факторов. Однако при массовом ее использовании в лесокультурном производстве учет их чрезвычайно важен.

Результаты опыта по изучению влияния гранулометрического состава и химических свойств почв на темпы роста сеянцев псевдотсуги Мензиса, приведенные в табл. 6.4 и 6.5, не выявили выраженной зависимости величины годичного прироста от гранулометрического состава почвы. Тем не менее анализ хода роста опытных растений и лесных культур породы (табл. 6.6) показал, что наиболее предпочтительными для роста псевдотсуги Мензиса являются все же свежие, влажные супеси, легкие и средние суглинки. Неприемлемы сырые и заболоченные почвы. Наглядно это подтверждает сплошное выпадение саженцев породы (рис. 6.7, см. вклейку) на небольшом участке ее лесных культур, расположенном на территории с временным избыточным увлажнением.

Вместе с тем было установлено, что наиболее сильное влияние на успешность роста сеянцев оказывают химические свойства почвы. Так, наиболее высокие показатели их годичного прироста отмечены на почвах из-под дуба черешчатого, граба обыкновенного и ольхи черной, характеризовавшихся более высоким, чем в других вариантах опыта, содержанием гумуса. При этом наилучшие результаты были получены на почвах с кислой реакцией среды, тогда как наименьшие показатели прироста наблюдались в варианте с почвой без древесного покрова, обладавшей щелочной реакцией.

Установлена положительная взаимосвязь между содержанием в почве обменных оснований и величиной годичного прироста сеянцев псевдотсуги

Т а б л и ц а 6.3. Рост сеянцев псевдотсуги Мензиса на почвах из-под разных лесобразующих пород

Вариант опыта	Год наблюдения	Вариант опыта					
		1	2	3	4	5	6
		$M \pm m / M \pm m$, см					
1	2005		$5,9 \pm 0,4$ $4,4 \pm 0,4$	$6,5 \pm 0,3^*$ $4,4 \pm 0,4$	$12,5 \pm 0,7^*$ $4,4 \pm 0,4$	$7,6 \pm 0,5^*$ $4,4 \pm 0,4$	$8,3 \pm 0,5^*$ $4,4 \pm 0,4$
	2006		$8,2 \pm 0,2^*$ $0,7 \pm 0,1$	$5,7 \pm 0,5^*$ $0,7 \pm 0,1$	$11,8 \pm 0,6^*$ $0,7 \pm 0,1$	$8,4 \pm 0,3^*$ $0,7 \pm 0,1$	$10,3 \pm 0,5^*$ $0,7 \pm 0,1$
	2007		$11,1 \pm 0,6^*$ $0,5 \pm 0,1$	$9,7 \pm 0,8^*$ $0,5 \pm 0,1$	$16,7 \pm 1,1^*$ $0,5 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,6^*$ $0,5 \pm 0,1$	$18,4 \pm 1,1^*$ $0,5 \pm 0,1$
2	2005	$4,4 \pm 0,4$ $5,9 \pm 0,4$		$6,5 \pm 0,3$ $5,9 \pm 0,4$	$12,5 \pm 0,7^*$ $5,9 \pm 0,4$	$7,6 \pm 0,5^*$ $5,9 \pm 0,4$	$8,3 \pm 0,5^*$ $5,9 \pm 0,4$
	2006	$0,7 \pm 0,1$ $8,2 \pm 0,2^*$		$5,7 \pm 0,5$ $8,2 \pm 0,2^*$	$11,8 \pm 0,6^*$ $8,2 \pm 0,2$	$8,4 \pm 0,3$ $8,2 \pm 0,2$	$10,3 \pm 0,5^*$ $8,2 \pm 0,2$
	2007	$0,5 \pm 0,1$ $11,1 \pm 0,6^*$		$9,7 \pm 0,8$ $11,1 \pm 0,6$	$16,7 \pm 1,1^*$ $11,1 \pm 0,6$	$15,0 \pm 0,6^*$ $11,1 \pm 0,6$	$18,4 \pm 1,1^*$ $11,1 \pm 0,6$
3	2005	$4,4 \pm 0,4$ $6,5 \pm 0,3^*$	$5,9 \pm 0,4$ $6,5 \pm 0,3$		$12,5 \pm 0,7^*$ $6,5 \pm 0,3$	$7,6 \pm 0,5$ $6,5 \pm 0,3$	$8,3 \pm 0,5^*$ $6,5 \pm 0,3$
	2006	$0,7 \pm 0,1$ $5,7 \pm 0,5^*$	$8,2 \pm 0,2^*$ $5,7 \pm 0,5$		$11,8 \pm 0,6^*$ $5,7 \pm 0,5$	$8,4 \pm 0,3^*$ $5,7 \pm 0,5$	$10,3 \pm 0,5^*$ $5,7 \pm 0,5$
	2007	$0,5 \pm 0,1$ $9,7 \pm 0,8^*$	$11,1 \pm 0,6$ $9,7 \pm 0,8$		$16,7 \pm 1,1^*$ $9,7 \pm 0,8$	$15,0 \pm 0,6^*$ $9,7 \pm 0,8$	$18,4 \pm 1,1^*$ $9,7 \pm 0,8$
4	2005	$4,4 \pm 0,4$ $12,5 \pm 0,7^*$	$5,9 \pm 0,4$ $12,5 \pm 0,7^*$	$6,5 \pm 0,3$ $12,5 \pm 0,7^*$		$7,6 \pm 0,5$ $12,5 \pm 0,7^*$	$8,3 \pm 0,5$ $12,5 \pm 0,7^*$
	2006	$0,7 \pm 0,1$ $11,8 \pm 0,6^*$	$8,2 \pm 0,2$ $11,8 \pm 0,6^*$	$5,7 \pm 0,5$ $11,8 \pm 0,6^*$		$8,4 \pm 0,3$ $11,8 \pm 0,6^*$	$10,3 \pm 0,5$ $11,8 \pm 0,6^*$
	2007	$0,5 \pm 0,1$ $16,7 \pm 1,1^*$	$11,1 \pm 0,6$ $16,7 \pm 1,1^*$	$9,7 \pm 0,8$ $16,7 \pm 1,1^*$		$15,0 \pm 0,6$ $16,7 \pm 1,1$	$18,4 \pm 1,1$ $16,7 \pm 1,1$
5	2005	$4,4 \pm 0,4$ $7,6 \pm 0,5^*$	$5,9 \pm 0,4$ $7,6 \pm 0,5$	$6,5 \pm 0,3$ $7,6 \pm 0,5$	$12,5 \pm 0,7^*$ $7,6 \pm 0,5$		$8,3 \pm 0,5$ $7,6 \pm 0,5$
	2006	$0,7 \pm 0,1$ $8,4 \pm 0,3^*$	$8,2 \pm 0,2$ $8,4 \pm 0,3$	$5,7 \pm 0,5$ $8,4 \pm 0,3^*$	$11,8 \pm 0,6^*$ $8,4 \pm 0,3$		$10,3 \pm 0,5^*$ $8,4 \pm 0,3$
	2007	$0,5 \pm 0,1$ $15,0 \pm 0,6^*$	$11,1 \pm 0,6$ $15,0 \pm 0,6^*$	$9,7 \pm 0,8$ $15,0 \pm 0,6^*$	$16,7 \pm 1,1$ $15,0 \pm 0,6$		$18,4 \pm 1,1^*$ $15,0 \pm 0,6$
6	2005	$4,4 \pm 0,4$ $8,3 \pm 0,5^*$	$5,9 \pm 0,4$ $8,3 \pm 0,5^*$	$6,5 \pm 0,3$ $8,3 \pm 0,5^*$	$12,5 \pm 0,7^*$ $8,3 \pm 0,5$	$7,6 \pm 0,5$ $8,3 \pm 0,5$	
	2006	$0,7 \pm 0,1$ $10,3 \pm 0,5^*$	$8,2 \pm 0,2$ $10,3 \pm 0,5^*$	$5,7 \pm 0,5$ $10,3 \pm 0,5^*$	$11,8 \pm 0,6^*$ $10,3 \pm 0,5$	$8,4 \pm 0,3$ $10,3 \pm 0,5^*$	
	2007	$0,5 \pm 0,1$ $18,4 \pm 1,1^*$	$11,1 \pm 0,6$ $18,4 \pm 1,1^*$	$9,7 \pm 0,8$ $18,4 \pm 1,1^*$	$16,7 \pm 1,1$ $18,4 \pm 1,1$	$15,0 \pm 0,6$ $18,4 \pm 1,1^*$	

П р и м е ч а н и я: M – среднее значение (см); m – ошибка среднего. 1 – контроль, почва без древесной растительности; 2 – почва из-под сосны обыкновенной; 3 – почва из-под ели европейской; 4 – почва из-под дуба черешчатого; 5 – почва из-под граба обыкновенного; 6 – почва из-под ольхи черной. * – различие по НСР статистически значимо.

Т а б л и ц а 6.4. Зависимость величины годового прироста сеянцев псевдотсуги Мензиса от гранулометрического состава почвы

Вариант опыта	Средний прирост, см			Гигроскопическая влага, %	Содержание фракций, %					Наименование почвы по содержанию «физической глины»
					Размер частиц, мм					
	2005	2006	2007		крупнозем, >10-1	песок крупный и средний, 1,00-0,25	мелькозем		физическая глина, <0,01	
							пыль мелкая, 0,25-0,05	крупная, 0,05-0,01		
1	4,4	0,7	0,5	0,6	2,3	68,1	15,9	6,5	7,2	Пес. связн.
2	5,9	8,2	11,1	0,4	2,5	78,9	13,0	1,0	4,5	Пес. рыхл.
3	6,5	5,7	9,7	1,2	0,7	4,6	48,1	35,2	11,4	Суп. рыхл.
4	12,5	11,8	16,7	1,2	2,7	34,5	27,8	24,2	10,7	Суп. рыхл.
5	7,6	8,4	15,0	1,2	3,6	31,3	29,3	25,4	10,4	Суп. рыхл.
6	8,3	10,3	18,4	2,5	2,6	24,2	54,9	11,6	6,6	Пес. связн.
Коэффициент корреляции, <i>r</i>				0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	–
				0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	–
				0,7	0,4	0,5	0,5	0,3	0,2	–

П р и м е ч а н и е. Описание вариантов опытов см. в табл. 6.3.

Т а б л и ц а 6.5. Зависимость величины годового прироста сеянцев псевдотсуги Мензиса от физико-химических свойств почвы

Вариант опыта	Средний прирост, см			Содержание гумуса, %	pH в KCl	Гидролитическая кислотность	Содержание		Емкость поглощения	Степень насыщенности основаниями, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
							Ca ²⁺	Mg ²⁺			мг/100 г почвы	мг/100 г почвы
	2005	2006	2007				мг-экв/100 г почвы					
1	4,4	0,7	0,5	1,2	7,7	0,2	3,9	0,6	4,7	95,1	15,5	7,5
2	5,9	8,2	11,1	0,6	4,6	1,8	0,4	0,4	2,2	36,0	40,7	4,8
3	6,5	5,7	9,7	2,4	3,9	6,4	0,5	0,5	7,4	13,6	5,8	7,0
4	12,5	11,8	16,7	3,5	4,8	3,4	3,8	1,0	8,2	58,5	7,9	17,1
5	7,6	8,4	15,0	2,8	4,7	3,5	3,1	0,8	7,4	52,9	20,6	18,4
6	8,3	10,3	18,4	5,9	4,7	5,3	7,5	1,0	13,8	61,8	8,0	13,0
Коэффициент корреляции, <i>r</i>				0,6	0,4	0,4	0,3	0,8	0,5	0,1	0,4	0,7
				0,6	0,7	0,5	0,3	0,6	0,5	0,3	0,1	0,6
				0,7	0,7	0,6	0,4	0,7	0,6	0,3	0,2	0,7

П р и м е ч а н и е. Описание вариантов опытов см. в табл. 6.3.

Мензиса, что имело место в вариантах опыта с почвой из-под дуба черешчатого, граба обыкновенного и ольхи черной. При этом наиболее тесная связь прослеживалась между величиной прироста опытных растений и содержанием в почве катионов магния.

