

## Специфика размножения хвойных растений в питомниках ФНЦ агроэкологии РАН



**Дарья Владимировна Сапронова**  
Федеральный научный центр агроэкологии,  
комплексных мелиораций и защитного  
лесоразведения Российской академии наук  
Волгоград, Россия  
sapronova.darya@mail.ru  
0000-0002-3559-3745



**Августа Андреевна Долгих**  
Федеральный научный центр агроэкологии,  
комплексных мелиораций и защитного  
лесоразведения Российской академии наук  
Волгоград, Россия  
agloswnialmi@mail.ru  
0000-0002-9707-0878



**Максим Вячеславович Цой**  
Федеральный научный центр агроэкологии,  
комплексных мелиораций и защитного  
лесоразведения Российской академии наук  
Волгоград, Россия  
3930788@mail.ru  
0000-0003-2139-7919



**Василий Васильевич Сапронов**  
Федеральный научный центр агроэкологии,  
комплексных мелиораций и защитного  
лесоразведения Российской академии наук  
Волгоград, Россия  
pitomnik-vnialmi@mail.ru  
0000-0001-6945-0905

Поступила в редакцию  
12.11.2019

Принята  
4.05.2020

Опубликована  
15.06.2020



10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2020.2.2

## Аннотация

В связи с реализацией мероприятий национальных проектов «Наука», «Экология» остро стоят вопросы обеспечения посадочным материалом адаптированных древесных видов лесовосстановительных работ на деградированных территориях засушливых территорий.

Цель исследований – разработка перспективных технологий размножения хвойных таксонов для лесомелиорации и озеленения с учетом их репродуктивных особенностей в засушливых условиях.

Объекты исследований: лжетсуга Мензиеза (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco.), можжевельник виргинский (*Juniperus virginiana* L.), м. казацкий (*sabina* L.), туя западная (*Thuja occidentalis* L.), плоскочеточник восточный (*Platycladus orientalis* (L.) Franco), ель колючая ф. сизая (*Picea pungens* Engelm f. *glauca* Beissn.) коллекций, питомников, маточников Нижневолжской станции по селекции древесных пород – филиала ФНЦ агроэкологии РАН (кадастр. № 34:36:000014:178).

Научные исследования направлены на решение теоретических и методических вопросов получения посадочного материала из адаптивного поколения древесных растений на основе изучения их репродуктивной способности.

Выявлено качественные и количественные параметры семеношения и влияние лимитирующих факторов среды на развитие семян. Установлены особенности семенного размножения представителей древесных растений (хвойные таксоны) и разработаны технологические аспекты вегетативного размножения в условиях питомника Нижневолжской станции по селекции древесных пород (Волгоградская обл., Камышин) и комплекс мероприятий, обеспечивающих выращивание стандартного посадочного материала за один вегетационный период. Этот важный технологический прием в 2,8 раза увеличивает выход семян с единицы площади, 87 % семян достигают стандартных размеров, в 6 раз увеличивается абсолютно сухая масса семени.

Внедрение научных разработок проводилось на производственных питомниках Нижневолжской станции по селекции древесных пород. В 2019 году было реализовано семян и саженцев на сумму 6771024,12 рублей.

Даны прогнозные предложения по развитию объекта – обновление производственной инфраструктуры станции, в т.ч. реконструкция питомника с целью формирования фонда посадочного материала для воспроизводства и использования коллекций биоресурсов деревьев и кустарников многоцелевого назначения.

## Ключевые слова

адаптация, обогащение дендрофлоры, семеноведение древесных видов, *Pseudotsuga menziesii*, *Juniperus virginiana*, *sabina*, *Thuja occidentalis*, *Platycladus orientalis*, *Picea pungens*

Исследования проведены в рамках выполнения государственного задания № 0713-2019-0004 «Разработать научные основы и методы сохранения биоразнообразия древесных видов с целью отбора адаптированного генофонда хозяйственно ценных растений для формирования защитных лесных насаждений различного целевого назначения в степи и полупустыне» (№ госрегистрации АААА-А16-116032950058-8) финансирование Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

## Введение

Интенсивная хозяйственная деятельность резко обострила экологическую обстановку в засушливых регионах России; 42 млн. га деградированных угодий нуждаются в лесомелиоративном обустройстве. В связи с этим, разработке методов улучшения биоресурсов деградирующих ландшафтов, научному обоснованию адаптивной организации землепользования в земледелии, лесном и водном хозяйстве, рекреации, градостроительстве, озеленении населенных пунктов и животноводческих ферм с помощью обогащения дендрофлоры и повышения уровня биоразнообразия следует уделять все большее значение.

Старение, отсутствие лесоводственного ухода, повреждение самовольными рубками, пожарами, перевод пашни в залежь привели к тому, что санитарное состояние дендрологических коллекций, маточников, семенных плантаций для целей восстановления и воспроизводства защитных лесных

насаждений повсеместно запущено, жизнеспособность насаждений ослаблена, а в юго-восточных районах происходит их массовое отмирание.

Главное средство лесных мелиораций – хозяйственно-ценные деревья и кустарники. Они используются в насаждениях различной формы (линейных, однорядных и многорядных, куртинных и массивных), которые особым образом размещены на сельскохозяйственных территориях и образуют агролесоландшафт с присущими ему свойствами (экологичность, экономичность, адаптивность и долговечность, а также высокие социальные функции) (Semenyutina, 2018).

Усиление процессов эрозии, дефляции, учащение проявления засух, загрязнение и падение плодородия почв, изменение их водного и теплового режима в совокупности вызывают процессы деградации и опустынивания земель. Это снижает экономическую привлекательность возделывания старых сортов и гибридов.

Одним из стратегических направлений является выделение ценного генофонда, создание постоянной лесосеменной базы, выращивание насаждений из селекционно улучшенного материала. В общей сложности в целом по Российской Федерации необходимо иметь около 7 млн. га защитных лесных насаждений всех видов (полезащитные, противозерозионные, на песках, на аридных пастбищах). Дополнительно к имеющимся насаждениям необходимо создать более 4 млн. га. Планировалось создавать 118 тыс. га (для сравнения в Китае 1,4 млн. га, США 250 тыс., Канаде 300 тыс./га в год).

Мотивацией для селекционных работ при обогащении дендрофлоры лесомелиоративных комплексов на сельскохозяйственных землях (всех требующихся видов насаждений – полеззащитных, противозерозионных, на аридных пастбищах, по берегам малых рек и водоемов и др.) является реализация международных, государственных и региональных программ по сохранению природной среды, защитному лесоразведению, обустройству сельских территорий и т.д. (Semenyutina, 2016, Semenyutina, 2014)

В области семеноводства планируется организация собственной постоянной лесосеменной базы вне ареала основных древесных пород взамен практикуемого сейчас использования инорайонных семян. Методами создания постоянной лесосеменной базы в аридной зоне является отбор популяций и биотипов по комплексу признаков, главными из которых являются их засухо-, морозо-, солеустойчивость. Базой исследования являются созданные ранее дендрологические коллекции, лесосеменные объекты.

По предварительным расчетам в 2021 году для целей лесовосстановления в Волгоградской области потребуется около 5,8 млн. шт. сеянцев, из них хвойных пород – 2,5 млн. шт., в т.ч. с закрытой корневой системой. На декабрь 2019 г. объем реализации посадочного материала хвойных и лиственных растений, выращенных на питомнике Нижневолжской станции по селекции древесных пород, составил 6,77 млн. рублей.

Цель исследований – изучение репродуктивной способности хвойных таксонов в засушливых условиях и разработка перспективных технологий их размножения для лесомелиорации и озеленения.

Для успешности внедрения хвойных пород проведена серия опытов по усовершенствованию технологии выращивания сеянцев и их качественной оценке. При посеве использовали семена собственного сбора местной репродукции.

### **Материалы и методы исследования**

Исследования проводились в дендрологических объектах и питомнике Нижневолжской станции по селекции древесных пород – филиал ФНЦ агроэкологии РАН (Камышин, Волгоградская область; рисунок 1, таблица 1).

