

Опыт интродукции хвойных растений в условиях сухой степи


Александра Викторовна Семенютина

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией биоэкологии древесных растений

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук

Волгоград, Россия

vnialmi@yandex.ru

 0000-0003-3250-6877


Максим Вячеславович Цой

Аспирант, младший научный сотрудник лаборатории биоэкологии древесных растений

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук

Волгоград, Россия

tsoy-m@vfanc.ru

 0000-0003-2139-7919


Василий Васильевич Сапронов

Соискатель, директор Нижневолжской станции по селекции древесных пород

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук

Волгоград, Россия


vnialmi@yandex.ru

 0000-0001-6945-0905

Поступила в редакцию 16.11.2020

Принята 14.01.2021

Опубликована 15.03.2021

 10.25726/17664-5483-8738-s

Аннотация

В Волгоградской области единственным аборигенным представителем хвойных древесных растений является *J. sabina* L., существования популяции одного представителя хвойных свидетельствует об однородности дендрофлоры, что может привести к деструкции экосистемы в целом. Интродукция растений как инструмент на пути к достижению биоразнообразия дендрофлоры, является наиболее практичным и перспективным методом в условиях сухой степи. Целью исследования, являлось проведение биоэкологической оценки и жизненного состояния хвойных древесных растений, а также определение степени интродукционной устойчивости в условиях сухой степи. Проведена оценка шести интродуцированных древесных растений в дендроколлекциях ФНЦ Агроэкологии РАН: *Juniperus virginiana* L., *J. communis* L., *J. sabina* L., *Thuja occidentalis* L., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Pseudotsuga menziesii* (Mill) Franco. Определены сроки наступления и длительность основных фенологических фаз методикой фенологических наблюдений ГБС. При отклонении среднегодовой температуры воздуха выше нормы на 1,05 °C и годовой суммы осадков 75% от нормы, длительность проявления периода вегетации составила у *J. sabina* L. – 58 дней, самый короткий период у *J. communis* L. – 41 день, *Pseudotsuga menziesii* (Mill) Franco 55 дней, *J. virginiana* L. – 56 дней, *T. occidentalis* L. – 71 день, *P. orientalis* (L.) Franco – 68 дней. В рамках эколого-биологической оценки были исследованы такие показатели как зимостойкость, засухоустойчивость, характер пыления

и семеношения. Отдельно был исследован семенной материал методом определения массы 1000 семян. Также была дана оценка декоративности, по которой определялась специфика применения того или иного вида для целей озеленения. В результате проведенных исследований рассчитали значения акклиматизационного числа для каждого вида, по которому определена степень интродукционной устойчивости в условиях сухой степи. В ходе проделанной работы даны практические рекомендации по посадке хвойных деревьев кустарников для целей озеленения.

Ключевые слова

Интродукция, декоративность, *Juniperus sabina*, *Juniperus virginiana*, *Juniperus communis*, *Platycladus orientalis*, *Thuja occidentalis*, *Pseudotsuga menziesii*, glauca, viridis, озеленение

Исследования проведены в рамках выполнения государственного задания (№ госрегистрации 121041200195-4), финансирование Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Введение

Интродукция древесных растений решает ключевые проблемы, связанные с выявлением закономерностей произрастания древесных растений в новой среде, сохранения их в условиях культуры и практические задачи по наиболее рациональному использованию растительных ресурсов. Основными критериями при подведении итогов интродукции, которыми необходимо руководствоваться степенью адаптации растений к новым условиям окружающей среды, а также уровень сохранности полезных свойств для хозяйственного использования. При оценке успешности интродукции должны использоваться достоверные, объективные и технически простые методы диагностики [1-4].

Объектами исследования, являлись *Juniperus virginiana* L., *J. communis* L., *J. sabina* L., *Thuja occidentalis* L., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Pseudotsuga menziesii* (Mill) Franco.

Изучение сезонных ритмов развития интродуцентов проводилось методом фенологических наблюдений Главного ботанического сада. Характеристика декоративности, роста и развития в условиях светло-каштановых почв, оценка репродуктивной способности, особенности размножения различных видов в культуре выявлялись по методикам ФНЦ агроэкологии РАН [1,2,3]. Для изучения семенного материала был применен метод определения массы 1000 семян. Для статистической обработки данных использовались стандартные алгоритмы: средняя арифметическая с абсолютной и относительной ошибками, коэффициент вариации, точность опыта [3,4].

Цель исследований – проведение биоэкологической оценки и жизненного состояния хвойных древесных растений, а также определение степени интродукционной устойчивости в условиях сухой степи.

Материалы и методы исследования

Объектами исследований являлись виды *Juniperus virginiana* L. (20 лет, высота 5 метров), *J. communis* L. (11 лет, высота 1,9 метров), *J. sabina* L. (9 лет, высота 0,5 метров), *Thuja occidentalis* L. (11 лет, высота 2,4 метра), *Platycladus orientalis* (L.) Franco (20 лет, высота 3,8 метра), *Pseudotsuga menziesii* (Mill) Franco (20 лет, высота 6,9 метров), интродуцированные в дендрологических коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН (рисунок 1-4, таблица 1).