Наименьшей степенью насыщенности основаниями характеризовалась почва из-под ели европейской, наибольшей – почва без древесной растительности. Промежуточное положение по данному параметру занимали почвы из-

Т а б л и ц а 6.6. **Характеристики лесных культур псевдотуги Мензиса**

Характеристика лесных культур	Подвильское лесничество		Пуйское лесничество		Прошковское лесничество				Станьковское лесничество
	кв. 8 выд. 32	кв. 42 выд. 17	кв. 2 выд. 10	кв. 12 выд. 35	кв. 11 выд. 50	кв. 12 выд. 4	кв. 35 выд. 9	кв. 38 выд. 15	питомник
Время создания лесных культур	весна 2008 г.	весна 2008 г.	весна 2008 г.	весна 2008 г.	весна 2008 г.	весна 2008 г.	весна 2008 г.	весна 2008 г.	осень 2004 г.
Площадь участка, га	0,3	1,1	1,1	1,5	0,6	1,1	3,0	1,2	1,0
Характеристика участка	вырубка 2007 г.	вырубка 2007 г.	вырубка 2007 г.	вырубка 2008 г.	вырубка 2007 г.	вырубка 2007 г.	вырубка 2007 г.	вырубка 2007 г.	–
Тип условий местопроизрастания	C ₂	C ₂	D ₂	B ₂	D ₂	B ₂	C ₃	D ₂	B ₂
Время и способ подготовки почвы	осень 2007 г., нарезка борозд плугом ПКЛ-70	осень 2007 г., нарезка борозд плугом ПКЛ-70	весна 2008 г., нарезка борозд плугом ПКЛ-70	весна 2008 г., нарезка борозд плугом ПКЛ-70	лето 2007 г., нарезка борозд плугом ПКЛ-70	осень 2004 г., сплошная вспашка			
Способ производства культур	ручная посадка	ручная посадка	ручная посадка	ручная посадка	ручная посадка	ручная посадка	ручная посадка	ручная посадка	ручная посадка
Схема смешения и размещения на участке	5Пс5Е, 2,7 × 1,6 м (смешение в ряду)	5Пс5Е, 2,8 × 1,0 м (смешение в ряду)	10Пс, 3,0 × 1,0 м	10Пс, 3,0 × 1,0 м	6Е4Пс, 2,5 × 0,8 м (смешение в ряду)	8Е2Пс, 2,5 × 0,7 м (смешение в ряду)	10Пс, 2,6 × 2,0 м	6Е4Пс, 2,5 × 0,8 м (смешение в ряду)	10Пс, 2,6 × 1,0 м (кулисами через 4,2 м)

Количество посадочных мест, тыс. шт/га	2,3	3,6	3,3	3,3	5,0	5,7	1,9	5,0	3,0
Характеристика посадочного материала	Пс – СЖ ₄ , Е – СЖ ₂	Пс – СЖ ₄ , Е – СЖ ₃	СЖ ₄	СЖ ₄	Е – СЖ ₃ , Пс – СЖ ₄	Е – СЖ ₃ , Пс – СЖ ₄	СЖ ₄	Е – СЖ ₃ , Пс – СЖ ₄	СН ₂
Приживаемость, %	96	95	97	97	94	90	93	92	67
Уходы (мес/год)	VIII/08, VIII/09	–	VI–VII/09	–	VIII/08	VIII/08, VII/09	V–VI/09	VIII/08, VII/09	ежегодная культури- зация между- рядий
Сохранность культур, % (на дату мес/год)	Пс – 89, Е – 63 (X/10)	Пс – 62, Е – 56 (X/10)	76 (X/10)	63 (X/10)	Е – 81, Пс – 77 (X/10)	Е – 69, Пс – 87 (X/10)	59 (X/10)	Е – 89, Пс – 92 (X/10)	48 (X/09)
Средняя высота, м	Пс – 1,3 ± 0,05; Е – 0,6 ± 0,03	Пс – 0,9 ± 0,04; Е – 0,6 ± 0,03	0,9 ± 0,04	1,2 ± 0,07	Е – 0,5 ± 0,02; Пс – 0,8 ± 0,04	Е – 0,5 ± 0,02; Пс – 1,0 ± 0,04	1,1 ± 0,05	Е – 0,6 ± 0,02; Пс – 0,8 ± 0,04	1,5 ± 0,05
Средний диаметр корневой шейки, см	Пс – 1,9 ± 0,26; Е – 0,9 ± 0,07	Пс – 1,8 ± 0,09; Е – 1,0 ± 0,08	1,8 ± 0,15	2,4 ± 0,10	Е – 0,7 ± 0,05; Пс – 1,4 ± 0,10	Е – 0,8 ± 0,06; Пс – 2,0 ± 0,08	1,8 ± 0,11	Е – 0,9 ± 0,04; Пс – 1,6 ± 0,11	3,6 ± 0,15
Средний годовой прирост, м	Пс – 0,4 ± 0,03; Е – 0,3 ± 0,01	Пс – 0,3 ± 0,02; Е – 0,3 ± 0,02	0,3 ± 0,03	0,3 ± 0,02	Е – 0,2 ± 0,02; Пс – 0,2 ± 0,02	Е – 0,2 ± 0,02; Пс – 0,3 ± 0,02	0,4 ± 0,02	Е – 0,2 ± 0,01; Пс – 0,3 ± 0,02	0,5 ± 0,02

под листовных пород, обеспечившие наибольшие в эксперименте значения годового прироста сеянцев псевдотсуги Мензиса.

Установлен весьма высокий уровень варибельности в рамках эксперимента содержания в почве подвижного фосфора. Наиболее низким оно оказалось в почве из-под ели европейской, самым высоким – сосны обыкновенной.

В отличие от фосфора наиболее высокие показатели накопления обменного калия, также существенно варьирувавшие по вариантам опыта, оказались в почвах из-под листовных пород. Они вдвое превосходили таковые в почвах из-под хвойных пород и в почве без древесной растительности. На протяжении 3 лет наблюдений прослеживалась достаточно тесная связь между содержанием обменного калия в почве и величиной годового прироста сеянцев псевдотсуги Мензиса, на что указывали весьма высокие значения коэффициента корреляции, составляющие 0,6–0,7.

В целом полученные в процессе опытов результаты согласуются со значениями критериев модели оптимальных почвенно-климатических условий при интродукции псевдотсуги Мензиса, разработанной А. Б. Беляевым [251; 252]. Поэтому она может успешно использоваться в республике для выбора наиболее подходящих для роста участков, с целью получения от создаваемых культур максимального лесоводственного эффекта.

Сопоставление величины годового прироста псевдотсуги Мензиса с показателем аллелопатической активности корней используемых в исследовании пород, оцениваемой по уровню корневой активности, составляющему у сосны обыкновенной 141 (УКЕ), ели европейской – 90, дуба черешчатого – 240, граба обыкновенного – 285, ольхи черной – 135 [253], показало, что на почвах из-под дуба черешчатого, граба обыкновенного и ольхи черной, характеризовавшихся сравнительно высокими значениями данного параметра, установлены и наиболее высокие в рамках эксперимента показатели прироста. Это указывает на стимулирующий ростовые процессы эффект от воздействия на растения псевдотсуги Мензиса почвенной среды, созданной данными породами, что свидетельствует о возможности создания смешанных посадок. На высокую перспективность выращивания псевдотсуги Мензиса с листовными породами указывал также в своей работе Х. Эйзенрейх [6]. Он отмечал, что опад листовных пород улучшает почву, а соответственно и рост псевдотсуги Мензиса.

В то же время, как показали исследования, создание смешанных древостоев с участием псевдотсуги Мензиса имеет определенные трудности. Вследствие интенсивного роста, особенно на лучших местообитаниях, она постепенно вытесняет сопутствующие виды. Это хорошо видно на примере насаждений породы в ГЛЗ «Прилукский» (табл. 2.1). При исходном равном рядовом смешении псевдотсуги Мензиса в культурах с листовницей, дубом и ясенем к 70 годам доля их в составе насаждений не превышает 2 единиц. Соответственно такие насаждения в процессе выращивания требуют проведения в них более интенсивных лесоводственных мероприятий. Поэтому наиболее рациональным будет не подеревное, а групповое смешение пород. Чистые же

по составу культуры псевдотсуги Мензиса, с целью придания им большей устойчивости к неблагоприятным факторам среды, следует создавать на больших по площади участках. Перспективным является также использование породы для облесения небольших прогалин, реконструкции изреженных насаждений, а также подпологовых лесных культур. Подобный положительный многолетний опыт прослеживается на примере культур псевдотсуги Мензиса, заложенных в Завищанском лесничестве Пинского лесхоза (табл. 2.1) в 50-летнем березово-дубово-сосновом насаждении.

Регламентируемая согласно [135] густота культур породы (4–5 тыс. шт/га), с учетом установленных биологических особенностей роста, может в значительной степени уменьшаться. Высокая густота псевдотсуги Мензиса не ведет, как отмечалось ранее, к значительному улучшению очищаемости стволов. Исследования показали, что в имеющихся на территории республики наиболее густых посадках породы (ГЛЗ «Прилукский», Городищенское лесничество Барановичского лесхоза, ЦБС сектор Северной Америки) первые мертвые сучья на стволе начинаются лишь на 1,0–1,5 м выше, чем в разреженных (пос. Щемыслица дендрарий и питомник БГУ, ЦБС ландшафтная часть). В то же время увеличение расстояния между деревьями способствует развитию более мощных стволов, о чем свидетельствуют их биометрические показатели (табл. 2.1). С учетом этой особенности псевдотсуги Мензиса, а также дефицита ее посадочного материала, хорошей приживаемости и сохранности растений (табл. 6.6), создание достаточно густых культур породы, по нашему мнению, является не вполне рациональным. Подобного мнения придерживаются и некоторые зарубежные исследователи [6; 138; 142].

Опыт показал, что в качестве посадочного материала можно использовать как сеянцы, так и саженцы псевдотсуги Мензиса. Сеянцы высаживаются на свободных от сорняков участках или после сплошной обработки почвы. При этом сеянцы должны быть хорошо развитыми и иметь высоту не менее 10 см. На участках с густой растительностью, при частичной обработке почвы, культуры следует создавать 3–4-летними саженцами, по причине их большей конкурентоспособности и сохранности, а также сокращения необходимого количества уходов (табл. 6.6). Весьма перспективно также использование посадочного материала породы с закрытой корневой системой.

Предпочтительным временем создания культур псевдотсуги Мензиса является весна. Приживаемость их в сравнении с осенней посадкой значительно выше (табл. 6.6).

Посадку растений можно проводить как механизированным путем, так и вручную под меч Колесова или лопату.

Уход за культурами, особенно в первые годы после их посадки, заключается в удалении заглушающей саженцы сорной растительности. Позднее, ввиду плохой очищаемости стволов от сучьев псевдотсуги Мензиса, следует проводить их обрезку, что позволит повысить качество получаемой деловой древесины. Как показал анализ зарубежного опыта [6; 10; 45], для этой цели мо-

жет успешно применяться технология обрезки сучьев, используемая в республике для сосны обыкновенной и ели европейской [254]. При этом благодаря высокоствольности псевдотсуги Мензиса и интенсивному накоплению древесины, целесообразным будет проведение обрезки в четыре этапа, до высоты 8–10 м, не снижая величину кроны менее 35 % длины ствола. Обрезке следует подвергать 400–600 деревьев на гектар.

Анализ формирования насаждений псевдотсуги Мензиса, а также детальное изучение хода ее роста позволили впервые для условий республики разработать критерии перевода лесных культур породы в покрытые лесом земли [255]. Однако с учетом изменений существующей в лесокультурном производстве нормативной базы [135] в нашем случае их следует также модифицировать. Так, для перевода чистых по составу культур псевдотсуги Мензиса в земли, покрытые лесом, фактическое количество ее жизнеспособных экземпляров в 7-летнем возрасте должно составлять 1,0 тыс. шт/га и более при средней высоте растений не менее 2,0 м. Вторым условием является равномерное распределение главной породы по площади и отсутствие опасности затенения ее деревьями и кустарниками нежелательных пород естественного происхождения, которые перед переводом культур в покрытую лесом площадь следует вырубать. Для смешанных лесных культур достаточное количество растений породы для перевода определяется по проценту от вышеуказанного норматива, равному доли ее участия в общем количестве культивируемых видов.

6.3. Экономическая эффективность выращивания псевдотсуги Мензиса в лесах Беларуси

Повышение экономической эффективности лесного хозяйства возможно посредством увеличения его доходности либо путем снижения себестоимости продукции [256]. Первое достигается, главным образом, в результате роста продуктивности лесов. Одним из путей его осуществления является использование в лесоводственной практике высокопродуктивных интродуцентов.

Как было показано ранее, в условиях республики псевдотсуга Мензиса является одной из наиболее перспективных лесобразующих пород. Она успешно акклиматизировалась, сохраняет при интродукции высокие темпы роста и продуктивность [162; 163; 184; 185; 257], практически не подвержена грибным заболеваниям, не поражается насекомыми-вредителями [258], продуцирует ценную древесину с высокими физико-механическими свойствами и богатой текстурой [148]. В связи с этим целесообразность культивирования породы в условиях Беларуси очевидна.

Однако в рыночных условиях при обосновании любых лесохозяйственных мероприятий особенно важна их экономическая целесообразность. Применение каких бы то ни было новшеств при лесовыращивании, результат которых будет получен спустя многие годы, возможно лишь при условии их достаточной эффективности [259]. В связи с этим нами была дана экономическая оцен-

ка возможностей использования псевдотсуги Мензиса в отечественном лесокультурном производстве.

Для анализа взято насаждение породы в Государственном лесном заказнике «Прилуцкий» Минского лесопаркового хозяйства, кв. 66.

Проведенная в процессе исследований сравнительная оценка товарной структуры древостоев псевдотсуги Мензиса и основных аборигенных лесобразующих хвойных видов сосны обыкновенной и ели европейской (рис. 6.8) показала, что крупную деловую древесину породы можно получить уже в 30-летних насаждениях. В культурах ели европейской и сосны обыкновенной соответствующих параметров дерева достигают лишь к возрасту 40–50 лет. С увеличением возраста в насаждениях псевдотсуги Мензиса наблюдается и более интенсивный, в сравнении с рассматриваемыми породами, рост доли крупной деловой древесины в общем запасе древостоя. В 50-летнем насаждении на нее приходится практически 50 % всей деловой. Древостой сосны обыкновенной аналогичных показателей достигает лишь к 70 годам [260]. В то же время, по имеющимся в литературе данным, в 80-летних насаждениях псевдотсуги Мензиса выход деловой древесины достигает 87 %, дровяной – 4 % [186].