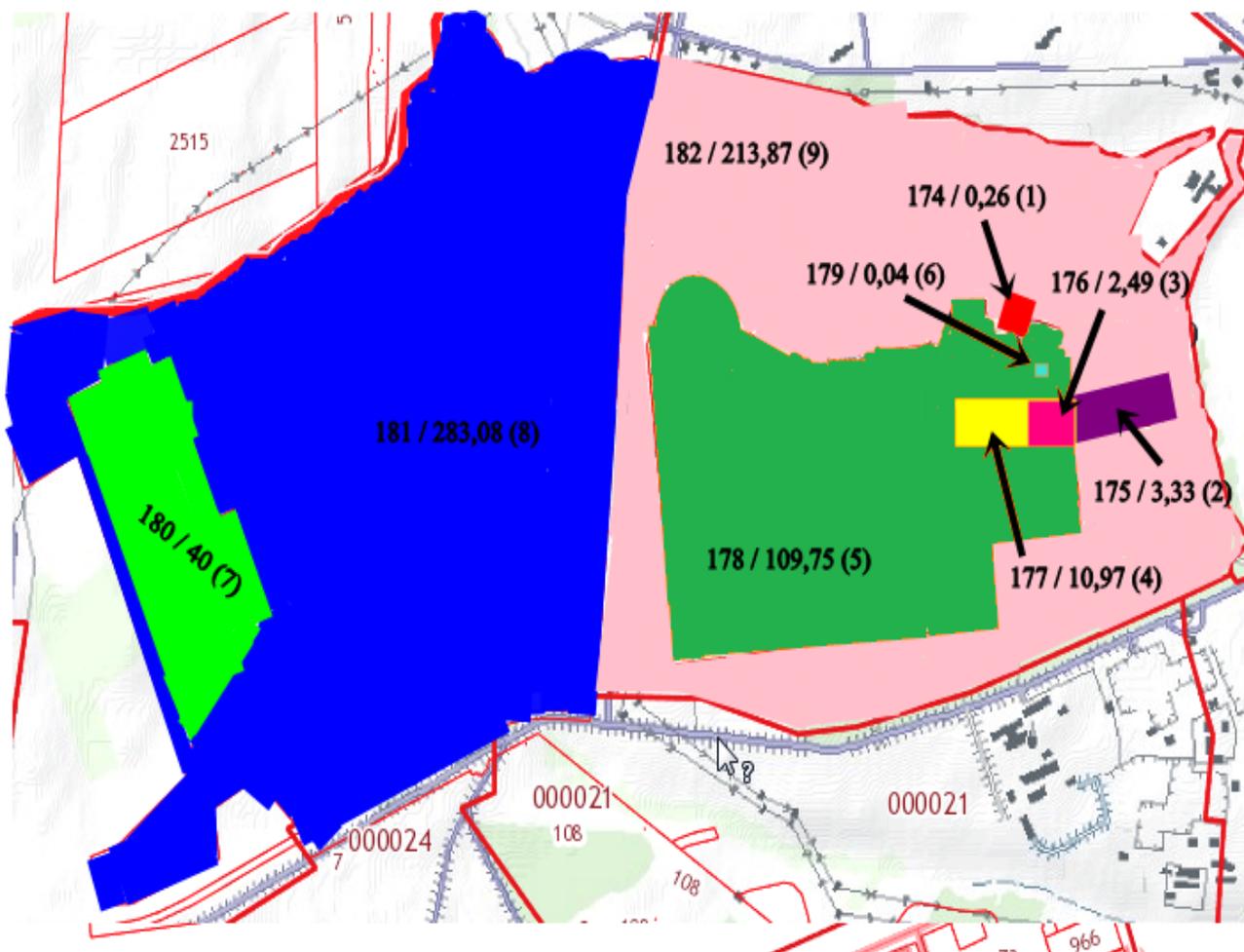


Рисунок 1. Состав и описание функциональных зон Нижневолжской станции по селекции древесных пород

Таблица 1. Характеристика и размещение участков

	№ кадастровый	Площадь, м <sup>2</sup>
Камышин. Административное здание Нижневолжской станции по селекции древесных пород	34:36:000014:179	403
Камышин. В 250 м юго-восточнее от 34:36:000014:179	34:36:000014:175	33341
Камышин. В 50 м на север от 34:36:000014:179	34:36:000014:176	24910
Камышин. В 370 западнее от 34:36:000014:179	34:36:000014:177	109755
Камышин. 350 м западнее от 34:36:000014:179	34:36:000014:178	1097517
Камышин. В 3,08 км на запад от 34:36:000014:179	34:36:000014:180	400000
Камышин. В 2,5 км на запад от 34:36:000014:179	34:36:000014:181	2830888
Камышин. В 0,4 км севернее 34:36:000014:179	34:36:000014:182	2138795

Несмотря на большое теоретическое и практическое значение хвойных растений (лжетсуга, ель, лиственница, можжевельники и др.) до настоящего времени слабо изучены вопросы их репродуктивной способности в системе «генотип-среда».

Наиболее распространены в Волгоградской области формы лжетсуги Мензиеса: зеленая – *var. viridis*, сизая – *var. glauca*, серая – *var. caesia*. Констатация факта существования этих форм имеется в литературных источниках.

Выявление формового разнообразия проводится на основании маршрутного обследования и изучения справочных и ведомственных материалов ФНЦ агроэкологии РАН, Нижневолжской станции по селекции древесных пород. Таксономическая принадлежность уточняется по Черепанову. Проводится характеристика перспективных форм по количественным и качественным характеристикам.

Осуществлялась фотофиксация образцов, сбор гербарного материала, изучение изменчивости морфометрических показателей. По каталогам и справочной литературе проводится флористический и географический анализ.

Выявление и отбор формового разнообразия для объектов озеленения проводится по оценке ландшафтно-эстетических качеств-

Определяются экземпляры для проведения тщательных фенологических наблюдений по общепринятым в биологии методикам.

В насаждениях Нижневолжской станции по селекции древесных пород (Камышин) и ФНЦ агроэкологии РАН хвойные таксоны представлены экземплярами различного возраста (от 8 до 90 лет). Происхождение семян из ареала распространения (США), Москва, Липецк и др.

Биоэкологическая оценка видов определяется по следующим показателям: зимостойкость, засухоустойчивость, характер цветения, плодоношения и семенного размножения (Andivia, 2019; Brodrribb, 2012 и др.).

Определяется завязываемость, вес и линейные размеры шишек и семян различных видов. Для анализа выбирают по 5 растений, идентичных по возрасту, высоте и диаметру.

Биологической статистикой определяется: среднее значение каждого признака ( $\bar{X}$ ) и его ошибка ( $M \bar{X}$ ), коэффициент вариации (с.в., %), а также коэффициенты линейной корреляции между признаками ( $R_x$ ).

Статистическая обработка цифрового материала, полученного в результате опытов, учетов и наблюдений осуществляется по методике Г. Н. Зайцева, с использованием компьютерных программ Statistica и Excel.

При сборе шишек соблюдаются все требования ГОСТа, а именно не смешивать шишки, собранные с разных деревьев и в насаждениях разных возрастов, различающихся по времени сбора и способу хранения. Отбраковывать сильно засмоленные и пораженные грибными заболеваниями и насекомыми шишки. Тщательно производить обескрыливание и отвеивание пустых семян. Для выявления наиболее перспективных в хозяйственном отношении форм отбор селекционно маточных деревьев необходимо производить с учетом формового разнообразия.

Для определения посевных качеств семян берут 4 пробы по 100 семян, замачивают на 24 часа, проращивают на фильтровальной бумаге, в чашках Петри при температуре 22-25°C. Учет проводится в 7-, 10-, 15-, 20-, 25-, 30-й дни. Энергия прорастания учитывается на 10 день, всхожесть на 30-й.

Проводятся опыты по использованию различных способов предпосевной обработки семян (1. обычная, холодовая стратификация без дополнительной обработки; 2. использование растворов корневина и перекисью водорода в качестве стимулятора прорастания).

Закладываются опыты по зеленому черенкованию, которое проводится в холодном парнике в условиях теплицы. В качестве субстрата используют песок, торф, вермикулит, смесь торфа и песка (1:1), смесь торфа и вермикулита (1:1), смесь торфа, песка и вермикулита (1:1:1).

Для укоренения берут черенки 6-12 см, 3 повторности по 10 черенков, с обработкой корневинном и без обработки корневинном. Черенки высаживают в субстраты в начале апреля, в качестве контроля был вариант без обработки.

Для каждого вида или формы испытания проводили в 6 вариантах (по три повторности, в каждой по 10 черенков). Учеты и наблюдения вели по проценту укоренения черенков.

## Результаты и обсуждение

Равнинный рельеф способствует проникновению в регион различных воздушных масс: зимой вторгается холодный, сухой, континентальный воздух Сибирского антициклона, усиливая суровость зимы, летом наблюдается приток воздушных масс с Атлантического океана. Пройдя над разогретой поверхностью Русской равнины, они иссушаются, нагреваются и почти не умеряют жару. В течение всего года не исключается возможность проникновения сухого арктического воздуха. Зимой, он еще более усиливает мороз, летом делает погоду прохладной, весной и ранней осенью приносит заморозки. Летом часто вторгаются сухие, горячие массы воздуха из Казахстана, тогда воцаряется жара до +39-45°C.

Особенностью континентального климата являются большие амплитуды колебания температур. Среднемесячные амплитуды составляют 30-32°C, а максимальных и минимальных температур достигают 70-80°C. В июле суточная амплитуда может достигать 11-12°C.

Территория получает много тепла и имеет длительный вегетационный период, продолжающийся от 145-160 дней. При обилии тепла и света большое значение имеют атмосферные осадки. Однако их явно недостаточно. В отдельные засушливые годы их количество – 270-300 мм, при крайне неравномерном распределении в течение вегетационного периода, испаряемость достигает 600-800 мм. Две трети годового количества осадков приходится на теплый период (с апреля по октябрь). На распределение осадков оказывает влияние и рельеф, обычно на возвышенностях их выпадает больше.

В летний засушливый период среднесуточная температура воздуха может превышать 30°C (июль–август 2010 г.), а максимальная достигать 39-40°C; поверхность почвы нагревается до 65-67°C, относительная влажность понижается до 10-12%, дефицит упругости водяного пара достигает огромной величины – 58-60 гПа. Среднегодовая температура воздуха составляет 7,3°C, средняя температура самого холодного месяца января – 9,1°C (абс. минимум –37°C), самого жаркого июля – + 23,2°C (абс. максимум 45°C). Годовая сумма активных температур варьирует от 2800 до 3000°C. Количество осадков за год – 382 мм (таблица 2).

На станции велись наблюдения за температурой воздуха и относительной влажностью, в самый жаркий период лета. Так в июле относительная влажность воздуха доходила до 16,5 %, а температура воздуха – + 43,2°C. Необходимо отметить, что за все летние месяцы осадков не наблюдалось.

Осень продолжительная, с преобладанием ясной и тёплой погоды.

Характерной чертой климата области, непосредственно влияющей на рост и развитие растений, являются засухи и сушеи.

Таблица 2. Климатические показатели (по данным метеостанции г. Камышина)

Показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя температура, °С	-9,1	-9	-3	9	16,6	21,2	23,3	22	15,5	7,4	-0,4	-5,6
Минимальная температура, °С	-12,6	-12,8	-6,7	30,7	10,4	15	17,2	15,8	90,8	30,1	-3,3	-8,5
Максимальная температура, °С	-5,6	-5,1	0,8	14,3	22,8	27,4	29,5	28,2	21,2	11,8	20,6	-2,5
Норма осадков, мм	31	23	21	24	31	46	37	35	37	24	37	36

Среднегодовые показатели направлений ветров по метеостанции г. Камышина: северный – 8,0, северо-восточный – 14,9, восточный – 16,1, юго-восточный – 9,8, южный – 14,7, юго-западный – 10,0, западный – 14,7, северо-западный – 11,9%.