В природе, данные представители хвойных произрастают в субарктических и умеренных поясах Евразии и Северной Америки [5-8]:

- Родина Можжевельника виргинского (*Juniperus virginiana* L.) - Северная Америка (от Канады-Флориды)
- Можжевельника обыкновенного (*J. communis* L.) - Европа, Сибирь, Северная Америка
- Туя западная (*Thuja occidentalis* L.) – Восточная часть Северной Америки
- Плосковеточник восточный (*Platycladus orientalis* (L.) Franco) – Восточный Китай
- Можжевельник казацкий (*J. sabina* L.) – горы Средней и Южной Европы, Сибири,

Кавказе, Малой Азии

- *Pseudotsuga menziesii* (Milb) Franco - западные районы Северной Америки

В Нижнем Поволжье единственным представителем хвойных таксонов является можжевельник казацкий, остальные все произрастающие виды хвойных интродуцированы. В природе можжевельник виргинский может достигать до 30 м. в высоту и диаметром ствола до 150 см.; можжевельник обыкновенный высотой до 10 м. диаметр ствола до 200 см; можжевельник казацкий в высоту как правило до 1,5 м.; туя западная до 12 м., с диаметром ствола до 60-90 см.; плосковеточник восточный вырастает до 20 м. и диаметром ствола до 150 см., лжетсуга может достигать до 100 метров в высоту (таблица 1,2).



Рисунок 1. Объекты исследования: А - *Juniperus virginiana* L., Б - *J. communis* L., В - *Thuja occidentalis* L., Г - *Platycladus orientalis* (L.) Franco, Д - *Pseudotsuga menziesii* (Milb) Franco, Е - *J. sabina* L.

Таблица 1. Основные биометрические показатели исследуемых видов

Вид	Возраст, лет	Высота, см	Диаметр ствола на 1,3 м, см
<i>Juniperus virginiana</i> L.	20	500	5
<i>J. communis</i> L.	11	190	1,3
<i>J. sabina</i> L.	9	50	-
<i>Thuja occidentalis</i> L.	11	240	2
<i>Platyclusus orientalis</i> (L.) Franco	20	380	4
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Milb) Franco	20	690	10,9

Таблица 2. Характеристика хвойных деревьев и кустарников [9-16]

Вид	Ареал	Краткая характеристика	Способы размножения
<i>Juniperus virgiana</i> L.	Северная Америка (Канада-Флорида)	Вечнозелёные однодомные (реже однодомные) деревья (реже кустарники). До 30 метров высотой. Хвоя мелкая, чешуевидная и игловидная, тёмно-зелёная. Шишкоягоды яйцевидные с сизым налетом, с 1-2 семенами.	Семенами
<i>Juniperus communis</i> L.	Европа, Сибирь, Северная Америка	Вечнозелёные однодомные деревья и кустарники. До 10 метров высотой. Хвоя мелкая, игловидная с выраженной устьичной полосой, зелёная. Шишкоягоды круглые, 3 (реже 1-2) семенами.	Семенами
<i>Juniperus sabina</i> L.	Горы Средней и Южной Европы, Сибири, Кавказ, Малая Азия	Двудомный хвойный кустарник, высотой до полутора метра. Хвоя у молодых растений игловидная, у взрослых растений чешуевидная, окраска синевато-зелёная. Шишкоягоды овальные, приплюснутые, бурочерные, как правило содержит 2 семени.	Семенами, черенками
<i>Thuja occidentalis</i> L.	Восточная часть Северной Америки	Однодомное вечнозелёное древесное или кустарниковое растение. В высоту может достигать до 12 м. Хвоя чешуевидная плоская, зелёная. Шишки яйцевидно-продолговатые, светло-зелёные.	Семенами, черенками
<i>Platyclusus orientalis</i> (L.) Franco	Восточный Китай	Однодомное вечнозелёное древесное растение. В высоту может достигать 18 м. Хвоя тёмно-зелёная, плоскостная. Шишки продолговатые или яйцевидные, средние чешуи несут по 1 семени, а нижние по 2.	Семенами
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Milb) Franco	Западные районы Северной Америки	Однодомное вечнозелёное хвойное древесное растение. В высоту может достигать до 100 м. Хвоя линейная, плосковатая, окраска зелёная, сизо-зелёная.	Семенами



Рисунок 2. Побеги и шишки: А - *Juniperus virginiana* L. (♀)(♂), Б - *Juniperus communis* L. (♂), В - *Juniperus sabina* L. (♀)(♂)



Рисунок 3. Побеги и шишки: А - *P. orientalis* (L.) Franco (♀)(♂), Б - *T. occidentalis* L. (♀)(♂)



Рисунок 4. Побеги и шишки: А - *Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* (Schwer.) Franco, Б - *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* (Mayr) Franco

Результаты и обсуждение

Объекты исследования произрастают в сухостепной зоне, показатели среднегодовой температуры воздуха в период исследования составили выше нормы на 1,05 °С (9,05 °С.), показатели влажности 75% от нормы (290,4 мм). Самый холодный месяц – январь, декабрь. Самый теплый месяц - август. Наиболее низкие показатели выпавших осадков отмечены в осенний и зимний период (рисунок 5).