Таким образом, при комплексном рассмотрении динамики товарной структуры одновозрастных древостоев видно, что в насаждении псевдотсуги Мензиса наблюдается преобладание крупной деловой древесины, тогда как у сосны обыкновенной и ели европейской – средней деловой. На основании чего следует отметить, что хозяйственная выгода при выращивании псевдотсуги Мензиса по массе древесины будет значительно выше, чем при выращивании в равных условиях сосны обыкновенной и ели европейской.

Однако общеизвестно, что экономическая эффективность в лесном хозяйстве сводится, главным образом, к соизмерению результатов конкретного лесохозяйственного мероприятия с затратами, обусловившими его выполнение.



Рис. 6.8. Соотношение товарной структуры древостоев псевдотсуги Мензиса, сосны обыкновенной и ели европейской

Таблица 6.7. Оценка древесного запаса на корню в насаждениях псевдотсути Мензиса, сосны обыкновенной и ели европейской

Порода	Возраст главной рубки, лет	Запас, м ³ /га	Сортиментная структура ликвидной древесины						Стоимость древесины, тыс. руб.						
			деловая			всего деловой	дрова	всего	деловая			всего деловой	дрова	всего за 1 м ³	
			крупная	средняя	мелкая				крупная	средняя	мелкая				
			запас, м ³ /га, цена за 1 м ³ , тыс. руб.												
Пс	70	630	391	151	13	555	19	574	41864,37	9310,66	355,68	51530,71	11,02	51541,73	89,79
			107,07	61,66	27,36	—	0,58	—	—	—	—	—	—	—	—
С	80	522	229	198	16	443	16	459	24519,03	12208,68	437,76	37165,47	9,28	37174,75	80,99
			107,07	61,66	27,36	—	0,58	—	—	—	—	—	—	—	—
Е	80	625	356	175	19	550	19	569	33296,68	9455,25	456,95	43208,88	9,88	43218,76	75,96
			93,53	54,03	24,05	—	0,52	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. * — определена как средневзвешенная величина.

При этом в связи с необходимостью учета разновременных затрат, наиболее сложным, в большинстве случаев, является определение себестоимости. В нашем случае это затраты на выращивание древесины, величина которых, с учетом схожести технологий создания лесных культур и комплекса лесоводственных мероприятий, проводимых в процессе выращивания древостоев псевдотсуги Мензиса, сосны обыкновенной и ели европейской, примерно одинакова. Весомая разница может быть лишь в стоимости посадочного материала. Однако затраты, связанные с приобретением более дорогостоящего посадочного материала псевдотсуги Мензиса, покрываются за счет возможности создания культур породы с меньшей исходной густотой, в сравнении с сосной обыкновенной и елью европейской.

Таким образом, расчеты себестоимости создания и выращивания древостоя целесообразно опустить, и принять ее условно равной. Для расчета же эффективности выращивания насаждений псевдотсуги Мензиса, сосны обыкновенной и ели европейской была определена таксовая стоимость древесины в возрасте рубки главного пользования (табл. 6.7).

Полученные результаты показали, что наибольший доход от реализации леса на корню дает псевдотсуга Мензиса. Суммарная таксовая стоимость ее ликвидной древесины превзошла по данному показателю сосну обыкновенную на 28 %, ель европейскую – на 16 %. При этом средняя стоимость 1 м³ ликвидной древесины у псевдотсуги Мензиса выше, чем у указанных пород на 10 и 15 % соответственно. О высокой эффективности выращивания породы в районах интродукции свидетельствуют также результаты исследований, приведенные в литературе. Так, средний годовой доход от выращивания псевдотсуги Мензиса в зоне буковых лесов Карпат до 70 лет в зависимости от условий местопроизрастания на 32–46 % выше, чем от выращивания ели [261], а в Закарпатье лесной доход от ее выращивания уже в 60 лет превышает доход от выращивания 80-летних насаждений ели [144; 262].

Особую роль в производственном процессе играет также фактор времени. Сокращение сроков выращивания товарной древесины способствует снижению ее себестоимости [263]. В нашем случае это особенно актуально, так как значительно больший доход от выращивания псевдотсуги Мензиса в сравнении с сосной обыкновенной и елью европейской при снижении возраста главной рубки на 10 лет наглядно свидетельствует о высокой эффективности выращивания породы в лесах Беларуси [260]. Снижение возраста главной рубки вполне допустимо, так как максимальный средний прирост псевдотсуги Мензиса по запасу, как показали наши исследования [163] и исследования других авторов [138], наблюдается в возрасте 65–70 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетний опыт интродукции псевдотсуги Мензиса вне естественного ареала показал, что она обладает достаточной устойчивостью в различных регионах мира и формирует высокопродуктивные лесные насаждения с общим запасом к возрасту спелости более 1000 м³/га.

Основу для успешного введения псевдотсуги Мензиса в лесокультурное производство в Беларуси составляют:

высокая пластичность вида, обеспечивающая ей стабильность сезонной ритмики развития, семяношение и устойчивость к болезням и вредителям;

способность формировать хорошо развитую поверхностно-якорную корневую систему, состоящую из 5–7 мощных скелетных корней, и обеспечивающую, в совокупности со срастанием корневых систем соседних деревьев и исключительными механическими свойствами древесины, высокую устойчивость к неблагоприятным факторам среды;

ценная древесина, превосходящая по пределу прочности при сжатии вдоль волокон в 1,2 раза, статическом радиальном изгибе соответственно в 1,3–1,4 раза древесину сосны обыкновенной и ели европейской.

При интродукции в Беларусь псевдотсуга Мензиса сохраняет ход роста, сходный с ходом роста в ареале. По интенсивности роста превосходит местные хвойные лесообразующие виды сосну обыкновенную и ель европейскую естественных насаждений Ia класса бонитета по среднему диаметру соответственно на 11–24 и 19–44 %, средней высоте – на 7–20 и 10–33 %, тогда как в молодом возрасте она незначительно уступает искусственным насаждениям сосны обыкновенной и лиственницы европейской.

Благодаря продолжительному сохранению высоких темпов роста преимущество ее относительно указанных пород устанавливается уже с середины 2-го класса возраста и составляет 5–16 % по среднему диаметру и 6–14 % по средней высоте. Наибольшая разница по этим показателям наблюдается в сравнении с елью европейской – 18–36 и 4–16 % соответственно. Это позволяет псевдотсуге Мензиса формировать насаждения, превосходящие в среднем на 25 % по запасу стволовой древесины насаждения указанных пород. Аналогичных продукционных показателей местные лесообразующие хвойные породы достигают лишь через 10–15 лет.

В условиях Беларуси возмужалость у псевдотсуги Мензиса наступает в возрасте 20–30 лет. Формирование жизнеспособного зародыша у семян завершается к середине августа, что позволяет проводить сбор шишек за

1,5–2 недели до полной физиологической зрелости семян, которая наступает к концу августа. Всхожесть семян, прошедших дозревание в шишках, собранных в середине августа, лишь на 3 % ниже, чем у зрелых семян. Оптимальный срок сбора шишек псевдотсуги Мензиса в условиях Беларуси с середины августа до начала сентября.

Наиболее качественный семенной материал формирует сизая разновидность породы. Однако большей интенсивностью роста и развития потомства характеризуется зеленая разновидность псевдотсуги Мензиса, сеянцы которой по биомассе превосходят сеянцы сизой разновидности на 30 % и серой – на 40 %, в связи с чем ей следует отдавать предпочтение при лесоразведении.

Использование в процессе семенного размножения псевдотсуги Мензиса регуляторов роста способствует повышению посевных качеств семян, а также значительно увеличивает интенсивность роста сеянцев, что обеспечивает сокращение сроков выращивания стандартного посадочного материала. Характер действия препаратов определяется концентрацией и способом их применения. Наиболее эффективными для предпосевной обработки семян оказались ризобактерин и фитостимифос в концентрациях раствора от 2 до 5 %, 0,3 %-ный фитовитал, 0,3 %-ный фитовитал с салициловой кислотой, 0,15 %-ный фитовитал с янтарной кислотой и 6 %-ный оксидат торфа, позволившие в 2 и более раза повысить всхожесть и энергию прорастания семян, а в ряде случаев увеличить фитомассу сеянцев в 3 раза.

Подкормка сеянцев псевдотсуги Мензиса в период активного роста комплексными удобрениями увеличивает средний прирост растений на 14–82 %. При этом большей отзывчивостью характеризовались сизая и серая разновидности, фитомасса сеянцев которых увеличилась соответственно в 2,1 и 3,1 раза, тогда как у зеленой разновидности, обладающей большей природной интенсивностью роста, лишь в 1,4 раза.

Вегетативное размножение псевдотсуги Мензиса путем черенкования в условиях Беларуси малоэффективно – укореняемость ее черенков с учетом использования различных механизмов стимулирования корнеобразования (регуляторы роста, принудительная вакуумная обработка регуляторами роста, подогрев субстрата, искусственный туман и др.) не превышает 13 %. Его целесообразно использовать лишь при размножении особо ценных декоративных культиваров. Наиболее успешным способом вегетативного размножения является прививка псевдотсуги Мензиса способом вприклад сердцевинной на камбий, обеспечивающая от 25 до 100 % приживаемости. Существенное влияние на приживаемость прививок оказывает способ изоляции прививки. Использование в качестве изоляции смеси озокерита и парафина позволило повысить приживаемость прививок на 50–100 %.

Наиболее активный рост псевдотсуги Мензиса обеспечивается при ее выращивании на супесях, легких и средних суглинках, характеризующихся кислой реакцией среды и достаточно высоким (3–6 %) содержанием гумуса и основных питательных элементов (P_2O_5 – 8–21, K_2O – 13–18 мг/100 г почвы). По-

зитивное влияние на ее рост и развитие оказывает почвенная среда, создаваемая лесобразующими породами с высоким уровнем корневой активности (УКЕ 135–285). Оптимальную совокупность указанных факторов формируют листовые насаждения, на почвах из-под которых псевдотсуга Мензиса обладает наибольшей интенсивностью ростовых процессов.

Целесообразность культивирования псевдотсуги Мензиса в Беларуси подтверждается экономическими расчетами. Лесной доход от выращивания ее в возрасте 70 лет превышает доход от выращивания местных лесобразующих видов сосны обыкновенной и ели европейской до 80-летнего возраста на 28 и 16 % соответственно. Выход крупной деловой древесины в ее насаждениях при равном возрасте выше, чем в насаждениях указанных пород в 1,5–2 раза.

Внекорневую подкормку посадочного материала следует проводить через 15–20 дней при норме расхода раствора 25–30 мл/м². Удобрение вносится двукратно – после полного распускания хвои и непосредственно в фазу активного роста сеянцев, в количестве 40–70 г/м² (N₁₂₋₅P₁₀₋₆K₂₁₋₁₁ по действующему веществу).

Для прививки используются хорошо развитые 2–3-летние саженцы псевдотсуги Мензиса с толщиной стволика у корневой шейки 0,5–0,7 см. Привойный материал при летней и зимней прививках в отапливаемых теплицах заготавливается непосредственно перед их проведением, при весенней – до наступления вегетации (конец февраля – начало апреля). Весеннюю прививку проводят в середине мая; летнюю – первой декаде августа; зимнюю (на внесенных в теплицу подвоях) – в марте–апреле.

При закладке смешанных лесных культур необходимо использовать групповое смешение пород при исходной густоте 2,0–2,5 тыс. шт/га.

Лучшая приживаемость лесных культур псевдотсуги Мензиса достигается при весенней их посадке 3–4-летними саженцами.

Минимальное нормативное количество жизнеспособных экземпляров псевдотсуги Мензиса для перевода ее чистых лесных культур в земли, покрытые лесом, в 7-летнем возрасте должно составлять 1,0 тыс. шт/га, минимальная средняя высота растений – 2,0 м.

CONCLUSION

Many years' experience in the introduction of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) outside a natural area has shown that it possesses sufficient stability in different regions of the world and forms highly productive forest stands with a total reserve by the maturity age of more than 1.000 m³/ha.

The basis for the successful introduction of Douglas-fir into silvicultural production in Belarus is made up of:

high plasticity of the species, which ensures its stability throughout seasonal development cycles, seed bearing and resistance to diseases and vermins.

ability to form a well-developed surface-anchor root system, consisting of 5–7 powerful skeletal roots, and providing, coupled with the fusion of the root systems of neighboring trees and outstanding mechanical properties of the wood, high resistance to environmental insults;

fine wood, which surpasses the wood of Scots pine and Norway spruce by ultimate compressive strength along the grain 1.2-fold, and static radial bending by 1.3–1.4 times respectively.

When introduced in Belarus, Douglas-fir maintains a growth course similar to the course of growth in the area. Its growth intensity exceeds the growth of local coniferous forest-forming species (Scots pine and Norway spruce natural stands of Ia growth class) in the average diameter by 11–24 and 19–44 % respectively, the average height – 7–20 and 10–33 %, whereas at a young age it is slightly inferior to artificial stands of Scots pine and European larch.

Owing to prolonged maintenance of high growth rates, its advantage in relation to these species is established from as early as the middle of the 2nd class of age and reaches 5–16 % in the average diameter and 6–14 % in the average height. The major difference in these indicators is observed in comparison with European spruce – 18–36 and 4–16 % respectively. This allows Douglas-fir to form stands that exceed stands of the mentioned species on average by 25 % in the stock of the stem wood. It takes as long as 10–15 years for local forest-forming conifers to reach similar production indicators.