Хвойные растения рода *Pseudotsuga* представляют большой интерес для садово-паркового строительства и защитного лесоразведения. Лжетсуга (псевдотсуга) Мензиеса – *Pseudotsuga menziesii* (Mill.) Franco (семейство *Pinaceae*), родина, которой является Северная Америка, в настоящее время подразделяется на 10 разновидностей. Успех использования лжетсуги в качестве интродуцента зависит от выбранной разновидности.

Несмотря на большое теоретическое и практическое значение формовое разнообразие лжетсуги Мензиеса до настоящего времени слабо изучено. Успех использования лжетсуги в качестве интродуцента зависит от выбранной разновидности. Ареал естественного распространения псевдотсуги Мензиеса охватывает обширные территории на западе Северной Америки (рисунок 2) (Brodribb, 2014, Donohue, 2010).



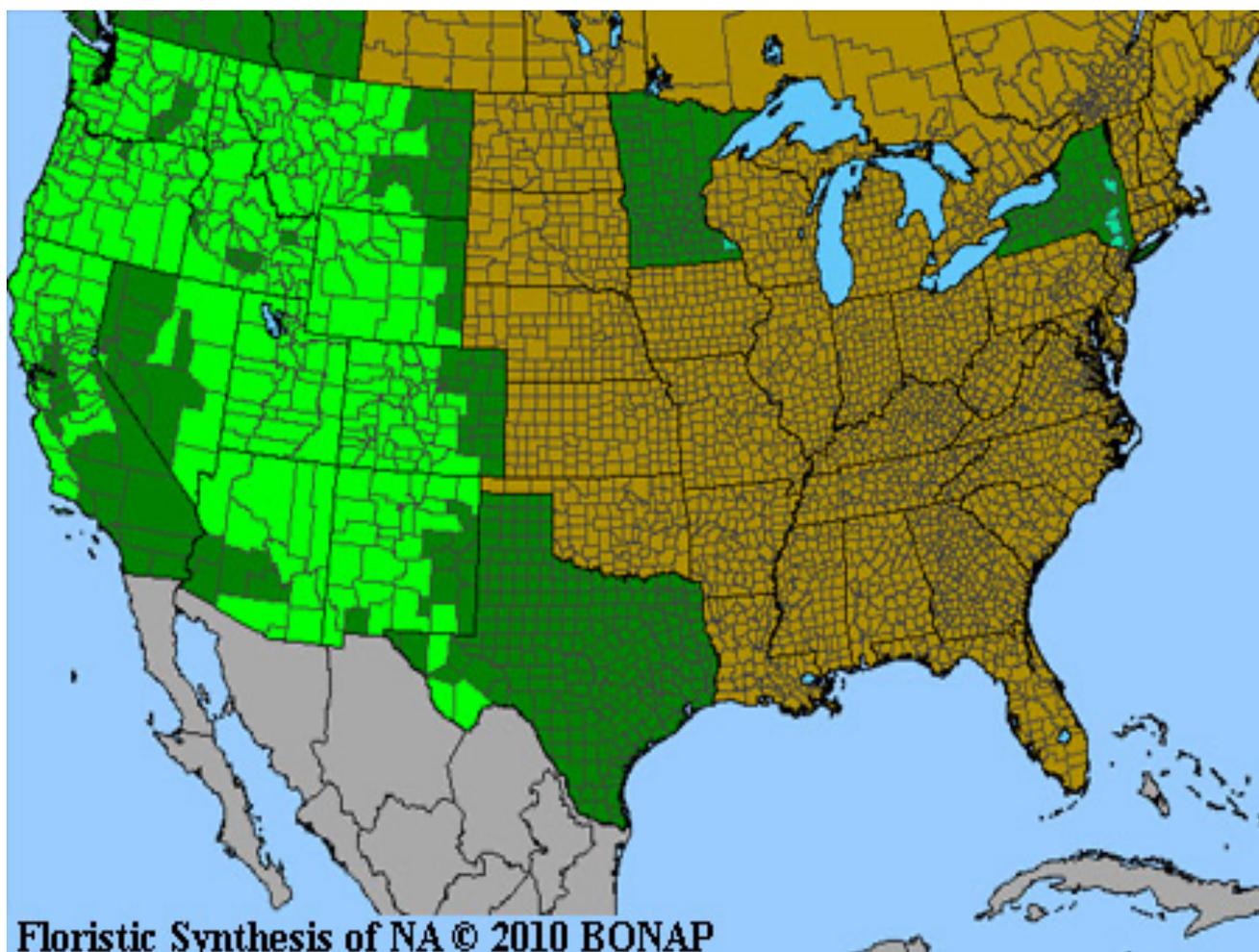


Рисунок 2. Ареал естественного распространения *Pseudotsuga menziesii*

Континентальный климат откладывает свой отпечаток на декоративность, рост и развитие растений, интродуцированных из других географических пунктов. В насаждениях Нижневолжской станции по селекции древесных пород (Камышин) и ФНЦ агроэкологии РАН в условиях каштановых почв *Pseudotsuga menziesii* представлена экземплярами различного возраста (8, 23, 40, 47, 77, 90 лет) и формовым разнообразием (зеленая – *var. viridis*, сизая – *var. glauca*, серая – *var. caesia*). Это высоко декоративные деревья с красивыми, оригинальными по форме и окраске шишками, густой и длинной с восковым налетом хвоей (таблица 3).

Таблица 3. Сравнительная характеристика формового разнообразия *Pseudotsuga menziesii*

Зеленая (тисолистная) <i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>viridis</i>	Голубая – <i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>glauca</i>	Сизая – <i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>caesia</i>
Ареал – Береговые хребты, западные макросклоны Каскадных гор, Сьерра-Невады	Ареал – юго-западный регион Канады, восточные макросклоны Каскадных гор	Ареал – Скалистые горы, северный регион Мексики
Ветви кроны горизонтальные или слегка опущенные и извилистые	Ветви горизонтальные	Ветви приподняты к вершине
Кора ствола толстая, глубокотрещиноватая	Кора тонкая, мелкотрещиноватая	Кора тонкая, борозчатотрещиноватая
Хвоя мягкая, тонкая, зеленой окраски, заостренная, часто серповидная, двурядно расположенная, 15-30 мм длины, 1,4 мм ширины	Хвоя плотная, голубовато-зеленая, туповатая, неправильно двурядная, 15-20 см длины, 1,6 мм ширины	Хвоя сизая, толстая, тупая, расположена щеткообразно под острым углом к побегу, 15-25 мм длины, 1,5 мм ширины

Шишки 7-10 см длины с 50 семенными чешуйками. Кроющие чешуи прямые, расположены вдоль шишки, прилегают к ней	Шишки до 5 см длины, овально-заостренные. Кроющие чешуи слегка отогнуты от шишки	Шишки до 4-7,5 см длины с 30 семенными чешуйками. Кроющие чешуи загнуты к основанию шишки
Семена до 7 мм длины. Всходят медленно. Средняя степень морозо- и засухоустойчивости	Семена до 5 мм длины. Всходят быстро. Засухоустойчива и морозостойка	Семена до 5 мм длины. Всходят быстро. Морозостойка.

Быстрота роста является весьма важным свойством древесных растений. Быстрорастущие растения раньше дают декоративный эффект и проявляют защитные свойства (таблица 4).

Таблица 4. Таксационные показатели формового разнообразия *Pseudotsuga menziesii* (Камышин, возраст 50 лет)

Форма <i>Pseudotsuga menziesii</i>	Высота, м	Диаметр на высоте 1,3 м, см	Проекция кроны, м
var. <i>viridis</i>	12,9±0,13	20,3±1,3	4,7 x 4,2
var. <i>glauca</i>	11,6±0,18	16,1±0,71	4,9 x 4,7
var. <i>caesia</i>	8,4±0,22	15,6±0,63	3,5 x 3,5

Высота *Pseudotsuga menziesii* в возрасте 80 лет на 15-20 % превосходит другие хвойные виды (сосну, ель) в условиях светло-каштановых почв. В течение всего периода культивирования растения *Pseudotsuga menziesii* в условиях каштановых почв не повреждались засухой, морозами, грибными болезнями и энтомофагами.

Одним из методов оценки успешности адаптации и акклиматизации *P. menziesii* является метод фенологических наблюдений. Он позволяет выявить синхронность развития вегетативных и генеративных органов культивируемых растений и оценить степень адаптации вида к почвенным и климатическим условиям произрастания.

Вегетативные побеги	Генеративные побеги
Пб <sup>1</sup> - набухание вегетативных почек 1.05.2019	Ц <sup>1</sup> - набухание генеративных почек 1.05.2019
Пб <sup>2</sup> - распускание почек 3.05.2019	Ц <sup>2</sup> - распускание генеративных почек 4.05.2019
Пб <sup>3</sup> - начало роста побегов 8.05.2019	Ц <sup>3</sup> - обособление мужского и женского колосков 4.05.2019
Пб <sup>4</sup> - окончание роста побегов 18.05.2019	Ц <sup>4</sup> - начало пыления 5.05.2019
О <sup>1</sup> - одревеснение основания побегов 21.05.2019	Ц <sup>5</sup> - конец пыления 11.05.2019
О <sup>2</sup> - полное одревеснение побегов 25.06.2019	Пл <sup>1</sup> - смыкание семенных чешуй, формирование шишки 18.05.2019
Л <sup>1</sup> - начало обособления хвои 13.05.2019	Пл <sup>2</sup> - изменение окраски шишек и опробковение наружных чешуй 18.06.2019
Л <sup>2</sup> - полное обособление хвои 20.05.2019	Пл <sup>3</sup> - полное созревание шишек 15.08.2019
Л <sup>3</sup> - осеннее пожелтение хвои 28.08.2019	
Л <sup>4</sup> - опадение хвои или веток 5.09.2019	
П <sup>4</sup> - образование зимней верхушечной почки 15.08.2019	Пл <sup>4</sup> - рассеивание семян 18.08.2019

Первое цветение и плодоношение в дендрологических коллекциях Волгоградской области наблюдалось в 8-10 лет. Вегетация у *P. menziesii* начинается с распускания генеративных почек. Продолжительность пыления мужских стробил и цветения женских шишечек различна. Лжетсуга Мензиеса декоративна во время цветения. Тычиночные колоски желтые, колпакообразные (14×8 мм), плодущие – ярко-красные (23×9 мм). В среднем за период наблюдений фенофаза «цветения» наступает 10 апреля, что совпадает с фенофазой «пыления». Фенофаза цветения растягивается на 8 дней – с 10

по 17 апреля, пыление длится 5 дней – с 10 по 15 апреля. Средние сроки начала цветения в Ростовской области (ст. Обливская) 28 апреля, в Москве пыление – в первой декаде июня, что значительно позже, чем в Волгоградской области. Лжетсуга Мензиеса в районе интродукции характеризуется изменчивостью по морфологическим признакам шишек и семян (таблица 5).