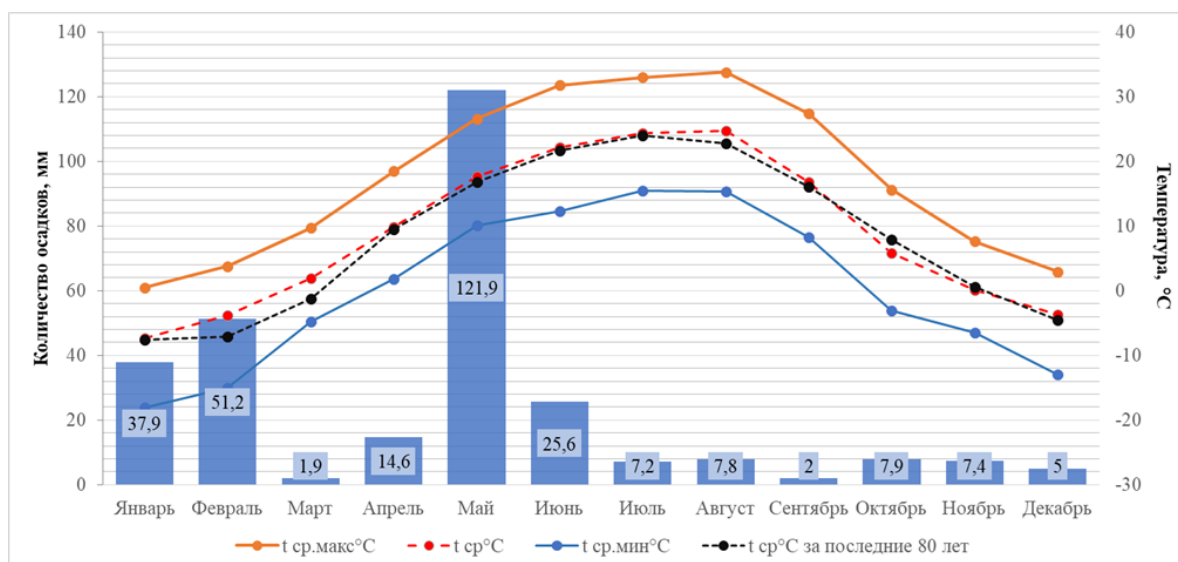


Рисунок 5. Среднемесячные температуры в период исследования и отношение к среднемесячной многолетней температуре (2020)

Фенологические наблюдения за можжевельниками в условиях Волгоградской области выявили сроки начала набухания почек с неольшими отклонениями до 2х дней, Период пыления у можжевельника виргинского и можжевельника казацкого и продолжался от 7-11 дней и заканчивается 19-21 апреля, период пыления соответствовал холодному периоду месяца (с 10-23 апреля), однако

данные условия не повлияли на пыление растений. У можжевельника обыкновенного период пыления наступает 22-30 апреля (таблица 3,4).

Самый длинный период роста побегов наблюдается у *T. occidentalis* L. – 71 день, *P. orientalis* (L.) Franco – 68 дней, самый короткий период у *J. communis* L. – 41 день, *J. sabina* L. – 58 дней, *J. virginiana* L. – 56 дней, *Pseudotsuga menziesii* (Milb) Franco 55 дня (таблица 3,4).

Таблица 3. Наступление основных фенологических фаз *Juniperus* L.

Виды	Фенологические фазы*						
	П61	П62	П63	Ц2	Ц4	Ц5	П64
<i>J. virginiana</i> L.	1. IV	3. IV	1. IV	2. IV	2. IV	2. IV	3. VI
<i>J. sabina</i> L.	2. IV	2. IV	3. IV	1. IV	2. IV	3. IV	3. VI
<i>J. communis</i> L.	2. IV	3. IV	1. IV	3. IV	3. IV	3. IV	1. VI

*П61 -набухание вегетативных почек; П62 - распускание вегетативных почек; П63 - начало роста побегов; П64 - окончание роста побегов; Ц2 - распускание генеративных почек; Ц4 - начало пыления; Ц5 - конец пыления

Таблица 4. Длительность проявления периода роста побегов

Вид	Апр.			Май			Июнь			Июль		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>J. virginiana</i> L.												
<i>J. communis</i> L.												
<i>J. sabina</i> L.												
<i>T. occidentalis</i> L.												
<i>P. orientalis</i> (L.) Franco												
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Milb) Franco												

Многолетняя практика интродукции показывает, положительные оценки отношения растений к жаркому и засушливому климату. Наиболее перспективным видами по генеративным качествам являются можжевельник виргинский, туя западная, плосковеточник восточный, т. к. имеют высокие оценки характера цветения и семеношения, однако существует практика черенкования можжевельника казацкого и можжевельника обыкновенного тем самым компенсируется относительно низкий уровень семеношения (рисунок 6, таблица 4).