Under the conditions of Belarus, Douglas-fir grows to maturity at the age of 20–30 years. Formation of a viable germ in the seeds is completed by mid-August, which allows collecting cones 1.5–2 weeks before the full physiological maturity of seeds, which occurs by the end of August. Germinating ability of seeds that got ripe in cones and were collected in mid-August is merely 3 % lower than that of mature seeds. The optimum period for collecting cones of Douglas-fir in Belarus is from mid-August to early September.

Blue-gray species forms seed material of the highest quality. However, green species of Douglas-fir is characterized by a greater growth and development intensity of the progeny, seedlings of which with regard to their biomass surpass seedlings of blue-gray species by 30 % and grey species by 40 %, and therefore should be preferred in forest cultivation.

The use of plant growth regulators in Douglas-fir seed propagation improves sowing qualities of seeds and significantly increases the intensity of seedlings growth, which reduces cultivation terms of standard planting material. The way the growth regulators work is determined by its concentration and the method of application. The most effective for pre-plant treatment proved to be risobacterin and fitostimofos in solution concentrations from 2 to 5 %, 0.3 % fitovital, 0.3 % fitovital with salicylic acid, 0.15 % fitovital with succinic acid and 6 % peat oxidate, which allowed to increase the germinating ability and seed vigor 2-fold or more, and in some cases increase the phytomass of seedlings 3-fold.

Fertilization of Douglas-fir seedlings during the active growth phase with complex fertilizers increases the mean plant increment by 14–82 %. At the same time, blue-gray and gray species, whose seedlings' phytomass increased by 2.1 and 3.1 times respectively, were characterized by greater sensitivity, whereas green species seedlings' phytomass increased only by 1.4 times, given that the green species has a greater intensity of natural growth.

Vegetative propagation of Douglas-fir by grafting under the conditions of Belarus is ineffective, because the rooting ability of its cuttings doesn't exceed 13 %, taking into account the use of different mechanisms to stimulate root formation (growth regulators, forced vacuum treatment with growth regulators, heating of the substrate, artificial fog, etc.). It should be used only for reproduction of exceptionally valuable ornamental cultivars. The most successful method of vegetative propagation is side grafting to Douglas-fir by the core to the cambium method, which secures 25–100 % survival rate. Engrafting isolation has significant impact on the graft survival rate. The use of a mixture of ozocerite and paraffin as insulation has allowed increasing the engrafting survival rate to 50–100 %.

The most active growth of Douglas-fir is provided by its cultivation on sandy loam, light and medium loam, characterized by acid reaction and rather high (3–6 %) content of humus and major nutrients (P_2O_5 – 8–21, K_2O – 13–18/100 g of soil). Soil environment created by forest-forming species with high levels of root activity (YKE 135–285) has a positive impact on Douglas-fir growth and development. The optimum aggregate of the mentioned factors is formed by deciduous stands on whose soils Douglas-fir possesses the highest intensity of growth processes.

Feasibility of Douglas-fir cultivation in Belarus is proved by economic calculations. Forest income from its cultivation at the age of 70 years exceeds the income from the cultivation of local forest-forming species of pine and spruce before the age of 80 years by 28 and 16 % respectively. Industrial wood yield in its stands at the same age is higher than in stands of the above mentioned species by 1.5–2 times.

Foliar application of the planting material should be carried out 15–20 days later with a solution of 25–30 ml/m². The fertilizers are applied twice – after full opening of needles directly during the period of active seedlings growth in the amount of 40–70 g/m² (N_{12–5}P_{10–6}K_{21–11} to the active substance).

Well-developed 2–3-year-old Douglas-fir seedlings with a stalk at the root collar of 0.5–0.7 cm are used as engrafting. Graft material in the summer and winter in heated greenhouses is prepared immediately prior to engrafting, in the spring – before vegetation (late February to early April). Spring engrafting is made in mid-May; summer one – in the beginning of August, winter one (with a tree stock brought to the greenhouse) – in March and April.

Group mixture of species with an initial density of 2.0–2.5 thousand pieces/ha must be used for mixed forest plantations.

The best survival rate of Douglas-fir plantations is reached during the spring planting of 3–4 year seedlings.

The minimum standard number of viable Douglas-fir specimens in order for its net forest crops to be transferred into the forest land at 7 years of age should arrive at 1.0 thousand pieces/ha, the minimum average plant height should be 2.0 m.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лесной фонд // Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2002. – Режим доступа: <http://www.mlh.by/ru/forestry/resources.html>. – Дата доступа: 05.04.2011.
2. Новицкая, Р. Михаил Амелянович: «Самое главное – движение вперед» / Р. Новицкая, Т. Добыш // Белорус. лесн. газ. – 2010. – № 37 (799). – 16 сент.
3. Об утверждении Государственной программы развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 3 нояб. 2010 г., № 1626 // Эталон – Online [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2012.
4. Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы: Указ Президента Респ. Беларусь, 11 апр. 2011 г., № 136 // Эталон – Online [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2012.
5. Рожков, Л. Н. О мероприятиях по повышению древесной продуктивности / Л. Н. Рожков, А. Ф. Пузовик // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2007. – Вып. 67: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 605–607.
6. Эйзенрейх, Х. Быстрорастущие древесные породы / Х. Эйзенрейх; пер. с нем. Л. Я. Бронзовой. – М.: Из-во иностр. л-ры, 1959. – 508 с.
7. Кремер, Б. П. Деревья: местные и завезенные виды Европы: пер. с нем. / Б. П. Кремер. – М.: Изд-во Астрель; ООО Изд-во АСТ, 2002. – 288 с.
8. Мауринь, А. М. Хвойные экзоты Латвийской ССР / А. М. Мауринь. – Рига: Из-во акад. наук Латвийской ССР, 1957. – 122 с.
9. Холявко, В. С. Лесные быстрорастущие экзоты / В. С. Холявко. – М.: Лесн. пром., 1981. – 224 с.
10. Логгинов, В. Б. Интродукционная оптимизация лесных культураценозов / В. Б. Логгинов. – Киев: Наук. думка, 1988. – 164 с.
11. Интродуцированные деревья и кустарники в Белорусской ССР: в 3 т. / под ред. Н. Д. Нестеровича [и др.]. – Минск: Изд-во Академии наук БССР, 1959–1961. – Вып. 2: Интродуцированные древесные растения флоры Северной Америки. – 1960. – 295 с.
12. Шкутко, Н. В. Хвойные экзоты и их хозяйственное значение / Н. В. Шкутко. – Минск: Наука и техника, 1970. – 270 с.
13. Федорук, А. Т. Древесные растения садов и парков Белоруссии / А. Т. Федорук. – Минск: Наука и техника, 1980. – 208 с.
14. Барсукова, Т. Л. Возможности организации семенной базы псевдотсуги в условиях Беларуси / Т. Л. Барсукова // Тр. БГТУ. Сер. лесн. хоз-во. – 2009. – Вып. 17. – С. 144–146.
15. Сироткин, Ю. Д. Псевдотсуга в культурах Белоруссии / Ю. Д. Сироткин, Л. М. Сероглазова // Лесоведение и лесн. х-во: сб. науч. ст. / Бел. технол. ин-т им С. М. Кирова; редкол.: В. Е. Вихров (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Высш. шк., 1970. – Вып. 3. – С. 86–93.
16. Шкутко, Н. В. Виды дугласии в лесных культурах Белоруссии / Н. В. Шкутко // Растительные ресурсы. – 1966. – Т. 2, вып. 1. – С. 115–121.
17. Попов, Е. Культуры от дугласка (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в района на Копривщица / Е. Попов // Наука в условията на глобализацията през XXI век: материалы Междунар. науч. конф., Стара Загора, 1–2 юн. 2006 г.: в 2 т. – Стара Загора, 2006. – Т. I: Растениевъдство. – С. 158–163.

18. Щепотьев, Ф. Л. Дугласия / Ф. Л. Щепотьев. – М.: Лесн. пром., 1982. – 80 с.
19. Martin, R. K. The Role of Green Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *viridis*) in Scottish silviculture / R. K. Martin // Scott. Forest. – 1966. – Vol. 16, N 3. – P. 154–164.
20. Popov, E. The role of intensive plantation forestry for protection of Biodiversity / E. Popov // II International Symposium of Ecologist of the Republic of Montenegro: proceedings of the Symposium, Kotor, 20–24 sept. 2006 year. – Hotel Fjord – Kotor, 2006. – P. 63–67.
21. Rannert, H. Leistung der Douglasie auf Kreideflysch / H. Rannert // Allgem. Forstzeitung. – 1972. – Bd. 83, N 9. – S. 249–250.
22. Strang, R. M. Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) and the Scots Connection / R. M. Strang // Forest Chron. – 1992. – Vol. 68, N 2. – P. 246–248.
23. Пирагс, Д. М. Дугласия в Латвийской ССР / Д. М. Пирагс. – Рига: Зинатне, 1979. – 156 с.
24. Деревья / пер. с итал. Н. М. Сухановой. – М.: Изд-во Астрель; ООО Изд-во АСТ, 2004. – 319 с.
25. Флора Беларуси. Сосудистые растения: в 6 т. / Т. 1: **Lycopodiophyta. Equisetophyta. Polypodiophyta. Ginkgoophyta. Pinophyta. Gnetaophyta** / Р. Ю. Блажевич [и др.]; под общ. ред. В. И. Парфенова: Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперимент. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск: Беларус. навука, 2009. – 199 с.
26. Жизнь растений: в 6 т. / редкол.: А. А. Федотов (гл. ред.) [и др.]. – М.: Просвещение, 1978. – Т. 4: Мхи, плауны, хвощи, папоротники, голосеменные растения / под ред. И. В. Грушвицкого, С. Г. Жилина. – 1978. – 447 с.
27. eFlora // Flora of China [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=127289. – Data of access: 17.01.2011.
28. eFlora // Flora of North America [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=127289. – Data of access: 17.01.2011.
29. Urania-Pflanzenreich: die große farbige Enzykl.: In 4 Bd. – 1 Aufl. – Leipzig: Urania-Verlag, 1992 – 390 с.
30. Дугласия // Дерево.ru [Электронный ресурс]. – 2008. – № 1. – Режим доступа: http://www.abrasive.ru/lib/articles.php?binn_rubrik_pl_catelems6=457. – Дата доступа: 09.02.2010.
31. Пирагс, Д. М. Дугласия и ее интродукция / Д. М. Пирагс // Повышение продуктивности леса: сб. науч. ст. – Рига, 1968. – С. 53–67.
32. Wikipedia. Die freie Enzyklopädie // Artikel. Douglasien [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.de.wikipedia.org/wiki/Douglasien>. – Data of access: 26.02.2008.
33. United States Department of Agriculture Agricultural Research Service, Bettsville Area Germplasm Resources Information Network // CRIN Taxonomy for Plants [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/hpags/html/taxon.pl?317248>. – Data of access: 26.02.2008.
34. Алексеев, Б. Д. Гиганты и карлики растительного мира / Б. Д. Алексеев // Лесная библиотека [Электронный ресурс]. – 2001–2010. – Режим доступа: <http://dendrology.ru/books/item/f00/s00/z00000006/st010.shtml>. – Дата доступа: 17.01.2011.
35. Булыгин, Н. Е. Дендрология: учеб. пособие для вузов / Н. Е. Булыгин. – М.: Агропромиздат, 1985. – 280 с.
36. Каннер, О. Г. Хвойные породы: лесоводственная характеристика / О. Г. Каппер. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1954. – 304 с.
37. Riebeling, R. Standortkundliche, ertragskundliche und betriebswirtschaftliche Überlegungen zum Anbau schnellwachsender Baumarten, insbesondere zur Douglasie / R. Riebeling // Forst. und Holzwirt. – 1979. – N 9. – S. 177–183.
38. Schüllli, L. Erfahrungen mit der Douglasie zwischen Oberrhein und Bodensee / L. Schüllli // Allg. Forstzeitschrift. – 1984. – Bd. 39, N 17–18. – S. 436–437.
39. Seiberg, P. Die Douglasie im Stadtwald Freiburg / P. Seiberg // Allg. Forst- und Jagtzeitung. – 1950/1951. – S. 158–161.
40. Maurer, P. Das Wachstum der Douglasie im Schwarzwald / P. Maurer // Sch. Reihe Landesforstverm. Bad.-Würt. – Band. 25. – Stuttgart, 1968. – S. 1–69.