Таблица 5. Морфопараметры шишек и семян

Разновидность <i>Pseudotsuga menziesii</i>	Размеры шишек, см		Размеры семян, мм	
	длина	ширина	длина	ширина
var. <i>viridis</i>	6,4±0,32	2,6±0,13	6,2±0,31	3,0±0,15
var. <i>glauca</i>	6,0±0,30	2,2±0,11	5,9±0,29	2,8±0,14
var. <i>caesia</i> с мелкими шишками	3,7±0,18	2,1±0,10	4,1±0,20	1,9±0,09

Основные показатели качества семян (масса 1000 шт., энергия прорастания, всхожесть, полнозернистость) тесно связаны между собой (таблица 6).

Таблица 6. Взаимозависимость основных показателей качества семян *P. menziesii* var. *viridis*

Показатели качества семян	Полнозернистость, %	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Масса 1000 шт., г
Полнозернистость, %	1,00	0,85*	0,96*	0,76*
Энергия прорастания, %	0,85*	1,00	0,90*	0,75*
Всхожесть, %	0,96*	0,90*	1,00	0,76*
Масса 1000 шт., г	0,76*	0,75*	0,76*	1,00

\* – коэффициенты корреляции (r), значимые на уровне  $p < 0,05\%$ .

Коэффициенты корреляции (r), значимые на уровне  $p < 0,05\%$  варьируют от 0,75 до 0,99. Опыт по прорастанию проводился семенами, собранными в 2013 году, с деревьев *Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* разного происхождения: П-М – Москва, П-Л – Липецк, П-К – Камышин, П-В – Волгоград. Первые всходы появились на 15-29 день после посева. Холодная стратификация оказывает влияние на сроки прорастания семян, сокращая их на 12-14 дней (таблица 7).

Таблица 7. Прорастание семян *Pseudotsuga menziesii* var. *Viridis* при грунтовом посеве

Разновидность	вариант а*		вариант б		вариант в	
	появление всходов	массовые всходы	появление всходов	массовые всходы	появление всходов	массовые всходы
П-М	22-24.V	27.V	10-12.V	12.V	26-28.V	31.V
П-Л	25-26.V	26.V	12-14.V	13.V	24-25.V	29.V
П-К	19-21.V	21.V	05-07.V	07.V	22-24.V	25.V
П-В	20-22.V	22.V	03-05.V	05.V	20-21.V	23.V

Примечание: вариант а – стратификация и предпосевная обработка 0,1% раствором  $KNO_3$ ; вариант б – стратификация; вариант в – замачивание в воде 24 ч.

Раннее появление всходов отмечено у растений из семян Волгоградской репродукции. Наиболее высокая грунтовая всхожесть (35-40%) была при стратификации, без дополнительной обработки семян. На 10 % ниже оказалась грунтовая всхожесть семян без стратификации.

С целью выявления и передачи декоративных признаков по потомству применяли вегетативное размножение (таблица 8).

Таблица 8. Результаты укоренения и биометрические показатели укорененных черенков

Вид, форма	% укоренения	Средняя		Высота однолетних укорененных черенков, см
		длина корневой системы, см	количество корней 1-го порядка, шт.	
<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>viridis</i>	81,4	13,6±0,62	8	15,1±0,47
var. <i>glauca</i>	62,3	8,3±0,37	9	16,4±0,41
var. <i>caesia</i>	53,7	8,0±0,35	7	15,2±0,43

Состояние деревьев *Pseudotsuga menziesii* в возрасте от 12-40 лет в зоне сухих степей оценивается как хорошее и удовлетворительное. Растения плодоносят, дают полнозернистые семена, которые используются для выращивания посадочного материала.

Для обогащения озеленительных насаждений урболандшафтов малолесных регионов рекомендуются для более широкого использования как перспективные формы – сизая, голубая, зеленая (рисунок 3).



a





в

Рисунок 3. *Pseudotsuga menziesii* в озеленении г. Камышина и г. Волгограда (формы: а – var. viridis, б – var. caesia, в – var. glauca)

Результаты изучения декоративных особенностей свидетельствуют о возможности более широкого использования её для аллеиных и групповых посадок в парках (таблица 9).

Таблица 9. Декоративные достоинства *Pseudotsuga menziesii* в сравнении с другими видами, используемыми в озеленении

Род	Декоративные признаки (балл) и длительность их проявления (месяц)						Рейтинг родов
	цветки	плоды, шишки	листья (хвоя) форма	окраска листьев (хвои)	ствол	крона	
<i>Pseudotsuga</i>	2×1	4×3	6×12	6×3	3×12	6×12	212(1)
<i>Betula</i>	3×1	3×1	4×4	5×1	6×12	6×12	171(2)
<i>Acer</i>	3×1	5×3	5×4	6×1	4×12	4×12	140(3)
<i>Robinia</i>	6×1	2×3	4×4	2×1	3×12	3×12	102(4)

Решение теоретических вопросов семеноведения *Pseudotsuga menziesii* с целью мобилизации адаптированного биологического потенциала видового, формового разнообразия для лесомелиорации агро- и урболандшафтов засушливой зоны направлены на сохранение, восстановление, непрерывное использование интродукционных ресурсов, повышение рекреационного потенциала при формировании оптимальных условий для проживания населения.

Успех выращивания посадочного материала методом черенкования зависит от правильного отбора побегов на маточных растениях, своевременности заготовки черенков, предпосадочной обработки их стимуляторами корнеобразования, последующей посадки и ухода за ними при поддержании оптимальных условий сред укоренения.

Лжетсуга Мензиеса. Лучшим сроком заготовки черенков на маточниках до 10-летнего возраста является март-апрель, когда начинают набухать почки. Для укоренения используют боковые черенки с «пяткой», а также верхушечные и осевые побеги второго и третьего порядков ветвления, которые перед посадкой нарезают длиной 8-12 см и толщиной базальной части 4-6 мм. Укореняемость черенков из осевой части побега в 1,5-2 раза выше, чем у черенков из боковых побегов (20-30 %). Укореняемость черенков с маточников старше 10 лет составляет 25-30 % и ниже.

Оптимальной является относительная влажность воздуха 70-80 %, температура воздуха не выше 20-25°С. В качестве субстрата используется промытый речной песок, предохраняющий черенки от загнивания. Глубина посадки 1-2 см.

Черенки, обработанные перед посадкой регуляторами роста, отличаются лучшей укореняемостью и сохранностью и образуют корневую систему с корнями I-II порядков. Начало образования корней у черенков отмечается на 45 день.

Лучшие результаты укоренения получают при обработке черенков ИУК 0,02 %-ной концентрации при 18-часовой экспозиции (90 %), комбинированной обработке ИМК (0,01 %) с витамином В1 (0,006 %) при 12-ти часовой экспозиции (65 %), а также ИМК – 0,01 % и 12 часов (50 %-ное укоренение).

Ввиду повышенного отпада при обычных условиях доразвивания осуществление пересадки только что укоренившихся черенков (в августе) в полиэтиленовые цилиндрики с оставлением их на 1,5-2 месяца в культивационных сооружениях и последующим размещением в углублениях (на 10-12 см от поверхности) грядах школы с утеплением на зиму древесными опилками обеспечивает 55-60 %-ную их приживаемость. В первые годы доразвивания они характеризуются незначительным приростом в высоту и искривлением осевого побега. На 3-4 –й год саженцы приобретают вертикальный ствол и не отличаются по развитию от саженцев семенного происхождения.

Лиственница сибирская. Технология размножения лиственницы зелеными черенками разрабатывалась на видовом, клоновом и семейственном уровнях. В зависимости от индивидуальных особенностей деревьев и погодных условий в период укоренения регенерационная активность колебалась в значительных пределах: от 4-8 % до 50-60 %.

Готовность побегов к черенкованию устанавливается по внешним признакам. Для побегов в слабодревесневшем состоянии (оптимальный срок заготовки черенков) – это светло-зеленая окраска и лишь при основании слабо-желтая. Боковые почки должны быть развиты на всем побеге, на верхней

части они бледно-бурые и более крупные; хвоя на верхушке начинает немного расходиться в стороны от оси побега; верхушечная почка явно заметна.

Черенки лиственницы укореняют при температуре воздуха от 22 до 27°C при умеренном увлажнении (относительная влажность воздуха 60-70 %) в надземных парниках с торфо-песчаным субстратом. Размер черенков 8-12 см. Глубина посадки 2-3 см.

В качестве стимуляторов корнеобразования целесообразно использовать люпон, хлорлюпон, ПАБК, НММ, ДАБ, обеспечивающие в 1,5-2 раза лучшую укореняемость по сравнению с ИУК (20%).

Для лиственницы применяют концентрации люпона, хлорлюпона 0,01 % (100 мг/л), ПАБК – 0,07 %, НММ – 0,005 %, ДАБ – 0,01 % и ИУК – 0,015 %. Экспозиция – 18-24 часа. Водные растворы малостойки, особенно на свету. Поэтому их готовят непосредственно перед употреблением и используют не более двух раз. Температура раствора поддерживается на уровне 18-23°C.