Рисунок 6. Сеянцы можжевельника виргинского, выращенные семенным способом (А – однолетние, Б – двухлетние)

Для оценки успешности интродукции использовали классическую методику оценки Кохно Н.А., по результатам которой полной акклиматизацией обладают *Juniperus virginiana* L., *J. sabina* L., хорошей акклиматизацией - *Thuja occidentalis* L., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (1950), *J. communis* L. (таблица 5,6). Успешность интродукции определяется по значениям акклиматизационного числа (А), которое рассчитывается по формуле [18-20]:

$A = P \cdot v + Gz \cdot v + Zm \cdot v + Zc \cdot v$, где:

P – показатель роста;

Gz – показатель генеративного развития;

Zm – показатель зимостойкости;

Zc – показатель засухоустойчивости;

v – коэффициент весомости признака.

Таблица 5. Оценка успешности интродукции

Виды	Рост	Зимостойкость ¹	Засухоустойчивость	Пыление	Семеношение
<i>Juniperus virginiana</i> L.	отличное	отличное	отличное	отличное	хорошее
<i>J. sabina</i> L.	отличное	отличное	отличное	редкое	редкое
<i>J. communis</i> L.	хорошее	отличное	отличное	удовлетворительное	удовлетворительное
<i>Thuja occidentalis</i> L.	хорошее	отличное	отличное	отличное	отличное
<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	отличное	хорошее	отличное	хорошее	хорошее
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	хорошее	отличное	отличное	отличное	хорошее

(Mirb.) Franco (1950)					
--------------------------	--	--	--	--	--

¹ в баллах, 5 – отличное, 4 – хорошее, 3 – удовлетворительное, 2 – редкое

Таблица 6. Интродукционная устойчивость в условиях сухой степи

Степень акклиматизации	Значение акклиматизационного числа	Вид
– полная	100	<i>Juniperus virginiana</i> L., <i>J. sabina</i> L.
– хорошая	90-80	<i>Thuja occidentalis</i> L., <i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco, <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco (1950), <i>J. communis</i> L.
– удовлетворительная	79-60	-
– слабая	59-40	-
– отсутствие	39 и ниже	-

Проведя сравнительную оценку декоративных достоинств все исследуемые виды заняли высокие позиции в рейтинге, по сравнению с лиственными породами (от 183 до 206 баллов, в рейтинге заняли с 1-5 места) (таблица 7).

Таблица 7. Оценка декоративных достоинств

Декоративный признаки (балл) и длительность проявления (месяц)	Вид									
	<i>J. virginiana</i> L.	<i>J. communis</i> L.	<i>J. sabina</i> L.	<i>T. occidentalis</i> L.	<i>P. orientalis</i> (L.) Franco	<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>viridis</i> (Schwer.) Franco	<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i> (Mayr) Franco	<i>Betula pendula</i> Roth	<i>Acer platanoides</i> L.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
Цветки	2x1	2x1	2x1	2x1	2x1	2x1	2x1	3x1	3x1	5x1
Плоды, шишки, шишковаягоды	3x5	3x5	3x5	3x1	3x2	4x3	4x3	3x1	5x3	2x3
Цвет хвои (листья)	5x12	4x12	5x12	4x12	5x12	5x12	5x12	5x1	5x1	2x1
Кора	3x12	3x12	3x12	3x12	3x12	3x12	3x12	5x12	4x12	3x12
Крона	5x12	4x12	5x12	5x12	4x12	5x12	5x12	5x12	4x12	3x12
Аромат	2x12	3x12	1x12	3x12	3x12	3x12	3x12	-	-	1x1
Рейтинг видов	197(2)	185(4)	185(4)	183(5)	188(3)	206(1)	206(1)	131(6)	119(7)	86(8)

J. virginiana L. может быть использован для создания групповых, одиночных посадок, живых изгородей, а также высоких стриженных стен. Плотность кроны высокая, охвоенность равномерная. *T. occidentalis* L. имеет большое количество декоративных форм, но стоит отметить цилиндрическую форму. Данная форма кроны позволяет создавать вертикальные линии в композициях, а также провести зонирование территории, добавив завершенность и масштабность проекту озеленения. Плотность кроны высокая, охвоенность равномерная. *J. communis* L., *Pseudotsuga menziesii* (Schwer.) Franco в большей степени рассматриваются для создания групповых композиционных и одиночных посадках. Гармонично сочетается в комплексе с лиственными растениями благодаря достаточно рыхлой плотности кроны. *P. orientalis* (L.) Franco по функциональному применению форм крон схож с *J. communis* L., однако, плосковеточник менее требователен к поливу и почвам. Плотность кроны средняя имеются просветы. *J. sabina* L. – аборигенный представитель в ряду исследуемых видов, обладает

длительным периодом роста побегов. Перспективен в качестве озеленения склонов, создания зелёных островов на газоне. Крона густая, охвоенность равномерная (таблица 8,9).