41. *Göhre, K.* Die Douglasie und ihr Holz / K. Göhre. – Berlin: Akademie-Verlag, 1958. – 596 s.
42. *Щепотьев, Ф. Л.* Быстрорастущие древесные породы / Ф. Л. Щепотьев, Ф. А. Павленко. – М.: Из-во с/х л-ры журналов и плакатов, 1962. – 373 с.
43. *Bungenstab, G.* Deutschlands höchster Baum / G. Bungenstab // Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges. – 2000. – Bd. 85. – S. 109–112.
44. *Rothkirch, F.* Die ältesten Douglasien in Deutschland – 150 Jahre alt / F. Rothkirch, B. Struthoff // Forst und Holz. – 1989. – Bd. 44, N 18. – S. 499–500.
45. *Glowalla, H.* Praktische Erfahrungen zum Douglasien – Anbau in Nordbrandenburg / H. Glowalla // Beitr. Forstwirtschaft. Landschaftsökol. – 1994. – Bd. 28, H. 3. – S. 109–115.
46. *Oswald, H.* Die Douglasie in Frankreich: Waldban und Leistung / H. Oswald, J. Parde // Allg. Forstzeitschrift. – 1984. – Bd. 39, N 17–18. – S. 438–441.
47. *Perde, J.* Die Douglasie in Ostfrankreich / J. Perde // Allg. Forstz. – 1980. – N 4. – S. 62–64.
48. *Ottorini, J. M.* Growth and development of individual Douglas-fir in stands for applications to simulation in silviculture / J. M. Ottorini // Ann. Sc. Forest. – 1991. – Vol. 48, N 6. – P. 651–666.
49. *Смаглюк, К. К.* Интродуковани хвойні лісоутворювачі / К. К. Смаглюк. – Ужгород: Карпати, 1976. – 94 с.
50. *Holmsgaard, E.* Nadelholzanbau in Dänemark / E. Holmsgaard // Forstwiss. Cbl. – 1966. – Bd. 85, H. 1/2. – S. 38–59.
51. *Jonesku, A.* Aspekty privind cultura duglasului verde și a pinului strob / A. Jonesku // Rev. Padurilor. – 1963. – Vol. 78, N 8. – P. 434–437.
52. Попов, Е. Съхнене на културите от дугласка (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в България след сужата през 1993 година / Е. Попов // Юбилейна науч. конф. с международно участие и 70 години Институт за гората: сб. науч. докл., София, 6–7 окт. 1998 г.: в 2 т. / Институт за гората. – София, 1998. – Т. II. – С. 89–94.
53. *Кумчев, И.* Залесяване с дугласка при поголяма надморска височина / И. Кумчев // Горско стоп. – 1981. – Вид. 37, № 6. – С. 32–33.
54. *Флоров, Л. И.* Климатичните аналогии и интродукцията на зелената дугласка / Л. И. Флоров // Горско стоп. – 1966. – № 9. – С. 16–19.
55. *Попов, Е.* Проучване върху резултата от интродукцията на дугласката (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в местността «Диновец» – горско стопанство Казанлък / Е. Попов // Наука за гората. – 1991. – Кн. 2. – С. 10–18.
56. *Попов, Е.* Влияние на происходата на семена от дугласка (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) върху растенса по височина, формирането на терминалната пъпка и студоустойчивостта на едногодишни фиданки / Е. Попов // Наука за гората. – 1990. – Кн. 3. – С. 3–17.
57. *Попов, Е.* Проучване върху резултата от интродукцията на зелената дугласка (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) у нас: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е. Попов; Специализиран научен съвет по горско стопанство и озеленяване при ВАК. – София, 1991. – 28 с.
58. *Попов, Е.* Растенс по височина на дугласката (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в опитни култури / Е. Попов, К. Петкова // Междунар. науч. конф. 50-годишнини Лесотехнически университет: сб. науч. докл., София, 1–2 апр. 2003 г. / Лесотех. ун-т. – София, 2003. – С. 92–95.
59. *Gunzl, L.* Wachstumsvergleich Altdouglasien mit gleichalten Fichten / L. Gunzl, R. Wurz // Osterr. Forst-Ztg. – 1994. – Jg. 105, N 2. – S. 10–11.
60. *Glese, R.* Die Douglasie. Herkünfte-Wüchslleistungen, Erfahrungen über einen Zeltraum von 26 Jahren / R. Glese // Allgem. Forstzeitung. – 1985. – Bd. 96, N 7. – S. 170–171.
61. *Nožička, J.* The introduction of Douglas fir into Bohemia and Moravia up to 1918 / J. Nožička // Práce Výzkumn. úst. lesn. ČSSR. – 1963. – Vol. 27. – S. 207–242.
62. *Šika, A.* Distribution of Douglas fir in forest of the ČSSR / A. Šika // Commun. Jnsf. forest. Čech. – 1979. – Vol. 11. – S. 77–88.
63. *Šika, A.* Rust douglasky v lesních porostech ČSR / A. Šika, B. Vinš // Pr.VŮLHIU. – 1980. – Vol. 57. – S. 73–95.
64. *Wolf, J.* Jak rosti nejstarsi porost douglasky u Pisku / J. Wolf // Lesn. Prace. – 1998. – R. 77, N 5. – S. 182–183.

65. West, G. G. Douglas fir, Japanese larch, and European larch in pure and mixed stands / G. G. West // N. Z. J. Forestry Sc. – 1991. – Vol. 21, N 1. – P. 3–9.
66. Diez, C. Wuchsleistung und Qualität von Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [Mirbel] Franco), Riesen-Lebensbaum (*Thuja plicata* Donn) und Roteiche (*Quercus rubra* L.) in der Schweiz / C. Diez, A. Burgi. – Birmensdorf, 1991. – 46 s.
67. Begin, J. Productivite du Douglas vert (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco var. *menziesii* Franco) en relation avec des caracteristiques stationelles / J. Begin // Mitt. Eidg. Forschungsanst. Wald Schnee Landschaft. – 1992. – Bd. 67, H. 2. – S. 173–313.
68. Stauffer, A. Anbauempfehlung für die Douglasie in der Schweiz: ein Vorschlag / A. Stauffer // Schweiz Z. Forstwesen. – 1992. – Jg. 143, N 11. – S. 917–939.
69. Glaz, J. Występowanie i stan drzewostanów jedlicy (*Pseudotsuga douglasii* Lindl.) w Lasach Państwowych Polski / J. Glaz // Sylwan. – 1984. – Vol. 128, N 6. – S. 9–22.
70. Щепотьев, Ф. Л. Разведение быстрорастущих древесных пород / Ф. Л. Щепотьев, Ф. А. Павленко. – М.: Лесн. пром., 1975. – 232 с.
71. Пирагс, Д. М. Интродукция и селекция дугласии в Латвийской ССР / Д. М. Пирагс // Лесная генетика, селекция и семеноводство: сб. науч. ст. – Петрозаводск, 1970. – С. 383–387.
72. Мауринь, А. М. Опыт интродукции древесных растений в Латвийской ССР / А. М. Мауринь. – Рига: Зинатне, 1970. – 125с.
73. Маргус, М. М. Лжетсуга в Эстонии / М. М. Маргус // Лесн. х-во. – 1963. – № 9. – С. 24–27.
74. Бродович, Т. М. Акклиматизация и адаптация дугласии тиссолистной в лесных насаждениях запада ЧССР / Т. М. Бродович // Лесн. журн. – 1978. – № 4. – С. 33–36.
75. Бродович, Т. М. Деревья и кустарники запада УССР. Атлас / Т. М. Бродович, М. М. Бродович. – Львов: Вища школа, 1979. – 251 с.
76. Матяш, В. В. Псевдотсуга в озелененні та лісових культурах України / В. В. Матяш // Інтродукція та акліматиз. рослин на Україні. – 1982. – № 20. – С. 19–23.
77. Боринський, М. М. Продуктивність і основи ведення господарства в деревостанах дугласії Карпат / М. М. Боринський, М. С. Гунчак // Системи ведення лісового господарства в гірських умовах Карпат: тез. доп. Респ. наук.-техн. конф., 1990 г. / Інст. гірськ. л-ва. – Івано-Франківськ, 1990. – С. 56–57.
78. Шляхта, Е. М. Итоги интродукции дугласии в лесных насаждениях Украины / Е. М. Шляхта // Folia dendrol. – 1991. – N 18. – P. 245–254.
79. Матяш, В. В. Формирование биоценозов с лжетсугой зеленой в Правобережной Лесостепи Украины / В. В. Матяш // Биолого-экологические особенности интродуцированных растений: сб. науч. ст. – Киев, 1985. – С. 23–25.
80. Матяш, В. В. Псевдотсуга в озелененні та лісових культурах України / В. В. Матяш // Інтродукція та акліматизація рослин на Україні. – Киев: Урожай, 1982. – Вип. 20. – С. 19–23.
81. Гусева, Н. Ю. Интродукция лжетсуги Мензиса в северной подзоне смешанных лесов / Н. Ю. Гусева // Вестн. Мос. гос. ун-та леса. Лесн. вестн. – 2008. – № 1. – С. 192–195.
82. Алимбек, Б. М. Рост сеянцев псевдотсуги Мензиса в г. Йошкар-Ола / Б. М. Алимбек // Бюлл. ГБС. – 1989. – Вып. 152. – С. 50–54.
83. Полшков, Д. А. Интродукция дугласии в Московской области / Д. А. Полшков // Докл. ТСХА. – М.: Из-во МСХА, 2002. – Вып. 274. – С. 177–179.
84. Потапова, С. А. Псевдотсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в Главном ботаническом саду РАН / С. А. Потапова // Бюлл. ГБС. – 2001. – Вып. 182. – С. 30–34.
85. Савельев, О. А. Псевдотсуга Мензиса как перспективная порода в озеленении городов нечерноморской зоны России / О. А. Савельев, Д. А. Полшков // Докл. ТСХА. – М.: Из-во МСХА, 2003. – Вып. 275. – С. 246–248.
86. Древесные растения парков Подмосковья / редкол.: М. С. Александров [и др.]. – М.: Наука, 1979. – 237 с.
87. Полякова, Г. А. Флора и растительность старых парков Подмосковья / Г. А. Полякова. – М.: Наука, 1992. – 224 с.
88. Макридин, А. И. Дугласия (*Pseudotsuga menziesii*) в подмосковных Химках / А. И. Макридин // Бюлл. ГБС. – 1994. – Вып. 170. – С. 118–119.

89. *Дорофеева, В. Д.* Состояние псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в дендрарии ВГЛТА / В. Д. Дорофеева, В. Т. Попова, Ф. И. Грищенко // Динамика лесистости в малолесных районах европейской части России. Проблемы и перспективы: мат. Всероссийской науч.-техн. конф., Воронеж, 24–25 окт. 2002 г. / Воронежская гос. лесотехн. акад.; ред. Я. В. Панков. – Воронеж, 2003. – 131 с.
90. *Дудецкая, А. М.* Интродукция лжетсуги Мензиса в центральной лесостепи / А. М. Дудецкая // Лесная интродукция: сб. науч. ст. – Воронеж, 1983. – С. 71–79.
91. *Бирюков, В. И.* Опыт интродукции псевдотсуги в центральных районах РСФСР / В. И. Бирюков // Изв. высш. учебн. заведений. Лесн. журн. – 1971. – № 5. – С. 8–10.
92. *Дудецкая, Е. М.* Культуры лжетсуги в Центрально-Черноземных областях РСФСР / Е. М. Дудецкая, А. В. Лукин; ЦНИИ лес. генет. и селекции. – Воронеж, 1975. – 13 с. – Деп. в ВИНТИ 26.01.76 № 215-76.
93. *Шестопалова, В. В.* Особенности роста и устойчивости видов сосновых в условиях ботанического сада Воронежского госуниверситета // Влияние экстремальных условий на сезонную ритмику растений: сб. науч. ст. – М., 1994. – С. 9–12.
94. *Алимбек, Б. М.* Опыт интродукции псевдотсуги Мензиса в дендрариях Среднего Поволжья / Б. М. Алимбек // Бюлл. ГБС. – 1990. – Вып. 155. – С. 16–20.
95. *Лазарева, С. М.* Хвойные интродуценты Республики Марий Эл / С. М. Лазарева, М. М. Котов, Л. И. Котова. – СПб., 2002. – 136 с.
96. *Циунчик, Н. Л.* Семенное размножение псевдотсуги Мензиса в Ботаническом саду МарГТУ г. Йошкар-Олы / Н. Л. Циунчик, Л. И. Котова // Ботанические сады: состояние и перспективы сохранения, изучения, использования, биологического разнообразия раст. мира: тез. докл. Междунар. научн. конф., посвящ. 70-летию со дня основания ЦБС, Минск, 30–31 мая 2002 г. / ЦБС НАН Беларуси; редкол.: В. Н. Решетников [и др.]. – Минск, 2002. – С. 297.
97. *Циунчик, Н. Л.* Семеношение псевдотсуги Мензиса в республике Марий-Эл / Н. Л. Циунчик, С. М. Лазарева // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: мат. V Междунар. науч. конф., Красноярск, 24–25 окт. 2002 г. / Сиб. гос. тех. ун-т. – Красноярск, 2002. – С. 78–80.
98. *Шкутко, Н. В.* Хвойные растения в зеленом строительстве Белоруссии / Н. В. Шкутко. – Минск: Ураджай, 1975. – 96 с.
99. *Федорук, А. Т.* Интродуцированные деревья и кустарники западной части Белоруссии / А. Т. Федорук. – Минск: Из-во БГУ им. В. И. Ленина, 1972. – 192 с.
100. Древесные растения Центрального ботанического сада АН БССР / Е. З. Бобореко [и др.]; под ред. Н. Д. Нестеровича. – Минск: Наука и техника, 1982. – 293 с.
101. *Булко, Н. И.* Об интродукции хозяйственноценных древесных пород в юго-восточной части Беларуси (на примере Корневской ЭЛБ ИЛ НАН Беларуси) / Н. И. Булко, В. С. Чурило // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2003. – Вып. 59: Селекция, генетические ресурсы и сохранение генофонда лесных древесных растений (Вавиловские чтения). – С. 263–272.
102. *Георгиевский, С. Д.* Древесные и кустарниковые породы, произрастающие в Белоруссии / С. Д. Георгиевский // Зап. ин-та сельск. х-ва. – 1925. – № 6. – С. 137–160.
103. *Георгиевский, С. Д.* Иноземные древесные породы в Беларуси / С. Д. Георгиевский // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1931. – Т. 27, вып. 3. – С. 297–407.
104. *Георгиевский, С. Д.* Декоративное озеленение колхозов БССР / С. Д. Георгиевский. – Минск: Гос. из-во БССР, 1950. – 148 с.
105. *Иванова, Е. В.* Семенные маточники интродуцированных хвойных пород, произрастающих на территории БССР / Е. В. Иванова // Изв. АН БССР. – 1952. – № 2. – С. 133–155.
106. *Иванова, Е. В.* Итоги интродукции хвойных пород в Белорусской ССР / Е. В. Иванова // Тр. Первой науч. конф. по исследованию и обогащению раст. ресурсов Прибалтийских республик и Беларуси. – Вильнюс, 1963. – С. 149–158.
107. *Шкутко, Н. В.* Интродукция хвойных экзотов в БССР / Н. В. Шкутко // Мат. науч. конф. по проблемам генетики, селекции и семеноводства растений. – Горки, 1968. – С. 104–110.
108. *Шкутко, Н. В.* Хвойные Белоруссии: Экол.-биол. исследования / Н. В. Шкутко. – Минск: Навука і тэхніка, 1991. – 264 с.