Даже при высоком проценте укоренения черенки не всегда можно высаживать в открытый грунт в год черенкования. В течение первой зимы возможна перезимовка в парниках с утеплением на зиму древесными опилками. При весенней пересадке укорененные черенки заглубляются на 3-4 см.

Укорененные черенки по своим морфологическим признакам и общему габитусу мало отличаются от семенных растений того же возраста. По легкости укореняемости лиственницы можно расположить в таком порядке: даурская, приморская, ольгинская, польская, охотская, европейская, японская, западная и сибирская.

Декоративные виды и формы хвойных. Испытываемые виды и формы хвойных обладают биологической разнокачественностью, разными экологическими требованиями и проявляют неодинаковую способность к укоренению (Pérez-Luna, 2020).

Ель колючая ф. голубая. Для заготовки черенков можно использовать маточные плантации до 10-летнего и более старшего возраста. Предпочтение нужно отдавать молодым маточникам, укореняемость черенков с которых составляет 60-64 %.

Оптимальными сроками заготовки зимних черенков являются фазы зимнего покоя (март) и начала набухания (пробуждения почек). Запоздание в сроках заготовки черенков для данной породы недопустимо.

Используют на черенки побеги текущего прироста с «пяточкой» двухлетней древесины. Заготавливают их длиной 7-9 см. Возможно укоренение летними черенками, но процесс укоренения в этом случае протекает в течение двух вегетационных периодов и число укоренившихся экземпляров не превышает 30-33 %.

В сооружениях (надземных парниках и теплице с полиэтиленовым покрытием) поддерживают относительную влажность воздуха – 76-80%, температуру воздуха – 25-27°C и торфяного субстрата – 20-25°C. Глубина посадки – 1-2 см.

По мере укоренения черенков частота поливов сокращается. За работой установки туманообразного орошения должно быть постоянное наблюдение, т. к. даже небольшой перерыв в ее работе может привести к гибели высаженных черенков.

Для повышения укореняемости, обеспечения роста и развития побегов и корневой системы черенки обрабатывают водными растворами ИУК 0,02 %-ной концентрации, а-ацето- v-метил-в-бутиролактона (люпон), а-ацето-β-пропокси-γ-валеролактона (РВУ-9) с концентрацией 100 мг/л и экспозицией 24 часа.

Укорененные черенки на второй год остаются в культивационных сооружениях под полиэтиленовым покрытием до конца июля с поддержанием режима полива, как и в первый год укоренения. В конце июля снимают полиэтиленовую пленку и поливают 2-3 раза в день до конца августа. На вторую зиму черенки оставляют под естественным снежным покровом. После двухлетнего содержания черенковые саженцы высаживают в уплотненную школу доращивания, где приживаемость и сохранность колеблется от 50 до 90 %. Отрицательно сказывается на приживаемости укоренных черенков подрезка (укорачивание корней).

Туи, можжевельники. Черенки туи, можжевельников заготавливают из однолетних одревесневших боковых побегов с верхушечной почкой путем «отдира с пяткой».

Заготовку однолетних побегов производят ранней весной, осенью или зимой острым ножом, делая срезы как можно ближе к основанию побега.

Можжевельник можно размножать небольшими ветками (длиной 18-20 см) с полуодревесневшими тканями. Хвою с нижнего конца черенка удаляют настолько, чтобы освободить часть нужную для помещения его в субстрат. Глубина посадки черенков 2-3 см.

В этой группе растений лучше укореняются черенки с многолетней корой, которая у них служит как бы резервуаром накопления ауксинов. Заметные количества последних накапливаются и в древесине между годичными кольцами.

Тую западную, можжевельники укореняют при больших диапазонах температуры и умеренном увлажнении. В пленочных покрытиях разного типа при ежедневном 5-8 кратном поливе в период корнеобразования.

Из регуляторов роста используется ИУК, при концентрации 0,01 % и экспозиции 18-24 часа, повышающая укореняемость черенков на 10-20% по сравнению с контролем (50-60 %).

Разведение можжевельника черенками даст значительно больший эффект, чем семенное размножение, т. к. он развивается при этом в 2-3 раза быстрее и любой укорененный черенок вырастает в красивое пирамидальное дерево, что имеет значение для декоративного садоводства.

Укоренившиеся черенки можжевельника, взятые с осевого и бокового материнских растений, при дальнейшем росте в значительной степени сохраняют ветвление побегов, с которых они взяты. Так, если черенки срезаны с нижних боковых ветвей, то при дальнейшем росте они приобретают стелющуюся форму.

Среди различных видов и форм можжевельника наиболее успешным укоренением отличается можжевельник казацкий – 70-90%, тамариксовидный и кипарисолистный – укореняемость от 30 до 50%. Черенки можжевельника виргинского колоновидного укореняются слабо (около 25%). Укореняемость черенков туи западной ф. золотистой после обработки ИУК достигает 85-90%.

Наиболее распространенным способом вегетативного размножения является прививка, недостатками которого в засушливых условиях являются отторжение привоя и отмирание. Это характерно, в частности, для псевдотсуги. Для лиственницы несовместимость прививочных компонентов не представляет серьезной проблемы (Schmid, 2014).

Размножение черенками могло бы значительно облегчить решение проблемы создания семенных плантаций. Повышение эффективности их возможно закладкой плантаций из укорененных черенков хорошо плодоносящих клонов и использованием клоновых подвоев, стимулирующих плодоношение привоев.

Третий путь использования черенкования в интродукции – вегетативное размножение ценных декоративных видов. В отличие от семенного, при вегетативном размножении наследственные особенности маточных деревьев сохраняются полностью. Кроме того, некоторые декоративные формы отличаются стерильностью или слабым и редким плодоношением, и черенкование является наиболее простым способом их размножения. Результаты научно-экспериментальных исследований явились основой для разработки рекомендаций по технологии укоренения черенков лжетсуги Мензиеса, лиственницы, декоративных видов и форм хвойных (Тоса, 2019; Torchik, 2010).

Для размножения интродуцированных растений методом черенкования организуются отделение черенкования, в состав которого входят маточные плантации, сооружения с туманообразным орошением и школа доращивания укорененных черенков.

Маточные плантации. Закладка маточных плантаций производится раньше или одновременно с организацией работ по выращиванию черенковых саженцев.

Площадь плантации и количество маточных растений определяют, исходя из потребности в черенках. С одного маточного растения можно получать (в зависимости от возраста, вида и формы растений) по 20-50 черенков ежегодно.

Маточные плантации закладывают здоровым материалом 2-3 летнего возраста (саженцы, выращенные из укорененных черенков или привитые).

Для быстрого смыкания крон и снижения затрат по уходу за плантациями принимают размещение посадочных мест (в зависимости от породы) через 0,5-1,5 м ряду и 2,5-3,0 м между рядами. С 1 га такой плантации через 3 года можно получать до 200-300 тыс. черенков.

Маточные плантации ели колючей ф. голубой, лжетсуги Мензиеса и лиственницы целесообразно эксплуатировать до 10-летнего возраста, а в случае необходимости, – до 20-летнего возраста. Черенки

туи, можжевельников заготавливают из 1-летних одревесневших боковых побегов 7-12-летних маточных растений.

Участок для укоренения черенков в условиях искусственного тумана должен быть защищен от ветров. С целью создания наиболее благоприятных экологических условий для укоренения используют надземные парники и полиэтиленовые теплицы с автоматическим туманообразным поливом.

Все культивационные сооружения должны быть обеспечены хорошим дренажом, для этого используют керамзит, щебень, битый кирпич, гравий слоем 5-10 см. на дренажный слой насыпают 10-ти сантиметровый слой супесчаной почвы, а сверху – рекомендуемый для определенного вида растений субстрат слоем до 5 см.

Оптимальные экологические условия для укоренения создаются при относительной влажности воздуха 70-80 %, температуре воздуха 22-27°C, субстрата – 22-25°C. Лучшие результаты укоренения черенков лиственницы получают в более дренированных надземных с торфо-песчаным субстратом.

Для лжетсуги Мензиеса используются надземные парники с промытым речным песком. Черенки туи, можжевельников укореняют в теплицах с полиэтиленовым покрытием на торфо-песчаном субстрате. Полив осуществляется туманообразующей установкой, состоящей из насосно-силового оборудования, водоподающей и водораспределительной систем, распыляющих устройств, электрооборудования и автоматики для управления работой установки.

Для улучшения корнеобразования у стеблевых черенков применяют стимуляторы, как в чистом виде, так и в различных комбинациях. Предпосадочную обработку черенков осуществляют водными растворами стимуляторов низких концентраций. Черенки погружают в них на глубину 2-4 см так, чтобы срезанные поверхности черенков находились на одном уровне с целью обеспечения равномерности и эффективности обработки.

Школа доращивания. Эффективность черенкования определяется успешным ростом укорененных черенков в школе доращивания, которая размещается вблизи культивационных сооружений.

Посадку укоренных черенков проводят по уплотненной схеме с размещением 10-15 см в ряду и 20-70 см между рядами, что составляет 10-35 растений на 1 м<sup>2</sup>.

Лучшие результаты дает весенняя пересадка укоренных черенков сосны и лиственницы после годичного пребывания их в местах укоренения; псевдотсуги – пересадка только что укоренившихся черенков в полиэтиленовые цилиндры.

Укоренные черенки ели колючей, туи, можжевельников успешно переносят перезимовку в местах укоренения и доращиваются в течение года без пересадки. После массового укоренения таких черенков режим работы установки меняют: уменьшают число поливов, удлиняют интервалы между включениями. Со второй половины сентября пленку с теплицы снимают, чтобы обеспечить закалку черенков (рекомендуется для условий Нижнего Поволжья). Уход за доращиваемыми черенками заключается в систематических прополках, рыхлении, ежедневных поливах.

Самым надежным способом при мобилизации биологического потенциала интродуцентов для лесомелиоративных целей является посев семян. Мобилизация растений, осуществляемая путем посева семян, позволяет более успешно управлять генеративным развитием, активизировать селекционные процессы и подбор ассортимента.