Таблица 8. Оценка декоративных свойств видов рода *Juniperus*, *Platyclusus*, *Thuja*, *Pseudotsuga*

Свойства	Вид						
	<i>J. virginiana</i> L.	<i>J. communis</i> L.	<i>J. sabina</i> L.	<i>T. occidentalis</i> L.	<i>P. orientalis</i> (L.) Franco	<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>viridis</i> (Schwer.) Franco	<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i> (Mayr) Franco
Высота дерева							
1 группа							
2 группа							
3 группа							
4 группа							
1 группа кустарников							
2 группа кустарников							
3 группа кустарников							
Крона							
Пирамидальная							
Цилиндрическая							
Овальная							
Яйцевидная							
Шаровидная							
Стелющаяся							
Характер развития стволов							
Плотные							
Полуажурные							
Ажурные							
Характер развития стволов							
Сбежистые							
Полнодревесные							
Поверхность стволов							
Гладкий							
Шероховатый							
Мозаичный							
Ямчатый							
Трещинчатый							
Чешуйчатый							
Бородавчатый							
Неблагоприятный период года							
Листопадные							
Вечнозелёные							
Хвоя							

Игольчатая							
Чешуевидная							
Гладкие глянцевые							
Гладкие матовые							
Аромат хвои							
Очень душистые							
Душистые							
Слабо душистые							
Отношение к формовочной обрезке							
Благоприятно							
Неблагоприятно							

Таблица 9. Рекомендации по посадке хвойных деревьев кустарников для целей озеленения

Наименование видов	Типы посадок				
	Уличные насаждения	Парки, скверы, внутриквартальное озеленение	Промышленные посадки	Откосы оврагов, неудобные или засоренные территории	Лесопарковая зона
<i>J. virginiana</i> L. (*, **)					
<i>J. communis</i> L. (*, **)					
<i>J. sabina</i> L. (**)					
<i>T. occidentalis</i> L. (*)					
<i>P. orientalis</i> (L.) Franco (*)					
<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>viridis</i> (Schwer.) Franco (*)					
<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i> (Mayr) Franco (*)					

П р и м е ч а н и е: * – древесное растение, ** – кустарник

Заключение

В засушливых условиях Нижнего Поволжья леса занимают менее 10-15%, львиная доля которых составляют лиственные породы. Интродукция новых видов хвойных позволяет повысить биоразнообразие флоры региона. Участие новых видов хвойных в озеленении населенных пунктов может способствовать формированию комфортных и здоровых условий жизни населения.

Проведя исследования в рамках комплексного изучения некоторых хвойных древесных растений, было отмечено, что при климатических условиях, среднегодовой температуре воздуха выше нормы на 1,05 °С, годовой суммы осадков 290,4 мм – 75% от нормы, продолжительность роста побегов составила *J. sabina* L. – 58 дней, *J. communis* L. – 41 дня, *J. virginiana* L. – 56 дней, *T. occidentalis* L. – 71 день, *P. orientalis* (L.) Franco – 68 дней, *Pseudotsuga menziesii* (Mill) Franco 55 дней. Также

интродуцированные виды имеют высокие показатели семенной продуктивности, проявление декоративных признаков, темпам роста и отношению к стресс-факторам в сравнении с аборигенным видом.

T. occidentalis L., *P. orientalis* (L.) Franco, *J. virginiana* L., *Pseudotsuga menziesii* (Milb) Franco являются наиболее универсальными для применения в озеленении и неприхотливыми видами. *J. sabina* L. – местный представитель флоры, обладает самым длинным периодом роста побегов, является универсальным для применения в озеленении и неприхотливым видом. *J. communis* L., ограничен в применении в качестве объектов озеленения из-за особенностей жизненных форм. *J. communis* L., большей степени рассматриваются для создания групповых композиционных и одиночных посадках. *J. communis* L. единственный из исследуемых видов плохо переносит формовочную обрезку.

Изучаемые объекты исследований имеют большой потенциал для повышения биоразнообразия. Декоративные свойства, проявляющиеся в естественных ареалах экзотов, в полной мере раскрываются в условиях каштановых почв Волгоградской области. И могут способствовать достижению комфортной и здоровой жизни будущих поколений.