109. *Сероглазова, Л. М.* Псевдотсуга в культурах Белоруссии. Ее развитие и сезонный рост: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Л. М. Сероглазова; Белорус. технол. ин-т им. С. М. Кирова. – Минск, 1973. – 28 с.
110. *Сероглазова, Л. М.* Периодичность развития псевдотсуги тиссолистной в БССР / Л. М. Сероглазова // Лесоведение и лесн. х-во: сб. науч. ст. / Бел. технол. ин-т им. С. М. Кирова; редкол.: А. Д. Янушко (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Высш. шк., 1975. – Вып. 10. – С. 62–65.
111. *Углынец, А. В.* Сравнительная продуктивность и устойчивость лесных культур некоторых интродуцированных и местных древесных растений в условиях БССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / А. В. Углынец; Белорус. технол. ин-т им. С. М. Кирова. – Минск, 1989. – 16 с.
112. *Углынец, А. В.* Опыт и перспективы лесной интродукции в Беларуси / А. В. Углынец, Ю. Д. Сироткин // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2004. – Вып. 60: Проблемы лесоведения и лесоводства на радиоактивно загрязненных землях. – С. 108–116.
113. *Волович, П. И.* О внедрении интродуцентов хвойных в лесные культуры / П. И. Волович // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2003. – Вып. 59: Селекция, генетические ресурсы и сохранение генофонда лесных древесных растений (Вавиловские чтения). – С. 273–277.
114. *Антипов, В. Г.* Декоративная дендрология / В. Г. Антипов. – М.: Дизайн ПРО, 2000. – 280 с.
115. *Юркевич, И. Д.* География, типология и районирование лесной растительности / И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман. – Минск: Наука и техника, 1965. – 288 с.
116. *Юркевич, И. Д.* Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И. Д. Юркевич. – Минск: Наука и техника, 1980. – 120 с.
117. *Успенский, В. В.* Особенности роста, продуктивности и таксации культур / В. В. Успенский, В. К. Попов. – М.: Лесн. пром., 1974. – 128 с.
118. *Анучин, Н. П.* Лесная таксация / Н. П. Анучин. – М.: Лесн. пром., 1977. – 512 с.
119. *Азниева, Ю. Н.* Практикум по лесоводству / Ю. Н. Азниева [и др.]; под общ. ред. Ю. Н. Азниева. – Минск: Высш. шк., 1982. – 174 с.
120. Справочник работника лесного хозяйства / Мин. лесн. х-ва; редкол.: И. Д. Юркевич [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Наука и техника, 1986. – 623 с.
121. *Григорьев, В. П.* Практикум по лесоводству: для вузов / В. П. Григорьев [и др.]. – 2-е изд. перераб. и доп. – Минск: Высш. шк., 1989. – 311 с.
122. Методика проведения единовременной инвентаризации интродуцированных лесных пород / Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву, ЦНИИ лесн. генетики и селекции; под ред. А. И. Ирошниковой. – М., 1986. – 24 с.
123. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / Академия наук СССР, Совет ботанических садов СССР; отв. ред. П. И. Лапин. – М.: ГБС АН СССР, 1975. – 27 с.
124. *Колесников, В. А.* Методы изучения корневой системы древесных растений / В. А. Колесников. – 2-е изд. – М.: Лесн. пром., 1972. – 152 с.
125. *Петруша, А. К.* Технические свойства древесины основных пород БССР / А. К. Петруша. – Минск: Гос. издат. БССР, 1959. – 150 с.
126. *Тюрин, А. В.* Таксация леса / А. В. Тюрин. – 2-е изд. – М.: Гослестехиздат, 1945. – 376 с.
127. *Захаров, В. К.* Лесная таксация / В. К. Захаров. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: Лесн. пром., 1967. – 406 с.
128. *Ваганов, Е. А.* Анализ роста дерева по структуре годичных колец / Е. А. Ваганов, И. А. Терсков; под ред. А. С. Исаева. – Новосибирск, 1977. – 95 с.
129. *Антанайтис, В. В.* Прирост леса / В. В. Антанайтис, В. В. Загреев. – 2-е изд. – М.: Лесн. пром., 1981. – 200 с.
130. *Ермаков, В. Е.* Лесная таксация и лесоустройство: учеб. / В. Е. Ермаков, Н. П. Демид. – Минск: Дизайн ПРО, 2004. – 295 с.
131. *Атрощенко, О. А.* Лесная таксация: учеб. пособие / О. А. Атрощенко; рец.: В. Ф. Багинский, В. В. Сарнацкий. – Минск, 2009. – 467 с.
132. *Блинцов, И. К.* Практикум по почвоведению / И. К. Блинцов, К. Л. Забелло. – Минск: Высш. шк., 1979. – 207 с.

133. Практикум по почвоведению / И. С. Кауричев [и др.]; под. общ. ред. И. С. Кауричева. – 4-е изд. – М.: Агропромиздат, 1986. – 336 с.
134. Практикум по агрохимии / В. Г. Минеев [и др.]; под. общ. ред. В. Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 304 с.
135. Устойчивое лесопользование и лесопользование. Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению в Республике Беларусь = Устойлівае лесакараванне і лесакарыстанне. Настаўленне па лесааднаўленню і лесаразвядзенню ў Рэспубліцы Беларусь: ТКП 047-2009 (02080). – Введ. 20.05.09. – Минск: Мин-во лесн. х-ва РБ, 2009. – 120 с.
136. Таксы на древесину основных лесных пород, отпускаемую на корню в 2012 году // Минский областной центр информации по ценам [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://www.centr-cen.by/readnews/2011.html>. – Дата доступа: 22.02.2012.
137. *Истратова, О. Т.* Культура псевдотсуги тисолистной на Черноморском побережье Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / О. Т. Истратова; Украинская с/х академия. – Киев, 1967. – 26 с.
138. *Хмилевский, В. М.* Повышение продуктивности лесов лесостепи Украины путем интродукции дугласии зеленой: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / В. М. Хмилевский; Укр. НИИ лесн. хоз-ва и агролесомелиор. им. Г. Н. Высоцкого. – Харьков, 1987. – 23 с.
139. *Gisela, J.* Standörtliche Grundlagen für den Anbau der grünen Douglasie / J. Gisela // Schriftenreihe Forst. Fakult. Univ. Göttingen. – В. 11. – Fr. am Main: J.D. Sauerländer's Verlag, 1954. – 112 s.
140. Почвенный очерк Центрального ботанического сада АН БССР / А. К. Чурилов [и др.]; под общ. ред. Л. Маниной. – Минск: Наука и техника, 1969. – 36 с.
141. *Halter, M. R.* Growth and root morphology of planted and naturally-regenerated Douglas-fir and Lodge pole pine / M. R. Halter, C. P. Chanway // Ann. Sc. Forest. – 1993. – Vol. 50, N 1. – P. 71–77.
142. *Иванов, А. В.* Интродукция дугласии в Прииссыккулье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / А. В. Иванов; Казах. им. ордена Труд. Красн. Знам. с/х ин-т. – Алма-Ата, 1992. – 14 с.
143. *Hesmer, H.* Anzucht und Anbau der Douglasie / H. Hesmer // Forstarh. – 1952. – N 1. – S. 1–13.
144. *Шляхта, Я. М.* Итоги интродукции и перспективы семеноводства дугласии зеленой в Закарпатье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Я. М. Шляхта; Львов. с/х ин-т. – Львов, 1982. – 22 с.
145. *Савельева, Л. С.* Срастание корневых систем древесных пород / Л. С. Савельева. – М.: Лесн. пром., 1969. – 72 с.
146. Effects of live crown on vertical patterns of wood density and growth in Douglas-fir / B. L. Gartner [et al.] // Canad. J. Forest Res. – 2002. – Vol. 32, N 3. – P. 439–447.
147. Moisture content and tensile strength of Douglas Fir dimension lumber / D. W. Green [et al.]. – Madison (Wisc.), 1990. – 33 p.
148. *Холопук, Г. А.* Технические свойства древесины псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) при интродукции в Беларуси / Г. А. Холопук, В. Б. Звягинцев // Устойчивое управление лесами и рациональное лесопользование: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию БГТУ, Минск, 18–21 мая 2010 г.: в 2 кн. / Мин. лесн. хоз РБ, Гос. ком. по науке и техн. РБ, Бел. гос. технол. ун-т; редкол.: Л. Н. Рожков [и др.]. – Минск, 2010. – Кн. 2. – С. 691–694.
149. *Knuchel, H.* Das Holz. Entstehung und Bau Physikalische und gewerbliche Eigenschaften Verwendung. Holzarten – Lexikon / H. Knuchel. – Aarau und Frankfurt am Main: Verlag H.R.Sauerländer & Co., 1954. – S. 306–308.
150. *Бродович, Т. М.* Зеленая дугласия в культурах УССР / Т. М. Бродович // Лесн. хоз-во. – 1950. – № 5. – С. 43–45.
151. *Бродович, Т. М.* Физико-механические свойства древесины псевдотсуги зеленой / Т. М. Бродович, Б. И. Цыбык // Лесн. журн. – 1969. – № 2. – С. 74–76.
152. *Русин, Н. С.* Рост и технические свойства древесины некоторых интродуцентов в ЦЧО / Н. С. Русин, С. Ю. Горевалова // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель,

2003. – Вып. 59: Селекция, генетические ресурсы и сохранение генофонда лесных древесных растений (Вавиловские чтения). – С. 303–306.

153. Pechmann, H. Über die Holzeigenschaften einiger fremdländischer Gastbaumarten / H. Pechmann // Forstwissenschaft. Centralblatt. – 1963. – N 82. – S. 343–359.

154. Лжетсуга (дугласия) // novosibdom.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://les.novosibdom.ru/node/415>. – Дата доступа: 28.02.2011.

155. Горленко, С. В. Формирование микофлоры и энтомофауны городских зеленых насаждений / С. В. Горленко, Н. А. Панько. – Минск: Наука и техника, 1972. – 168 с.

156. Панько, Н. А. Аб устойлівасці інтрадуцыраваных дрэвавых раслін да шкоднікаў / Весці АН БССР. Сер. біял. навук. – 1970. – № 5. – С. 51–56.

157. Рупайс, А. А. Дендрофильные тли в парках Латвии / А. А. Рупайс. – Рига: Акад. наук Латвийской ССР, 1961. – 251 с.

158. Козловская, Н. В. Хорология флоры Белоруссии / Н. В. Козловская, В. И. Парфенов. – Минск: Наука и техника, 1972. – 309 с.

159. Особенности формирования и фитопатологическое состояние культур хвойных интродуцентов в лесном заказнике «Прилуцкий» / Н. И. Федоров [и др.] // Тр. БГТУ. Сер. лесн. хоз-во. – 2000. – Вып. 8. – С. 81–90.

160. Мелехов, И. С. Лесоведение: учеб. для вузов / И. С. Мелехов. – М.: Лесн. пром., 1980. – 408 с.

161. Демянчик, В. Т. Общая оценка и фаунистический комплекс редкого насаждения дугласии *Pseudotsuga menziesii* в южной части Белорусского Полесья / В. Т. Демянчик, М. Г. Демянчик // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: мат. Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию со дня образования ЦБС НАНБ, Минск, 12–15 июня 2007 г.: в 2 т. / ЦБС НАН Беларуси; редкол.: В. Н. Решетников [и др.]. – Минск, 2007. – Т. 2. – С. 205–207.

162. Popov, E. Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) plantations as a mean of increasing the productivity of forests in Belarus and Bulgaria / E. Popov, V. Torchyk, G. Holopuk // Forestry: Bridge to the Future: International conference, 85 years Higher Forestry Education in Bulgaria, Sofia, 13–15 may 2010 / Park Hotel Moskva. – Sofia, 2010. – P. 176.

163. Холопук, Г. А. Итоги и перспективы интродукции псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в Беларусь / Г. А. Холопук // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры: мат. Междунар. конф., посвящ. 80-летию ЦБС НАН Беларуси, Минск, 19–22 июня 2012 г.: в 2 ч. / ЦБС НАН Беларуси; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск, 2012. – Ч. 1. – С. 321–325.