Способ мобилизации, так же, как и источник получения растений для интродукции, позволяет судить о генетической природе привлекаемого материала и правильно подходить к оценке характера наблюдаемых изменений интродуцентов (Wendling, 2014; Winkelmann, 2013).

Отобранные маточные особи хвойных таксонов, которые при первичной интродукции имели лучшие показатели роста были переданы в специализированные маточные плантации, у которых потомство проверено на устойчивость в новых условиях выращивания. В дальнейшем эти растения, отобранные по признакам плодоношения, служат основным источником семенной репродукции (рисунки 4).



Рисунок 4. Сбор шишек с маточных растений

Посевы в 1-й год выращивания проводились под временным полиэтиленовым покрытием: покрытие каркаса пленкой – 15.IV, снятие пленки – 17.V. Для качественного орошения посевов в межстрочное пространство укладывается капельная линия типа "зеленая река" с диаметром трубки 16 мм, толщина стенки 14 mils, водовылив 2,2 л/час, шаг капли 30 см, давление более 0,8 bar (рисунок 5).





Рисунок 5. Посевное отделение хвойных таксонов (Нижневолжская станция по селекции древесных пород – филиал ФНЦ агроэкологии РАН)

При выращивании сеянцев хвойных растений в качестве органического удобрения наиболее эффективно применять перегной внесением весной под основную подготовку почвы с нормой 3 кг/м<sup>2</sup> почвы; фосфор вносится под основную подготовку почвы с нормой 5 г д. в./м<sup>2</sup> площади; азот – двукратными подкормками по 2 г д. в./м<sup>2</sup>; первая – через две недели после появления всходов, вторая – через месяц после первой.

Температура воздуха в пленочных укрытиях в ранневесенний период в вечерние, ночные и ранние утренние часы температура в теплице выше, чем на открытом участке, а с 7 до 17 часов, наоборот, ниже, оптимальными следует считать температуру воздуха 22-24°C и на поверхности почвы 20-24°C (рисунок 6).

Среднесуточная относительная влажность воздуха, в течение всего периода укрытия, была заметно выше под пленкой, достигая максимума (98%) в ночные часы и минимума (52 %) в жаркие дневные часы. Разница во влажности почвы достигает 10%. В более глубоких слоях (20-45 см) влажность почвы, по сравнению с открытым грунтом, увеличивается незначительно (на 3-7 %).

С третьей декады апреля наблюдается уменьшение запасов влаги: в открытом грунте – за счет интенсивного испарения значительно быстрее, в пленочном укрытии с середины мая запас влаги в почве стабилизируется и дальнейшее уменьшение отмечается в конце мая после снятия пленки.

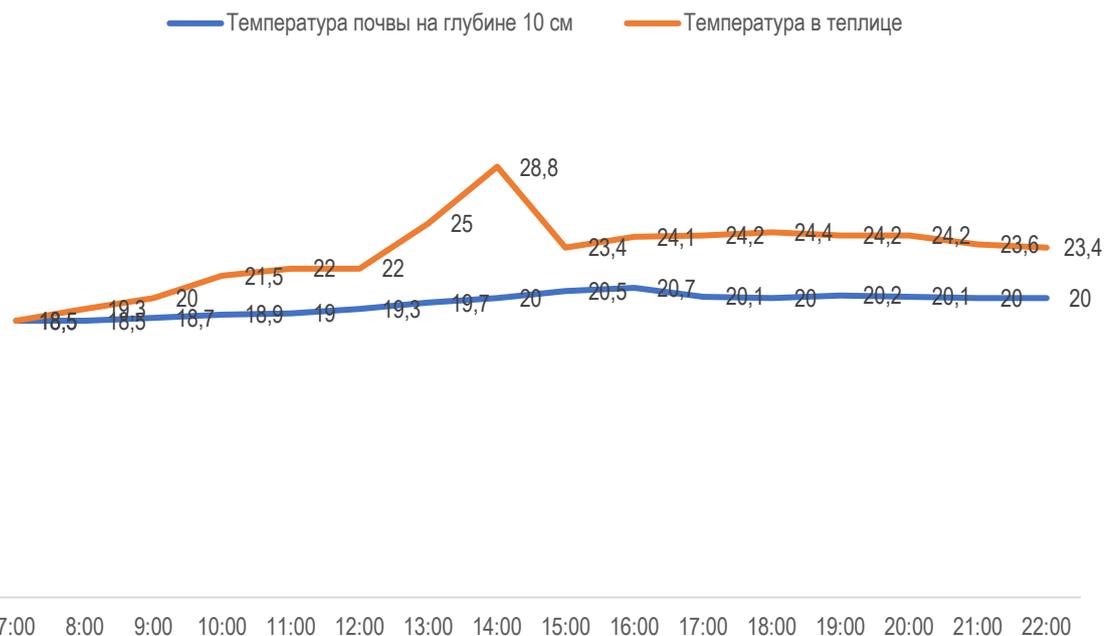


Рисунок 6. Суточный ход температуры почвы на глубине 10 см

Микроклимат пленочного укрытия является мощным фактором регулирования процесса выращивания посадочного материала. Увеличение суммы эффективных температур в начальный период вегетации, высокая относительная влажность воздуха и почвы активизируют рост семян лиственницы.

При внесении микоризной почвы под посевы при повторном выращивании семян лиственницы на той же площади микоризная грибница распространяется самими корнями растений, почвы накапливают высоковирулентную грибницу, обеспечивая успешный рост семян. Главная причина гибели немикоризных семян на каштановых степных почвах – физиологическая изоляция их корня от почвы (таблица 10).

Таблица 10. Показатели роста семян лиственницы

Вариант опыта	Средняя высота, см	Средний диаметр корневой шейки, мм	Абсолютно сухая масса 10 шт., г		
			стебель	корень	всего
Временное пленочное укрытие					
47	14,3	4,0	4,7	2,4	7,1
Открытый грунт					
17	3,6	-	0,6	0,5	1,1
НСР <sub>0,95</sub>	2,2	0,4			
P, %	3,4	2,8			

Сплошное внесение микоризной почвы под посевы увеличило рост семян в высоту в 1,1-1,5 раза и в 1,5 -2,0 раза повысило их выход с погонного метра строчки, а также значительно уменьшило полегание и отпад семян, повысило устойчивость к фузариозу. В варианте сплошного покрытия почвы микоризной землей число микоризных семян составило 32 %. В варианте без внесения микоризной почвы встречались единичные семена, имеющие на корнях микоризу, масса корней варианта со сплошным внесением микоризы достоверно превышает контроль в 1,6-1,8 раза. С формированием микоризы на поверхности корневой системы возрастает физиологическая активность корня, устанавливается контакт корня с почвой через грибной мицелий.

Результаты опытов по усовершенствованию методов эффективного размножения хвойных древесных видов семейств *Pinaceae*, *Cupressaceae* с целью сохранения и рационального использования в Нижнем Поволжье показывают, что в равных условиях проявляется различная энергия роста растений (таблица 11, рисунок 7).

Таблица 11. Показатели роста сеянцев хвойных растений с использованием временного пленочного покрытия

Вид	Возраст, лет	Высота, см	Диаметр, мм	Выход сеянцев, тыс. шт./га
<i>Picea pungens f. glauca</i>	1	8,7 ± 0,3	2,0	2780
	2	18,6 ± 0,4	4,3	2670
<i>Pseudotsuga menziesii, форма</i>	1	7,6 ± 0,2	2,0	2700
	2	15,7 ± 0,4	3,8	
<i>Larix sibirica, клон</i>	1	15,1 ± 0,3	4,0	2670
<i>Thuja occidentalis, var</i>	1	12,3 ± 0,2	1,2	1960

В однолетнем возрасте стандартных размеров по высоте (более 10 см) достигает лишь *Larix sibirica*, в возрасте двух лет – до 30 см.



2-летнее



1-летнее

Рисунок 7. *Larix sibirica* 2-летняя (10.06.2019)

*Pseudotsuga menziesii* и *Picea pungens* по росту в высоту достигают стандартных размеров на 2-й год выращивания, причем ель в 1-й год роста превышает *Pseudotsuga menziesii*, на 2-й год высоты несколько выравниваются (рисунок 8).



Ель колючая (10.06.2019, посев 29.05.2019)



Ель колючая (18.09.2019, посев 29.05.2019)



Ель колючая форма голубая (10.06.2019, посев 29.05.2019)





Ель колючая, 2-летка (18.09.2016, посев 27.05.2018)





2-летние сеянцы ели колючей (10.06.2019)



Сеянцы лжетсуги 3-летние (10.06.2019)





Можжевельник виргинский, 10.06.2019 (осенний посев, октябрь 2018 г.)

Рисунок 8. Развитие сеянцев

Установлены особенности семенного размножения формового разнообразия *Pseudotsuga menziesii* (зеленая – *var. viridis*, сизая – *var. glauca*, серая – *var. caesia*) с целью создания фонда посадочного материала в условиях сухой степи. Разработка эффективной технологии семенного размножения *Pseudotsuga menziesii* является важнейшей частью ее интродукции в сухую степь Нижнего Поволжья.

В 2018 г. с маточных деревьев были собраны шишки. Полнозернистость семян – 61,8-65,7%, всхожесть – 95,1-97,6%. Подготовка семян – снегование. Посев – наклюнувшимися семенами в последней декаде апреля во временное плёночное укрытие и в открытый грунт (схема посева 5-строчная: 30–5–15–5–15–5–15–5–15–5–30; ширина межленточного пространства – 30 см, ширина строчки – 5 см, межстрочное расстояние – 15 см). Размещение на 1 га – 34480 пог. м посевной строчки.

Установлено, что у однолетних сеянцев *P. menziesii*, выращенных с применением временных плёночных укрытий – высота 8,0-8,6 см, она превышает в 1,4 раза вариант с открытым грунтом. Высота сеянцев в вариантах 3 и 4 г под временным плёночным укрытием достоверно превышает вариант с нормой высева 2 г (таблица 12).