Список литературы

1. Huzhahmetova, A.S., Semenyutina, A.V., Semenyutina, V.A. Deep neural network elements and their implementation in models of protective forest stands with the participation of shrubs. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. 2020. Vol. 9. Iss. 4. № 371. P. 6742-6746.
2. Semenyutina, A.V., Podkovyrov, I.Y., Huzhahmetova, A.Sh., Semenyutina, V.A., Podkovyrova, G.V. Mathematical justification of the selection of woody plants biodiversity in the reconstruction of objects of gardening. International Journal of Pure and Applied Mathematics. Vol. 110. Iss. 2. P. 361-368. DOI: 10.12732/ijpam.v110i2.10.
3. Lazarev, S.E., Semenyutina, A.V., Belyaev, A.I. Implementation of the tree counting process in the process of urban reclamation with the use of fuzzy neural network for agro forestry. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. Vol. 9. Iss. 4. № 302. P. 6232-6237. DOI: 10.30534/ijatcse/2020/302942020.
4. Kruzhilin, S.N., Taran, S.S., Semenyutina, A.V., Matvienko, E.Yu. Growth peculiarities and age dynamics of *Quercus robur* L. Formation in steppe region conditions. Kuwait Journal of Science. 2018. Vol. 45. Iss. 4. P. 52-58.
5. Pérez-Luna, A., Wehenkel, C., Prieto-Ruiz, J. Á., López-Upton, J., Solís-González, S., Chávez-Simental, J. A., & Hernández-Díaz, J. C. Grafting in conifers: A review. Pakistan Journal of Botany. 2020. Vol. 52. Iss. 4, P. 1369–1378. DOI:10.30848/PJB2020-4(10).
6. Ogunkunle, C.O., Oyediji, S., Adeniran, I.F., Olorunmaiye, K.S., Fatoba, P.O. *Thuja occidentalis* and *Duranta repens* as indicators of urban air pollution in industrialized areas of southwest Nigeria. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2019. Vol. 84. Iss. 2. P. 193-202.
7. Xu, H.-J., Wang, X.-P., Zhao, C.-Y., Yang, X.-M. Diverse responses of vegetation growth to meteorological drought across climate zones and land biomes in northern China from 1981 to 2014. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2018. Vol. 262. P. 1-13. DOI: 10.1016/j.agrformet.2018.06.027.
8. Rundel, P.W. A neogene heritage: Conifer distributions and endemism in mediterranean-climate ecosystems. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2019. Vol. 7. Iss. SEP. № 364. P. 1-19. DOI: 10.3389/fevo.2019.00364
9. Wang, F., Wu, D., Yamamoto, H., Xing, S., Zang, L. Digital image analysis of different crown shape of *Platycladus orientalis*. *Ecological Informatics*. 2016. Vol. 34. P. 146-152. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2016.06.002.
10. Seim, A., Omurova, G., Azisov, E., Musuraliev, K., Aliev, K., Tulyaganov, T., Nikolyai, L., Botman, E., Helle, G., Liñan, I.D., Jivcov, S., Linderholm, H.W. Climate change increases drought stress of juniper trees in the mountains of central Asia. 2016. Vol. 11. Iss. 4. № e0153888. P. 1-14. DOI: 10.1371/journal.pone.0153888.

11. Msanne, J., Awada, T., Bryan, N.M., Schacht, W., Drijber, R., Li, Y., Zhou, X., Okalebo, J., Wedin, D., Brandle, J., Hiller, J. Ecophysiological responses of native invasive woody *Juniperus virginiana* L. to resource availability and stand characteristics in the semiarid grasslands of the Nebraska Sandhills. *Photosynthetica*. 2017. Vol. 55. Iss. 2. P. 219-230. DOI: 10.1007/s11099-016-0683-y.
12. Kahveci, G., Alan, M., Köse, N. Distribution of juniper stands and the impact of environmental parameters on growth in the drought-stressed forest-steppe zone of central Anatolia. *Dendrobiology*. 2018. Vol. 80. P. 61-69. DOI: 10.12657/denbio.080.006.
13. Hoff, D.L., Will, R.E., Zou, C.B., Lillie, N.D. Encroachment dynamics of *Juniperus virginiana* L. and mesic hardwood species into cross timbers forests of north-central Oklahoma, USA. *Forests*. Vol. 9. Iss. 2. № 75. P. 1-17. DOI: 10.3390/f9020075.
14. Ganguli, C., Engle, D.M., Mayer, P.M., Salo, L.F. Influence of resource availability on *Juniperus virginiana* expansion in a forest-prairie ecotone. 2016. Vol. 8. Iss.7. № e01433. P. 1-15. DOI: 10.1002/ecs2.1433.
15. García-Cervigón, A.I., Linares, J.C., García-Hidalgo, M., Camarero, J.J., Olano, J.M. Growth delay by winter precipitation could hinder *Juniperus sabina* persistence under increasing summer drought. *Dendrochronologia*. 2018. Vol. 51. P. 22-31. DOI: 10.1016/j.dendro.2018.07.003.
16. Arzac, A., García-Cervigón, A.I., Vicente-Serrano, S.M., Loidi, J., Olano, J.M. Phenological shifts in climatic re-sponse of secondary growth allow *Juniperus sabina* L. to cope with altitudinal and temporal climate variability. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2016. Vol. 217. P. 35-45. DOI: 10.1016/j.agrformet.2015.11.011.
17. Hazubska-Przybył, T. Propagation of Juniper species by plant tissue culture: A mini-review. *Forests*. 2019. Vol. 10. Iss. 11. № 1028. P. 1-17. DOI: 10.3390/f10111028.
18. Akaberi, M., Boghrati, Z., Amiri, M.S., Khayyat, M.H., Emami, S.A. A review of conifers in Iran: Chemistry, biology and their importance in traditional and modern medicine. *Current Pharmaceutical Design*. 2020. Vol. 26. Iss. 14. P. 1584-1613. DOI: 10.2174/1381612826666200128100023.
19. García-Cervigón, A.I., Velázquez, E., Wiegand, T., Escudero, A., Olano, J.M. Colonization in Mediterranean old-fields: the role of dispersal and plant-plant interactions. *Journal of Vegetation Science*. 2017. Vol. 28. Iss. 3. P. 627-638. DOI: 10.1111/jvs.12500.
20. Sillett, S.C., Kramer, R.D., Van Pelt, R., Carroll, A.L., Campbell-Spickler, J., Antoine, M.E. Comparative development of the four tallest conifer species. *Forest Ecology and Management*. 2021. Vol. 480. № 118688. P. 1-23. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118688.