164. Дебринюк, Ю. М. Ріст і продуктивність *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco у лісових культурах Українського Розточчя / Ю. М. Дебринюк // Науковий вісник. – 2003. – Вип. 13.2. – С. 21–32.

165. Холопук, Г. А. Особенности роста псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) при интродукции в Беларусь / Г. А. Холопук, В. И. Торчик // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2007. – № 3. – С. 13–16.

166. Dinkelaker, H. Höhen-, Volumen- und Wertleistung von Douglasien, Japaner Lärchen und Fichtenbeständen auf gleichen Standorten / H. Dinkelaker, K. Hausser // Allg. Forst- u. J.-Ztg. – 1967. – Jg. 138, N 2/3. – S. 25–43.

167. Hann, D. W. Extending southwest Oregon's Douglas-fir dominant height growth equation to older ages / D. W. Hann. – Corvallis (Oreg.), 1998. – 16 p.

168. Poage, N. I. Long-term patterns of diameter and basal area growth of old-growth Douglas-fir trees in western Oregon / N. I. Poage, I. C. Tappeiner // Canad. J. Forest Res. – 2002. – Vol. 32, N 7. – P. 1232–1243.

169. Primeros resultados de crecimiento de plantaciones de 15 a 30 años de abeto Douglas (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) en el noroeste de España / S. Garcia Sanchez [et al.] // Investing agr. Sistemas Recursos forest. – 1996. – Vol. 5, N 2. – P. 231–243.

170. Hann, D. W. Equations for predicting height-to-crown-base 5-year diameter-growth rate, 5-year height-growth rate, 5-year mortality rate and maximum size-density trajectory for Douglas-fir

and western hemlock in the coastal region of the Pacific Northwest / D. W. Hann, D. D. Marschall, M. L. Hanus. – Corvallis (Oreg.), 2003. – 83 p.

171. Deriving site index equation and curves for plantation forest / S.-H. Lee [et al.] // J. Fac. Agr. Kyushu Univ. – 2001. – Vol. 45, N 2. – P. 395–403.

172. *Newberry, I. D.* Evaluation of simple quantile estimation functions for modeling forest diameter distributions in evenaged stands of interior Douglas-fir / I. D. Newberry, J. A. Moore, L. Zhang // *Canad. J. Forest Res.* – 1993. – Vol. 23, N 11. – P. 2376–2382.

173. *Nigh, G. D.* Splicing height curves / G. D. Nigh, K. R. Polsson // *Extension note / Min. of forests. Forest science progr.*, 60. – Victoria (B.C.), 2002. – 4 p.

174. *Puettmann, K. I.* Evaluation of the size-density relationships for pure red alder and Douglas-fir stands / K. I. Puettmann, D. W. Hann, D. E. Hibbs // *Forest Sc.* – 1993. – Vol. 39, N 1. – P. 7–27.

175. *Song, B.* Three-Dimensional Canopy Structure of an Old-Growth Douglas-fir Forest / B. Song, I. Chen, I. Silbernagel // *Forest Science; Bethesda.* – 2004. – Vol. 50, N 3. – P. 376–386.

176. *Curtis, R. O.* Some simulation estimates of mean annual increment of Douglas-fir: Results, limitations, and implications for management / R. O. Curtis. – Portland (Oreg.), 1994. – 27 p.

177. *Davel, M.* Evaluacion de modelos fustales para *Pseudotsuga menziesii* en la Patagonia Andina Argentina / M. Davel, G. Trincado // *Investing. agr. Sistemas Recursos forest.* – 2000. – Vol. 9, N 1. – P. 103–116.

178. *Gaffrey, D.* Lineares Schafftform-modell fur Douglasie fur das nordliche und mittlere Westdeutschland / D. Gaffrey, J. Nagel // *Allg. Forst-Jagd. Ztg.* – 1998. – Jg. 169, H. 8. – S. 144–148.

179. *St. Clair, J. B.* Family differences in equations for predicting biomass and leaf area in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*) / J. B. St. Clair // *Forest Sc.* – 1993. – Vol. 39, N 4. – P. 743–755.

180. Modeling tree-ring growth responses to climatic variables using artificial networks / Q.-B. Zhang [et al.] // *Forest Sc.* – 2000. – Vol. 46, N 2. – P. 229–239.

181. WestPro: a computer program for simulating uneven-aged Douglas-fir stand growth and yield in the Pacific Northwest / R. Ralston [et al.]. – Portland (Oreg.), 2003. – 25 p.

182. *Единович, В. А.* Эколого-биологические закономерности продукционного процесса сосновых древостоев в условиях техногенеза (на примере г. Минска и ближайших окрестностей): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / В. А. Единович; Ин-т леса Академии наук Беларуси. – Гомель, 1993. – 16 с.

183. *Смаглюк, К. К.* К вопросу о высотно-экологическом диапазоне лжетсуги тиссолистной на северных мегасклонах Украинских Карпат / К. К. Смаглюк // *Респ. межвед. тематич. науч. сб. / Укр. НИИ лесн. х-ва и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого.* – Киев: Урожай, 1971. – Вып. 25: Интродукция новых пород и лесные культуры. – С. 21–26.

184. *Холопук, Г. А.* Итоги и перспективы интродукции псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в Беларусь / Г. А. Холопук // **Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры: мат. Междунар. конф., посвящ. 80-летию ЦБС НАН Беларуси, Минск, 19–22 июня 2012 г.: в 2 ч. / ЦБС НАН Беларуси; редкол.: В. В. Титок [и др.].** – Минск, 2012. – Ч. 1. – С. 321–325.

185. *Холопук, Г. А.* Культивирование псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) как средство повышения продуктивности лесов Беларуси / Г. А. Холопук // **Актуальні проблеми ботаніки та екології: матеріали Міжнар. конф. молодих учених, Ялта, 21–25 вересня 2010 р. / Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр НААНУ; редкол. Є. Л. Кордюм [і інш.].** – Сімферополь, 2010. – С. 499–500.

186. *Пирагс, Д. М.* Научные основы разведения и селекции дугласии *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco в Латвийской ССР: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.01 / Д. М. Пирагс; Моск. лесотехн. ин-т. – М., 1977. – 40 с.

187. *Knoerzer, D.* Strategien und Maßnahmen bei der Douglasienbewirtschaftung – zur Steuerbarkeit der spontanen Ausbreitung / D. Knoerzer // *Neobiota.* – 2002. – Bd. 1. – S. 311–328.

188. *Русин, Н. С.* Технология хранения и выращивания селекционного посадочного материала псевдотсуги Мензиса / Н. С. Русин // **Интенсификация выращивания лесопосадочного**

материала: тез. докл. Всероссийской научн.-техн. конф., Йошкар-Ола, 11–13 сент. 1996 г. / Фед. сл. лесн. х-ва Рос., Гос. ком. РФ по ВО, Ком. по лесн. х-ву Респ. Марий Эл, Мин. экон. и природопользов. Респ. Марий Эл, Ком. по экологии и природопользов. г. Йошкар-Ола, Марийский гос. тех. ун-т. – Йошкар-Ола, 1996. – С. 67–68.

189. *el-Kassaby, Y. A.* Parental rank changes associated with seed biology and nursery practices in Douglas-fir / *Y. A. el-Kassaby, A. J. Thomson* // *Forest Sc.* – 1996. – Vol. 42, N 2. – P. 228–235.

190. *Sorensen, F. C.* Effect of dry storage on germination rate of seeds of coastal Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii*) / *F. C. Sorensen* // *Seed Sc. Technol.* – 1999. – Vol. 27, N 1. – P. 91–99.

191. *Hack, W.* Douglasien – Herkunft und Douglasien – Anbau in rauhen Lagen / *W. Hack* // *Allg. Forstzeitschrift.* – 1971. – N 45. – S. 924–926.

192. *Bartels, A.* Geholzvermehrung / *A. Bartels.* – Stuttgart, 1978. – 328 s.

193. *Mejnartowicz, L.* Rozmnozanie generatywne daglezji zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) / *Sylwan.* – 1997. – R. 14, N 12. – S. 33–45.

194. Плодовый питомник: пер. с нем. *Р. П. Кудрявца* / под ред. *З. А. Метлицкого.* – М., 1978. – С. 180.

195. *Некрасова Т. П.* Биологические основы семеношения кедра сибирского / *Т. П. Некрасова.* – Новосибирск: Наука, 1972. – 274 с.

196. *Холопук, Г. А.* Определение оптимальных сроков заготовки семян псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в условиях Беларуси / *Г. А. Холопук, В. И. Торчик* // *Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук.* – 2007. – № 4. – С. 14–17.

197. *Смирнов, И. А.* Динамика формирования семян у некоторых видов хвойных интродуцентов / *И. А. Смирнов* // *Богатства флоры – народному хозяйству: мат. конф. «Проблемы изучения и использования в народном хозяйстве растений природной флоры»* / ГБС АН СССР. – М., 1979. – С. 117–119.

198. *Третьякова, И. Н.* Эмбриология хвойных / *И. Н. Третьякова.* – Новосибирск, 1990. – 157 с.

199. *Поляков, А. К.* Хвойные на юго-востоке Украины / *А. К. Поляков, Е. П. Суслова.* – Донецк, 2004. – С. 133–134.

200. *Будай, С. И.* Всхожесть и морфофизиологические особенности развивающихся растений моркови (*Daucus carota* L.) при обработке семян регуляторами роста / *С. И. Будай* // *Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук.* – 2000. – № 3. – С. 38–41.

201. *Коваль, И. М.* Влияние биологических препаратов на продуктивность зернобобовых культур / *И. М. Коваль, Н. П. Лукашевич* // *Вест. Бел. гос. с/х акад.* – 2007. – № 4. – С. 64–68.

202. Методические рекомендации по применению стимулятора роста «Фумар» при выращивании сеянцев ели обыкновенной в лесных питомниках / *Мин. природных ресурсов Рос. Федерации, Всерос. науч.-исслед. ин-т лесн. хоз.; редкол.: С. К. Пентелькин [и др.].* – Пушкино, 2001. – 11 с.

203. *Пономаренко, С.* Регуляторы роста для растениеводства / *С. Пономаренко* // *Сейбіт.* – 2003. – № 4. – С. 35–36.

204. *Рышкель, И. В.* Влияние микробиологических препаратов на урожайность зернобобовых культур / *И. В. Рышкель* // *Земляробства і ахова раслін.* – 2007. – № 4. – С. 50–52.

205. *Саскевич, П. А.* Урожайность и качество семян ярового рапса в зависимости от применения природных регуляторов роста / *П. А. Саскевич, А. Р. Цыганов, Е. И. Гурикова* // *Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграрн. навук.* – 2008. – № 3. – С. 54–60.

206. *Ламан, Н. А.* Регуляторы роста и развития растений: достижения и перспективы / *Н. А. Ламан* // *Регуляция роста, развития и продуктивности растений: мат. IV Междунар. науч. конф., Минск, 26–28 окт. 2005 г. / НАН Беларуси, Инст. эксперимент. ботаники им. В. Ф. Купревича, Бел. обществ. объединение физиологов растений; редкол.: Н. А. Ламан [и др.].* – Минск, 2005. – С. 1–2.

207. *Деева, В. П.* Физиолого-биохимические и генетические аспекты избирательного действия регуляторов роста и повышения адаптационных свойств растительного организма /

В. П. Деева // Ботаника: исследования / Инст. эксперимент. ботан. им. В. Ф. Купревича. – Минск: Право и экономика, 2005. – Вып. 33. – С. 232–243.

208. *Иванова, З. Я.* Биологические основы и приемы вегетативного размножения древесных растений стеблевыми черенками / З. Я. Иванова. – Киев: Наук. думка, 1982. – 288 с.

209. *Мананков, М. К.* Регуляторы роста растений и практика их применения / М. К. Мананков, Н. Н. Мусиенко, О. П. Мананкова. – Киев, 2002. – 183 с.

210. *Тимофеева, В. А.* Влияние фитовитала на рост и развитие *Agastache rugosa* / В. А. Тимофеева [и др.] // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: мат. Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию со дня образования ЦБС НАН Беларуси, Минск, 12–15 июня 2007 г.: в 2 т. / ЦБС НАН Беларуси; редкол.: В. Н. Решетников [и др.]. – Минск, 2007. – Т. 1. – С. 297–299.

211. *Борисова, В. В.* Влияние регуляторов роста растений на биометрические показатели однолетних семян лиственницы европейской при выращивании их в теплице / В. В. Борисова // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2003. – Вып. 57: Лес в жизни восточных славян от Киевской Руси до наших дней. – С. 166–168.

212. *Борисова, В. В.* Лесные культуры лиственницы европейской, созданные с применением регуляторов роста / В. В. Борисова // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2005. – Вып. 63: Проблемы лесоведения и лесоводства: Институту леса НАН Беларуси – 75 лет. – С. 192–194.

213. *Ладвищенко, В. В.* Влияние регуляторов роста на скорость роста проростков ели европейской / В. В. Ладвищенко, А. К. Пальченко // Тр. БГТУ. Сер. лесн. хоз-во. – 2007. – Вып. 15. – С. 240–243.

214. *Ладвищенко, В. В.* Изменение фотосинтетической активности проростков ели европейской под воздействием стимуляторов роста / В. В. Ладвищенко, А. К. Пальченко // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2008. – Вып. 68: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 230–239.