Таблица 12. Влияние норм высева на размеры, массу и выход сеянцев

Вариант опыта	Размеры сеянцев		Абсолютно сухая масса 100 шт. сеянцев, г			Выход сеянцев	
	высота, см	диаметр корневой шейки, мм	надземная часть	корни	итого	с 1 пог. м строчки, шт.	тыс.шт./га
Временное пленочное укрытие							
2 г	8,0±0,1	1,6	2,7	5,3	30,0	58	2010
3 г	8,6±0,2	2,0	31,7	6,7	38,4	87	3015
4 г	8,4±0,1	1,1	21,0	6,3	27,3	41	1425
Открытый грунт							
2 г	5,7±0,1	1,0	13,3	3,3	16,6	68	2345
3 г	6,1±0,2	1,2	13,3	5,0	18,3	80	2760
4 г	6,0±0,2	1,0	12,3	4,7	17,0	95	3270

Выделен лучший вариант выращивания сеянцев во временных плёночных укрытиях с нормой высева 3 г/пог. м строчки. Применение полимерного материала «Санбелт» увеличивает абсолютно сухую массу надземной и корневой части сеянца, в сравнении с контролем в 1,9-2,0 раза. На выход посадочного материала применение полимера «Санбелт» не оказывает существенного влияния. Варианты под временным плёночным укрытием в сравнении с открытым грунтом также отличаются ускоренным ростом, развитием и выходом сеянцев с единицы площади, превышающим контроль на 10 %.

Органическое удобрение «Бишаль» не способствует накоплению большей биологической массы сеянца. По вариантам «перегной», «NPK+перегной» под временными плёночными укрытиями и в открытом грунте отмечается положительное влияние внесения удобрений на накопление биомассы растения. Обработка семян препаратом «Бишаль» способствует сохранности растений и увеличению выхода сеянцев с единицы площади на 17% в плёночном укрытии, на 24% и достигает в лучших вариантах опыта выхода 3517 тыс. шт./га.

Получены новые экспериментальные материалы по вегетативному размножению разновидностей *P. menziesii* с целью полной передачи наследственных декоративных признаков от материнского растения потомству. Наиболее эффективный и менее трудоемкий способ одревесневшими черенками (таблица 13).

Таблица 13. Результаты укоренения и биометрические показатели укорененных черенков

Вид, форма	% укоренения	Средняя		Высота однолетних укорененных
		длина корневой	количество корней 1-го	

		системы, см	порядка, шт.	черенков, см
<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>viridis</i>	81,4	13,6±0,62	8	15,1±0,47
var. <i>glauca</i>	62,3	8,3±0,37	9	16,4±0,41
var. <i>caesia</i>	53,7	8,0±0,35	7	15,2±0,43

Для черенкования использовали стационарные парники с рамами с полиэтиленовым покрытием. Субстрат – смесь торфа с песком (1:1). Схема посадки 5-7 см в ряду и 10 см между рядами. Непременная мера ухода – ежедневное многократное опрыскивание.

Материалом для черенкования служили однолетние побеги с «пяточкой», взятые с молодых саженцев в древесной школе питомника. Лучшие результаты получены при посадке черенков сроки до 15 апреля. Длина черенка 6-8 см; нижняя часть на 2-3 см освобождается от хвои. С двух сторон вдоль нижней части черенка проводили царапание коры с последующим опудриванием корневином. Черенки заглубляли нижним концом в субстрат на глубину 2-3 см. Процесс укоренения составил 70-80 дней, позже зафиксирован верхушечный прирост; за один год растение достигает высоты 13-17 см.

Таким образом, для хвойных таксонов основой выращивания селекционного посадочного материала являются временные на ранневесенний срок 1.5-2 месяца пленочные укрытия, микоризация почвы, внесение перегноя и внекорневые азотно-фосфорные подкормки, капельный полив. Комплекс этих мероприятий обеспечивает выращивание стандартного посадочного материала за один вегетационный период. Этот важный технологический прием в 2,8 раза увеличивает выход сеянцев с единицы площади, 87 % сеянцев достигают стандартных размеров, в 6 раз увеличивается абсолютно сухая масса сеянца.

### Заключение

Научные исследования базируются на многолетнем эколого-экспериментальном мониторинге по интродукции, селекции, сортоводству и питомниководству древесных видов в засушливых условиях с использованием биологического потенциала генофонда ФНЦ агроэкологии РАН. Они показали преимущества применения для формирования долговечных лесомелиоративных комплексов биоразнообразия адаптированных древесных растений, что способствует обеспечению экологической, социальной и экономической стабильности агро- и урболандшафтов засушливой зоны.

Установлено, что элементы семенной продуктивности хвойных таксонов обосновываются экологическими параметрами и возможностью эффективного местного семеноводства с позиций засушливости региона по агроклиматическим характеристикам: сумме температур (активных) выше +10, +15°C, световому режиму, обеспеченности влагой в период цветения и созревания семян. Выявлены возможности их дальнейшего семенного размножения.

По предварительным расчетам в 2021 году для целей лесовосстановления в Волгоградской области потребуется около 5,8 млн. шт. сеянцев, из них хвойных пород – 2,5 млн. шт. Для успешности внедрения хвойных пород проведена серия опытов по усовершенствованию технологии выращивания сеянцев и их качественной оценке. При посеве *Larix sibirica*, *Pseudotsuga menziesii*, *Thuja occidentalis*, *Picea* использовали семена собственного сбора местной репродукции.

Микроклимат пленочного укрытия является мощным фактором регулирования процесса выращивания посадочного материала. Увеличение суммы эффективных температур в начальный период вегетации, высокая относительная влажность воздуха и почвы активизируют рост сеянцев лиственницы.

При внесении микоризной почвы под посевы при повторном выращивании сеянцев лиственницы на той же площади микоризная грибница распространяется самими корнями растений, почвы накапливают высоковирулентную грибницу, обеспечивая успешный рост сеянцев. Главная причина гибели немикоризных сеянцев на каштановых степных почвах – физиологическая изоляция их корня от почвы.

Для хвойных таксонов основой выращивания селекционного посадочного материала являются временные на ранневесенний срок 1,5-2 месяца пленочные укрытия, микоризация почвы, внесение перегноя и внекорневые азотно-фосфорные подкормки, капельный полив. Комплекс этих мероприятий

обеспечивает выращивание стандартного посадочного материала за один вегетационный период. Этот важный технологический прием в 2,8 раза увеличивает выход сеянцев с единицы площади, 87 % сеянцев достигают стандартных размеров, в 6 раз увеличивается абсолютно сухая масса сеянца.

Выделен лучший вариант выращивания сеянцев во временных плёночных укрытиях с нормой высева 3 г/пог. м строчки. Применение полимерного материала «Санбелт» увеличивает абсолютно сухую массу надземной и корневой части сеянца, в сравнении с контролем в 1,9-2,0 раза. На выход посадочного материала применение полимера «Санбелт» не оказывает существенного влияния. Варианты под временным плёночным укрытием в сравнении с открытым грунтом также отличаются ускоренным ростом, развитием и выходом сеянцев с единицы площади, превышающим контроль на 10 %.

Результаты опытов по усовершенствованию методов эффективного размножения хвойных древесных видов семейств *Pinaceae*, *Cupressaceae* с целью сохранения и рационального использования в Нижнем Поволжье показывают, что в равных условиях проявляется различная энергия роста растений.

За Нижневолжской станцией по селекции древесных пород – филиала ФНЦ агроэкологии РАН закреплено 9 земельных участков, площадью 663,82 га, из них сельхозгодий 661,29 га, в т.ч. пашни 112 га. На декабрь 2019 г. объем реализации посадочного материала хвойных и лиственных растений, выращенных на питомнике станции, составил 6,77 млн. рублей.

Повышение производственной мощности питомников достигается как за счет реконструкции существующей инфраструктуры, так и на основе совершенствования научных технологий при создании семенных участков, школ саженцев для производства крупномерного селекционного посадочного материала (ель, можжевельник и др.).

Необходима активизация исследований по разработке научных основ сохранения, восстановления и непрерывного использования дендроресурсов и ценного генофонда. Около 1/3 площадей требуют проведение мероприятий по реконструкции дендрологических коллекций, семенных плантаций и лесных культур в связи с возрастными изменениями.

Разработаны предложения по развитию объекта – обновление производственной инфраструктуры станции, в т.ч. реконструкция питомника с целью формирования фонда посадочного материала для воспроизводства и использования коллекций биоресурсов деревьев и кустарников многоцелевого назначения.

#### Список литературы

1. Andivia, E., Zuccarini, P., Grau, B., de Herralde, F., Villar-Salvador, P., & Savé, R. (2019). Rooting big and deep rapidly: the ecological roots of pine species distribution in southern Europe. *Trees - Structure and Function*, 33(1), 293–303. <https://doi.org/10.1007/s00468-018-1777-x>
2. Brodribb, T. J., McAdam, S. A. M., Jordan, G. J., & Martins, S. C. V. (2014). Conifer species adapt to low-rainfall climates by following one of two divergent pathways. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(40), 14489–14493. <https://doi.org/10.1073/pnas.1407930111>
3. Brodribb, T. J., Pittermann, J., & Coomes, D. A. (2012). Elegance versus speed: Examining the competition between conifer and angiosperm trees. *International Journal of Plant Sciences*, 173(6), 673–694. <https://doi.org/10.1086/666005>
4. Donohue, K., Rubio De Casas, R., Burghardt, L., Kovach, K., & Willis, C. G. (2010). Germination, postgermination adaptation, and species ecological ranges. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 41, 293–319. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144715>
5. Liu, Y., & El-Kassaby, Y. A. (2020). Ecological drivers of plant life-history traits: Assessment of seed mass and germination variation using climate cues and nitrogen resources in conifers. *Ecological Indicators*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106517>
6. Pérez-Luna, A., Wehenkel, C., Prieto-Ruiz, J. Á., López-Upton, J., Solís-González, S., Chávez-Simental, J. A., & Hernández-Díaz, J. C. (2020). Grafting in conifers: A review. *Pakistan Journal of Botany*, 52(4), 1369–1378. [https://doi.org/10.30848/PJB2020-4\(10\)](https://doi.org/10.30848/PJB2020-4(10))
7. Schmid, M., Pautasso, M., & Holdenrieder, O. (2014). Ecological consequences of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) cultivation in Europe. *European Journal of Forest Research*, 133(1), 13–29. <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0745-7>

8. Semenyutina, A. V, Podkovyrov, I. U., & Semenyutina, V. A. (2014). Environmental efficiency of the cluster method of analysis of greenery objects' decorative advantages. *Life Science Journal*, 11(12S), 699–702.
9. Semenyutina, A. V, Podkovyrov, I. Y., Huzhahmetova, A. S., Semenyutina, V. A., & Podkovyrova, G. V. (2016). Mathematical justification of the selection of woody plants biodiversity in the reconstruction of objects of gardening. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 110(2), 361–368. <https://doi.org/10.12732/ijpam.v110i2.10>
10. Semenyutina, A., Podkovyrova, G., Khuzhakhmetova, A., Svintsov, I., Semenyutina, V., & Podkovyrov, I. (2018). Engineering implementation of landscaping of low-forest regions. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(10), 1415–1422.
11. Toca, A., Oliet, J. A., Villar-Salvador, P., Martínez Catalán, R. A., & Jacobs, D. F. (2019). Ecologically distinct pine species show differential root development after outplanting in response to nursery nutrient cultivation. *Forest Ecology and Management*, 451. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117562>
12. Torchik, V. (2010). Evaluation of an assortment of ornamental forms of conifers in central botanical garden of belarus national academy of science. *Acta Horticulturae*, 885, 375–382.
13. Vanden-Broeck, A., Gruwez, R., Cox, K., Adriaenssens, S., Michalczyk, I. M., & Verheyen, K. (2011). Genetic structure and seed-mediated dispersal rates of an endangered shrub in a fragmented landscape: A case study for *Juniperus communis* in northwestern Europe. *BMC Genetics*, 12. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-12-73>
14. Wendling, I., Trueman, S. J., & Xavier, A. (2014). Maturation and related aspects in clonal forestry-Part I: Concepts, regulation and consequences of phase change. *New Forests*, 45(4), 449–471. <https://doi.org/10.1007/s11056-014-9421-0>
15. Winkelmann, T. (2013). Recent advances in propagation of woody plants. *Acta Horticulturae*, 990, 375–382. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2013.990.47>

**Specifics of propagation of coniferous plants in nurseries of the federal research center of agroecology of the russian academy of sciences**



**Darya V. Saprionova**  
Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex  
Melioration and Protective Afforestation of the  
Russian Academy of Sciences  
Russia, Volgograd  
saprionova.darya@mail.ru  
0000-0002-3559-3745



**Augusta A. Dolgih**  
Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex  
Melioration and Protective Afforestation of the  
Russian Academy of Sciences  
Russia, Volgograd  
agloswnialmi@mail.ru  
0000-0002-9707-0878



**Maxim V. Tsoi**  
Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex  
Melioration and Protective Afforestation of the  
Russian Academy of Sciences  
Russia, Volgograd  
3930788@mail.ru  
0000-0003-2139-7919



**Vasily V. Saprionov**  
Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex  
Melioration and Protective Afforestation of the  
Russian Academy of Sciences  
Russia, Volgograd  
pitomnik-vnialmi@mail.ru  
0000-0001-6945-0905

Received  
12.11.2019

Accepted  
4.052020

Published  
15.06.2020



10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2020.2.2

## Abstract

In connection with the implementation of the activities of the national projects "Science" and "Ecology", there are urgent issues of providing planting material for adapted wood types of reforestation in degraded areas of arid territories. The aim of the research is to develop promising technologies for breeding coniferous taxa for forest reclamation and landscaping, taking into account their reproductive characteristics in arid conditions.

Research objects: *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco.), *Virginia juniper* (*Juniperus virginiana* L.), *M. kazatsky* (*J. sabina* L.), *Western thuja* (*Thuja occidentalis* L.), *Eastern flatwort* (*Platycladus orientalis* (L.) Franco), *prickly spruce* (*Picea pungens* Engelm f. *glauca* Beissn.) collections, nurseries, brooders of the Nizhnevolzhskaya station for the selection of tree species – branch of the Federal Scientific Centre of Agroecology of the Russian Academy of Sciences (cadastre. № 34:36:000014:178).

Scientific research is aimed at solving theoretical and methodological issues of obtaining planting material from the adaptive generation of woody plants based on the study of their reproductive ability.

The qualitative and quantitative parameters of seed production and the influence of limiting environmental factors on the development of seeds were revealed. The features of seed reproduction of representatives of woody plants (coniferous taxa) and the technological aspects of vegetative propagation in a kennel Nizhnevolzhsky station on selection of tree species (Volgograd region, Kamyshin) and a set of activities to ensure the cultivation of standard planting material for one growing season. This important technological technique increases the yield of seedlings per unit area by 2.8 times, 87 % of seedlings reach standard sizes, and the absolutely dry weight of the seedling increases by 6 times.

The introduction of scientific developments was carried out at the production nurseries of the Nizhnevolzhskaya station for the selection of tree species. In 2019, seedlings and saplings were sold for the amount of 677,1024. 12 rubles.

Forecast proposals for the development of the facility are given – updating the production infrastructure of the station, including the reconstruction of the nursery in order to form a Fund of planting material for the reproduction and use of collections of bioresources of trees and shrubs for multi-purpose purposes.

## Keywords

adaptation, dendroflora enrichment, tree seed science, *Pseudotsuga menziesii*, *Juniperus virginiana*, *sabina*, *Thuja occidentalis*, *Platycladus orientalis*, *Picea pungens*

The research was carried out within the framework of state task No. 0713-2019-0004 "To Develop scientific bases and methods for preserving the biodiversity of tree species in order to select an adapted gene pool of economically valuable plants for the formation of protective forest stands for various purposes in the steppe and semi-desert" (state registration no. AAAA-A16-116032950058-8) financing of the Ministry of science and higher education of the Russian Federation.

## Reference

1. Andivia, E., Zuccarini, P., Grau, B., de Herralde, F., Villar-Salvador, P., & Savé, R. (2019). Rooting big and deep rapidly: the ecological roots of pine species distribution in southern Europe. *Trees - Structure and Function*, *33*(1), 293–303. <https://doi.org/10.1007/s00468-018-1777-x>
2. Brodribb, T. J., McAdam, S. A. M., Jordan, G. J., & Martins, S. C. V. (2014). Conifer species adapt to low-rainfall climates by following one of two divergent pathways. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *111*(40), 14489–14493. <https://doi.org/10.1073/pnas.1407930111>
3. Brodribb, T. J., Pittermann, J., & Coomes, D. A. (2012). Elegance versus speed: Examining the competition between conifer and angiosperm trees. *International Journal of Plant Sciences*, *173*(6), 673–694. <https://doi.org/10.1086/666005>
4. Donohue, K., Rubio De Casas, R., Burghardt, L., Kovach, K., & Willis, C. G. (2010). Germination, postgermination adaptation, and species ecological ranges. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *41*, 293–319. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144715>
5. Liu, Y., & El-Kassaby, Y. A. (2020). Ecological drivers of plant life-history traits: Assessment of seed mass and germination variation using climate cues and nitrogen resources in conifers. *Ecological Indicators*, *117*. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106517>

6. Pérez-Luna, A., Wehenkel, C., Prieto-Ruiz, J. Á., López-Upton, J., Solís-González, S., Chávez-Simental, J. A., & Hernández-Díaz, J. C. (2020). Grafting in conifers: A review. *Pakistan Journal of Botany*, *52*(4), 1369–1378. [https://doi.org/10.30848/PJB2020-4\(10\)](https://doi.org/10.30848/PJB2020-4(10))
7. Schmid, M., Pautasso, M., & Holdenrieder, O. (2014). Ecological consequences of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) cultivation in Europe. *European Journal of Forest Research*, *133*(1), 13–29. <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0745-7>
8. Semenyutina, A. V., Podkovyrov, I. U., & Semenyutina, V. A. (2014). Environmental efficiency of the cluster method of analysis of greenery objects' decorative advantages. *Life Science Journal*, *11*(12S), 699–702.
9. Semenyutina, A. V., Podkovyrov, I. Y., Huzhahmetova, A. S., Semenyutina, V. A., & Podkovyrova, G. V. (2016). Mathematical justification of the selection of woody plants biodiversity in the reconstruction of objects of gardening. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, *110*(2), 361–368. <https://doi.org/10.12732/ijpam.v110i2.10>
10. Semenyutina, A., Podkovyrova, G., Khuzhakhmetova, A., Svintsov, I., Semenyutina, V., & Podkovyrov, I. (2018). Engineering implementation of landscaping of low-forest regions. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, *9*(10), 1415–1422.
11. Toca, A., Oliet, J. A., Villar-Salvador, P., Martínez Catalán, R. A., & Jacobs, D. F. (2019). Ecologically distinct pine species show differential root development after outplanting in response to nursery nutrient cultivation. *Forest Ecology and Management*, *451*. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117562>
12. Torchik, V. (2010). Evaluation of an assortment of ornamental forms of conifers in central botanical garden of belarus national academy of science. *Acta Horticulturae*, *885*, 375–382.
13. Vanden-Broeck, A., Gruwez, R., Cox, K., Adriaenssens, S., Michalczyk, I. M., & Verheyen, K. (2011). Genetic structure and seed-mediated dispersal rates of an endangered shrub in a fragmented landscape: A case study for *Juniperus communis* in northwestern Europe. *BMC Genetics*, *12*. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-12-73>
14. Wendling, I., Trueman, S. J., & Xavier, A. (2014). Maturation and related aspects in clonal forestry-Part I: Concepts, regulation and consequences of phase change. *New Forests*, *45*(4), 449–471. <https://doi.org/10.1007/s11056-014-9421-0>
15. Winkelmann, T. (2013). Recent advances in propagation of woody plants. *Acta Horticulturae*, *990*, 375–382. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2013.990.47>