Experience of introduction of coniferous plants in the conditions of dry steppe


Alexandra V. Semenyutina

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Head of the Laboratory of Bioecology of Woody Plants

Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

Volgograd, Russia

vnialmi@yandex.ru

 0000-0003-3250-6877


Maxim V. Tsoi

Post-graduate student, Junior Researcher

Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

Volgograd, Russia

tsoy-m@vfanc.ru

 0000-0003-2139-7919

Vasily V. Saprnov

applicant, director of the Nizhnevolzhskaya tree breeding station

Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences

Volgograd, Russia


vnialmi@yandex.ru

 0000-0001-6945-0905

Received 16.11.2020

Accepted 14.01.2021

Published 15.03.2021

 10.25726/17664-5483-8738-s

Abstract

In the Volgograd region, the only native representative of coniferous woody plants is *J. sabina* L., the existence of a population of one representative of coniferous plants indicates the homogeneity of the dendroflora, which can lead to the destruction of the ecosystem as a whole. Plant introduction as a tool on the way to achieving dendroflora biodiversity is the most practical and promising method in the conditions of the dry steppe. The aim of the study was to conduct a bioecological assessment of the life condition of coniferous woody plants, as well as to determine the degree of introduction resistance in the conditions of the dry steppe. Six introduced woody plants were evaluated in the dendrocollections of the Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences: *Juniperus virginiana* L., *J. communis* L., *J. sabina* L., *Thuja occidentalis* L., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Pseudotsuga menziesii* (Milb) Franco. The timing of the onset and duration of the main phenological phases were determined by the method of phenological observations of HBS. With the deviation of the average annual air temperature above the norm by 1.05 ° C and the annual precipitation of 75% of the norm, the duration of the vegetation period was 58 days for *J. sabina* L., 41 days for *J. communis* L., 55 days for *Pseudotsuga menziesii* (Milb) Franco, 56 days for *J. virginiana* L., 71 days for *T. occidentalis* L., and 68 days for *P. orientalis* (L.) Franco. As part of the ecological and biological assessment, such indicators as winter hardiness, drought resistance, the nature of dusting and seed-bearing were studied. Separately, the seed material was examined by the method of determining the mass of 1000 seeds. There was also an assessment of decorativeness, which determined the specifics of the use of a particular type for landscaping purposes. As a result of the conducted studies, the values of the acclimatization number for each species were calculated, according to which the degree of introduction resistance in the conditions of the dry steppe was determined. In the course of the work done, practical recommendations are given for planting coniferous trees and shrubs for landscaping purposes.

Keywords

Introduction, decorative, *Juniperus sabina*, *Juniperus virginiana*, *Juniperus communis*, *Platycladus orientalis*, *Thuja occidentalis*, *Pseudotsuga menziesii*, glauca, viridis, landscaping

The research was carried out within the framework of the state assignment (state registration number 121041200195-4), financed by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

References

1. Huzhahmetova, A.S., Semenyutina, A.V., Semenyutina, V.A. Deep neural network elements and their implementation in models of protective forest stands with the participation of shrubs. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. 2020. Vol. 9. Iss. 4. № 371. P. 6742-6746.
2. Semenyutina, A.V., Podkovyrov, I.Y., Huzhahmetova, A.Sh., Semenyutina, V.A., Podkovyrova, G.V. Mathematical justification of the selection of woody plants biodiversity in the reconstruction

of objects of gardening. International Journal of Pure and Applied Mathematics. Vol. 110. Iss. 2. P. 361-368. DOI: 10.12732/ijpam.v110i2.10.

3. Lazarev, S.E., Semenyutina, A.V., Belyaev, A.I. Implementation of the tree counting process in the process of urban reclamation with the use of fuzzy neural network for agro forestry. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. Vol. 9. Iss. 4. № 302. P. 6232-6237. DOI: 10.30534/ijatcse/2020/302942020.

4. Kruzhilin, S.N., Taran, S.S., Semenyutina, A.V., Matvienko, E.Yu. Growth peculiarities and age dynamics of *Quercus robur* L. Formation in steppe region conditions. Kuwait Journal of Science. 2018. Vol. 45. Iss. 4. P. 52-58.

5. Pérez-Luna, A., Wehenkel, C., Prieto-Ruiz, J. Á., López-Upton, J., Solís-González, S., Chávez-Simental, J. A., & Hernández-Díaz, J. C. Grafting in conifers: A review. Pakistan Journal of Botany. 2020. Vol. 52. Iss. 4, P. 1369–1378. DOI:10.30848/PJB2020-4(10).

6. Ogunkunle, C.O., Oyediji, S., Adeniran, I.F., Olorunmaiye, K.S., Fatoba, P.O. Thuja occidentalis and Duranta repens as indicators of urban air pollution in industrialized areas of southwest Nigeria. Agriculturae Conspectus Scientificus. 2019. Vol. 84. Iss. 2. P. 193-202.

7. Xu, H.-J., Wang, X.-P., Zhao, C.-Y., Yang, X.-M. Diverse responses of vegetation growth to meteorological drought across climate zones and land biomes in northern China from 1981 to 2014. Agricultural and Forest Meteorology. 2018. Vol. 262. P. 1-13. DOI: 10.1016/j.agrformet.2018.06.027.

8. Rundel, P.W. A neogene heritage: Conifer distributions and endemism in mediterranean-climate ecosystems. Frontiers in Ecology and Evolution. 2019. Vol. 7. Iss. SEP. № 364. P. 1-19. DOI: 10.3389/fevo.2019.00364

9. Wang, F., Wu, D., Yamamoto, H., Xing, S., Zang, L. Digital image analysis of different crown shape of *Platycladus orientalis*. Ecological Informatics. 2016. Vol. 34. P. 146-152. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2016.06.002.

10. Seim, A., Omurova, G., Azisov, E., Musuraliev, K., Aliev, K., Tulyaganov, T., Nikolyai, L., Botman, E., Helle, G., Liñan, I.D., Jivcov, S., Linderholm, H.W. Climate change increases drought stress of juniper trees in the mountains of central Asia. 2016. Vol. 11. Iss. 4. № e0153888. P. 1-14. DOI: 10.1371/journal.pone.0153888.

11. Msanne, J., Awada, T., Bryan, N.M., Schacht, W., Drijber, R., Li, Y., Zhou, X., Okalebo, J., Wedin, D., Brandle, J., Hiller, J. Ecophysiological responses of native invasive woody *Juniperus virginiana* L. to resource availability and stand characteristics in the semiarid grasslands of the Nebraska Sandhills. Photosynthetica. 2017. Vol. 55. Iss. 2. P. 219-230. DOI: 10.1007/s11099-016-0683-y.

12. Kahveci, G., Alan, M., Köse, N. Distribution of juniper stands and the impact of environmental parameters on growth in the drought-stressed forest-steppe zone of central Anatolia. Dendrobiology. 2018. Vol. 80. P. 61-69. DOI: 10.12657/denbio.080.006.

13. Hoff, D.L., Will, R.E., Zou, C.B., Lillie, N.D. Encroachment dynamics of *Juniperus virginiana* L. and mesic hardwood species into cross timbers forests of north-central Oklahoma, USA. Forests. Vol. 9. Iss. 2. № 75. P. 1-17. DOI: 10.3390/f9020075.

14. Ganguli, C., Engle, D.M., Mayer, P.M., Salo, L.F. Influence of resource availability on *Juniperus virginiana* expansion in a forest-prairie ecotone. 2016. Vol. 8. Iss.7. № e01433. P. 1-15. DOI: 10.1002/ecs2.1433.

15. García-Cervigón, A.I., Linares, J.C., García-Hidalgo, M., Camarero, J.J., Olano, J.M. Growth delay by winter precipitation could hinder *Juniperus sabina* persistence under increasing summer drought. Dendrochronologia. 2018. Vol. 51. P. 22-31. DOI: 10.1016/j.dendro.2018.07.003.

16. Arzac, A., García-Cervigón, A.I., Vicente-Serrano, S.M., Loidi, J., Olano, J.M. Phenological shifts in climatic re-sponse of secondary growth allow *Juniperus sabina* L. to cope with altitudinal and temporal climate variability. Agricultural and Forest Meteorology. 2016. Vol. 217. P. 35-45. DOI: 10.1016/j.agrformet.2015.11.011.

17. Hazubska-Przybył, T. Propagation of Juniper species by plant tissue culture: A mini-review. Forests. 2019. Vol. 10. Iss. 11. № 1028. P. 1-17. DOI: 10.3390/f10111028.

18. Akaberi, M., Boghrati, Z., Amiri, M.S., Khayyat, M.H., Emami, S.A. A review of conifers in Iran: Chemistry, biology and their importance in traditional and modern medicine. *Current Pharmaceutical Design*. 2020. Vol. 26. Iss. 14. P. 1584-1613. DOI: 10.2174/1381612826666200128100023.
19. García-Cervigón, A.I., Velázquez, E., Wiegand, T., Escudero, A., Olano, J.M. Colonization in Mediterranean old-fields: the role of dispersal and plant–plant interactions. *Journal of Vegetation Science*. 2017. Vol. 28. Iss. 3. P. 627-638. DOI: 10.1111/jvs.12500.
20. Sillett, S.C., Kramer, R.D., Van Pelt, R., Carroll, A.L., Campbell-Spickler, J., Antoine, M.E. Comparative development of the four tallest conifer species. *Forest Ecology and Management*. 2021. Vol. 480. № 118688. P. 1-23. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118688.