215. *Ладвищенко, В. В.* Особенности изменения морфометрических показателей роста семян ели европейской при обработке стимуляторами роста / В. В. Ладвищенко, А. К. Пальченко // Тр. БГТУ. Сер. лесн. хоз-во. – 2008. – Вып. 16. – С. 276–281.

216. *Пальченко, А. К.* Влияние регуляторов роста на лабораторную всхожесть семян ели европейской / А. К. Пальченко, В. В. Ладвищенко // Тр. БГТУ. Сер. 1. Лесн. хоз-во. – 2006. – Вып. 14. – С. 112–114.

217. *Пальченко, А. К.* Влияние регуляторов роста на лабораторную всхожесть семян лиственницы европейской / А. К. Пальченко, В. В. Ладвищенко // Тр. БГТУ. Сер. лесн. хоз-во. – 2007. – Вып. 15. – С. 249–252.

218. Влияние стимуляторов роста на биометрические показатели однолетних семян сосны обыкновенной / А. К. Пальченко [и др.]. // Тр. БГТУ. Сер. лесн. хоз-во. – 2008. – Вып. 16. – С. 286–291.

219. *Пальченко, А. К.* Оценка грунтовой всхожести семян сосны обыкновенной при использовании стимуляторов роста / А. К. Пальченко, С. А. Пальченко, М. Н. Мороз // Тр. БГТУ. Сер. лесн. хоз-во. – 2008. – Вып. 16. – С. 297–301.

220. *Токарев, В. А.* Динамика роста контейнеризированных семян сосны обыкновенной под воздействием стимуляторов / В. А. Токарев // Тр. БГТУ. Сер. 1. Лесн. хоз-во. – 2006. – Вып. 14. – С. 190–192.

221. *Тулик, П. В.* Использование новых стимуляторов роста при выращивании семян хвойных интродуцентов в условиях закрытого грунта / П. В. Тулик // Тр. БГТУ. Сер. лесн. хоз-во. – 2008. – Вып. 16. – С. 223–226.

222. *Эргашева, М. В.* Использование стимуляторов роста для выращивания посадочного материала сосны обыкновенной / М. В. Эргашева // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2007. – Вып. 67: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 261–266.

223. *Копытков, В. В.* Пути повышения эффективности питомников Беларуси / В. В. Копытков // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2003. – Вып. 59: Селекция, генети-

ческие ресурсы и сохранение генофонда лесных древесных растений (Вавиловские чтения). – С. 277–280.

224. Слухай, С. И. Применение удобрений в лесных питомниках / С. И. Слухай. – М.: Гослесбумиздат, 1958. – 64 с.

225. Fiedler, H. J. Pflanzenernährung und Düngung / H. J. Fiedler, W. Nebe, F. Hoffmann. – Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1973. – S. 156–161.

226. Driessche, R. Late-season fertilization, mineral nutrients reserves and retranslocation in planted Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) seedlings / R. Driessche // Forest Sc. – 1985. – Vol. 31, N 2. – P. 485–496.

227. Холопук, Г. А. Особенности влияния удобрения на рост и развитие сеянцев разновидностей псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) / Г. А. Холопук, В. И. Торчик // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2007. – Вып. 67: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 610–612.

228. Ермаков, Б. С. Размножение древесных и кустарниковых растений зеленым черенкованием / Б. С. Ермаков. – Кишинев: Штиинца, 1981. – 222 с.

229. Торчик, В. И. Декоративные садовые формы хвойных растений / В. И. Торчик, Е. Д. Антонюк. – Минск: Эдит ВВ, 2007. – 152 с.

230. Картелев, В. Г. К вопросу о сорто-клоновом размножении лжетсуги Мензиса / В. Г. Картелев, Л. А. Гарбузова // Сб. науч. тр. / Лесн. хоз-во Сев. Кавказа. – Сочи, 2001. – Вып. 23. – С. 231–236.

231. Русин, Н. С. Некоторые результаты селекции псевдотсуги Мензиса / Н. С. Русин // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2001. – Вып. 53: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 276–278.

232. Илиев, С. Резултати от опити за вкореняване на произходи от дугласка / С. Илиев, К. Петкова // Наука за гората. – 1995. – Кн. 2. – С. 10–18.

233. Петкова, К. Семено и вегетативно размножаване на произходи от дугласка (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в България / К. Петкова, Е. Попов // International plant propagators society. Propagation of ornamental plants. Third Scientific Conference, Sofia, 3–5 oct. 1998. / Forest University. – Sofia, 1998. – P. 239–244.

234. Ritchie, Gary A. Production of Douglas fir, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, Rooted Cuttings for Reforestation by Weyerhaeuser Company / Gary A. Ritchie // Comb. Proc. Intern. Plant Propagators Soc. – 1994. – Vol. 43, N 1. – P. 284–288.

235. Оценка роста клонов плюсовых деревьев лжетсуги Мензиса в условиях ЦЧО / Н. С. Русин [и др.] // Генетическая оценка исходного материала в лесной селекции. – Воронеж, 2000. – С. 63–68.

236. Рекомендации по селекции и созданию лесосеменных плантаций интродуцентов РД РБ 02080.018–2002 // Научн.-техн. информ. в лесн. хоз-ве. – 2004. – Вып. 10. – С. 3–15.

237. Copes, D. J. Fuldtests of graft compatible Douglas-fir seedling zootstocks / D. J. Copes // Silvae genet. – 1982. – Vol. 31, N 5–6. – P. 183–187.

238. Rou R. Silen. Genetics of Douglas-fir / R. Silen. Rou // Department Agriculture of Service, Research Paper WO-35, 1979. – P. 35.

239. Озокеритотерапия // Натур – Нико [Электронный ресурс]. – 2005–2008. – Режим доступа: <http://natur-niko.narod.ru/izok.htm>. – Дата доступа: 25.03.2008.

240. Холопук, Г. А. Плюсовые деревья псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в Беларуси / Г. А. Холопук, В. И. Торчик // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: мат. Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию со дня образования ЦБС НАН Беларуси, Минск, 12–15 июня 2007 г.: в 2 т. / ЦБС НАН Беларуси; редкол.: В. Н. Решетников [и др.]. – Минск, 2007. – Т. 2. – С. 164–165.

241. Докучаева, М. И. Вегетативное размножение хвойных пород / М. И. Докучаева. – М.: Лесн. пром., 1967. – 106 с.

242. Отбор плюсовых насаждений и деревьев лесообразующих пород БССР (практические указания) / Бел. науч.-исслед. институт лесного хоз-ва; редкол.: А. И. Савченко [и др.]. – Гомель, 1980. – 20 с.

243. Бродович, Т. М. Культура псевдотсуги в лесных насаждениях СССР: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.01 / Т. М. Бродович; Укр. с.-х. акад. – Киев, 1969. – 55 с.
244. Grone, C. 100 Jare Douglasien-Anbau in Westerbrak / C. Grone // Allg. Forstzeitschrift. – 1980. – Vol. 35, N 39. – S. 1028–1030.
245. Groth, O. Die Wurzelbildung der Douglasie und ihr Einfluß auf die Sturm- und Schneefestigkeit dieser Holzart / O. Groth // Allg. Forst- u. J.-Ztg. – 1927. – Jg. 186, N 217. – S. 268.
246. Колесниченко, М. В. Биохимические взаимодействия растений / М. В. Колесниченко. – 2-е изд. – М.: Лесн. пром., 1976. – 184 с.
247. Межвидовые и внутривидовые отношения растений в искусственных фитоценозах / Б. И. Якушев [и др.]; под общ ред. Б. И. Якушева. – Минск: Наука и техника, 1987. – 175 с.
248. Холопук, Г. А. Особенности роста псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) на почвах из-под различных лесообразующих пород Беларуси / Г. А. Холопук, В. И. Торчик // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2009. – № 2. – С. 5–9.
249. Русаленко, А. И. Оценка почвенно-грунтовых условий в лесном хозяйстве / А. И. Русаленко // Тр. БГТУ. Сер. лесн. хоз-ва. – 2005. – Вып. 13. – С. 105–108.
250. Юрени, А. В. Прирост ели европейской по диаметру и высоте в зависимости от почвенных факторов / А. В. Юрени, И. В. Соколовский // Тр. БГТУ. Сер. 1. Лесн. хоз-во. – 2005. – Вып. 13. – С. 140–142.
251. Беляев, А. Б. Модель оптимальных почвенно-климатических условий при интродукции лжетсуги Мензиса / А. Б. Беляев // Почвы и их плодородие на рубеже столетий. – Минск, 2001. – Кн. 2. – С. 38–40.
252. Беляев, А. Б. Экологические факторы оптимального роста лжетсуги Мензиса при ее интродукции в новые условия местообитания / А. Б. Беляев // Вестн. ВГУ. Сер. хим., биол. – 2001. – № 2. – С. 101–105.
253. Торчык, У. І. Кедровая хвоя ў Беларусі / У. І. Торчык. – Мінск: Навука і тэхніка, 1993. – С. 51.
254. Майсеенок, А. П. Обрезка сучьев в культурах сосны и ели – перспективный путь повышения эффективности лесного хозяйства / А. П. Майсеенок, А. К. Пальченко, А. Д. Янушко // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2003. – Вып. 56: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 151–159.
255. Холопук, Г. А. Рекомендации по введению псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в лесокультурное производство / Г. А. Холопук, В. И. Торчик // Мин. лесного хозяйства Респ. Беларусь., Реестр тех. норм. прав. актов №000140 от 19 февр. 2009 г. – 14 с.
256. Организация производства и управления предприятием: метод. указ. по диплом. проект. для студ. спец. 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» очной и заочной форм обучения. / УО «БГТУ»; авт.-сост. М. М. Санкович, Е. А. Дашкевич, П. В. Шалимо. – Минск, 2005. – 52 с.
257. Popov, E. Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) plantations as a means of increasing productivity of forests in Bulgaria and Belarus / E. Popov, V. Torchyk, G. Holopuk // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2011. – Вып. 71: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 303–309.
258. Сироткин, Ю. Д. Лесные культуры: учеб. пособие для лесохозяйственных специальностей вузов / Ю. Д. Сироткин, А. Н. Праходский. – Минск: Выш. шк., 1988. – 239 с.
259. Штукин, С. Экономическая эффективность выращивания лиственницы в лесах Беларуси / С. Штукин, П. Шалима, Л. Козловская // Лесн. и охотн. х-во. – 2005. – № 3. – С. 21–25.
260. Холопук, Г. А. Экономическая оценка эффективности выращивания псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в Беларуси / Г. А. Холопук, В. И. Торчик // Лесное и охотничье хозяйство. – 2012. – № 11. – С. 23–27.
261. Гунчак, Н. С. Лесоводственно-хозяйственная и экономическая оценка дугласии зеленой в Карпатах / Н. С. Гунчак, Н. Н. Боринский // Лесн. х-во. – 1991. – № 5. – С. 40.
262. Шляхта, Е. М. Сравнительная экономическая оценка насаждений дугласии и ели в Карпатах / Е. М. Шляхта // Изд. вузов. Лесн. журн. – 1985. – № 3. – С. 107–109.
263. Штукин, С. С. Ускоренное выращивание сосны, ели и лиственницы на лесных плантациях / С. С. Штукин. – Минск: ИООО «Право и экономика», 2004. – 242 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. ОПЫТ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА	5
1.1. Систематика и характеристика насаждений в естественном ареале	5
1.2. Опыт выращивания псевдотсуги Мензиса вне ареала	10
Глава 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	20
Глава 3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ	27
3.1. Сезонное развитие	27
3.2. Особенности формирования корневой системы	29
3.3. Физико-механические свойства древесины	32
3.4. Зимостойкость и устойчивость к болезням и вредителям	35
Глава 4. РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА В БЕЛАРУСИ	38
4.1. Характеристика насаждений	38
4.2. Особенности роста	46
4.3. Ход роста псевдотсуги Мензиса и основных хвойных лесобразующих по- род Беларуси	54
Глава 5. РАЗМНОЖЕНИЕ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА В БЕЛАРУСИ	58
5.1. Оптимизация сроков заготовки семенного материала	58
5.2. Оценка посевных качеств семян разновидностей псевдотсуги Мензиса	62
5.3. Влияние физиологически активных веществ на посевные качества семян, рост и развитие сеянцев	66
5.4. Вегетативное размножение псевдотсуги Мензиса	76
5.4.1. Прививка	77
5.4.2. Черенкование	80
Глава 6. ОСНОВЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА В БЕЛАРУСИ	84
6.1. Отбор плюсовых деревьев	84
6.2. Создание лесных культур	86
6.3. Экономическая эффективность выращивания псевдотсуги Мензиса в лесах Беларуси	96
Заключение	100
Conclusion	103
Литература	106

Научное издание

Торчик Владимир Иванович
Холопук Геннадий Анатольевич

**ИНТРОДУКЦИЯ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* (MIRB.)
FRANCO) В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

Редактор *Т. П. Петрович*
Художественный редактор *А. М. Свириденко*
Технический редактор *О. А. Толстая*
Компьютерная верстка *Н. И. Кашуба*

Подписано в печать 05.07.2013. Формат 70 × 100¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 9,75+1,46 вкл. Уч.-изд. л. 9,4. Тираж 150 экз. Заказ 133.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом
«Беларуская навука». ЛИ № 02330/0494405 от 27.03.2009.
Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск.