CONTENT

Alexandra V. Semenyutina, Maxim V. Tsoi Ecological and biological features of taxa of the Cupressaceae family in dendrological collections of the dry-steppe region	4
Alexandra V. Semenyutina, Aliya Sh. Huzhahmetova, Augusta A. Dolgikh, Vasily V. Sapronov The scientific basis of enrichment of dendroflora of low-forest regions with economically valuable plants	35
Alexandra V. Semenyutina, Kristina A. Melnik Stages of formation of seedlings of various species of the genus GLEDITSIA in dry-steppe conditions	52
Alexandra V. Semenyutina, Alexander A. Khatko Assessment of the modern biodiversity of the dendroflora of the Tsaritsa River valley and ways of its ecological rehabilitation	64
Victoria A. Semenyutina, Igor P. Svintsov Substantiation of the adaptability of <i>Zizyphus jujuba</i> varieties to the climatic conditions of the Volgograd region	82
Sergey E. Lazarev, Alexandra V. Semenyutina Scientific principles of reconstruction of gardening <i>ROBINIA</i> plantings	102

СОДЕРЖАНИЕ

Александра Викторовна Семенютина, Максим Вячеславович Цой Эколого-биологические особенности таксонов семейства Cupressaceae в дендрологических коллекциях сухостепного региона	4
Александра Викторовна Семенютина, Алия Шамильевна Хужахметова, Августа Андреевна Долгих, Василий Васильевич Сапронов Научные основы обогащения дендрофлоры малолесных регионов хозяйственно ценными растениями	35
Александра Викторовна Семенютина, Кристина Андреевна Мельник Стадии формирования сеянцев различных видов рода <i>Gleditsia</i> в сухостепных условиях	52
Александра Викторовна Семенютина, Александр Анатольевич Хатько Оценка современного биоразнообразия дендрофлоры долины р. Царица и пути её экологической реабилитации	64
Виктория Алексеевна Семенютина, Игорь Петрович Свинцов Обоснование адаптивности сортов <i>Zizyphus jujuba</i> к климатическим условиям Волгоградской области	82
Сергей Евгеньевич Лазарев, Александра Викторовна Семенютина Научные принципы реконструкции озеленительных робиниевых насаждений	102

Эколого-биологические особенности таксонов семейства Cupressaceae в дендрологических коллекциях сухостепного региона

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

Поступила в редакцию 07.03.2021

Принята 09.07.2021

Опубликована 15.10.2021

10.25726/q2423-4851-2863-i

Аннотация

Актуальность связана с расширением зеленого строительства на новых территориях в разнообразных и нередко тяжелых природных и агротехнических условиях возникла потребность в широком и разнообразном по биологическим и техническим свойствам ассортименте древесных пород и разработке дифференцированных методов их выращивания. Интродукция должна быть основана на обстоятельном изучении существующего опыта интродукции и знании стран – источников интродукции, истории формирования того или иного вида, учета экологических особенностей местообитаний, вертикальной зональности, существования географических и эдафических форм. Цель исследования заключалась в изучении эколого-биологических особенностей таксонов семейства Cupressaceae Bartl. в дендрологических коллекциях сухостепного региона. Исследованы шесть древесных вида семейства Cupressaceae, произрастающие в дендрокolleкциях ФНЦ Агроэкологии РАН: *Juniperus virginiana* L., *J. communis* L., *J. sabina* L., *Thuja occidentalis* L., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Pseudotsuga menziesii* (Mill) Franco. Изучены естественные ареалы объектов исследования. Выявлено, что виды подсемейства Thujoideae встречаются как в северном, так и в южном полушарии, виды подсемейства Juniperoideae (род *Juniperus*) – в умеренных областях северного полушария. Фенологические наблюдения выявили, что рост хвои у можжевельника обыкновенного начинался одновременно с ростом побегов в конце марта - начале апреля (на 1-1,5 месяца раньше, чем на родине), Период роста хвои продолжался 2-2,5 месяца, побегов – 135-180 дней. В ходе наблюдений за динамикой роста сеянцев, были получены метрические показатели сеянцев, 1-летние сеянцы *Platycladus orientalis* – 16-18 см, *Thuja occidentalis* – 9-14 см, *J. communis* – 10-15 см, *J. sabina* – 14-16 см, *Juniperus virginiana* – 14-16 см высотой. Анализ изменчивости морфологических признаков и биоэкологических свойств, адаптаций в новых условиях среды имеют большое значение для биоэкологического обоснования введения в культуру древесных таксонов семейства Cupressaceae. Этот анализ затрагивает оценку

природного разнообразия растений с таких важных сторон, как скорость роста, устойчивость и декоративность, сведений о которых в засушливых условиях крайне мало.

Ключевые слова

Декоративность, адаптация, *Thuja*, *Juniperus*, *Platycladus*, биоресурсы, биоэкологические свойства, Cupressaceae, дендрологические экспозиции, таксоны

Исследования проведены в рамках выполнения государственного задания (№ госрегистрации 121041200195-4 «Формирование полифункциональных кластерных дендрологических экспозиций и их реновации в биоресурсные искусственные и озелененные ландшафтные пространства рекреационного типа в малолесных регионах России»), финансирование Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Введение

Семейству кипарисовых принадлежит 20 родов, насчитывающих около 145 видов. Это втрое по величине и хозяйственному значению семейство после сосновых. Широко распространено по земному шару и имеет много представителей как в южном, так и в северном полушарии (Kahveci, 2018).

Увеличение числа видов хвойных растений для озеленительных и лесомелиоративных целей ограничивается отсутствием разработанного ассортимента, пригодного для тех или иных условий, а также биологически обоснованной агротехники выращивания их в условиях аридного климата и наличия маточников.

В видовом составе растительности Волгоградской области насчитывается только один вид хвойных (можжевельник казацкий). Интродуцированные и аборигенные хвойные могут играть важную роль в озеленении здравниц, городов, населенных пунктов. Хвойные выделяют фитонциды, благотворно влияющие на здоровье человека, в отличие от лиственных пород декоративны и обогащают воздух кислородом в течение всего года (Arzac, 2016; Castaldi, 2020; Ganguli, 2016; Ganguli, 2018; Hoff, 2018).

Введение растений в новые условия в основном производится выращиванием их из семян. Поэтому для успешной интродукции очень важно знать биологические особенности молодого возраста растений, вводимых в новые условия. Экзоты, как правило, сильнее реагируют на изменение условий существования, чем местные виды. Интродуцированные растения, поэтому представляют собой весьма ценные и интересные объекты для исследования биологических закономерностей в онтогенезе и изучении сущности процесса адаптации (Msanne, 2017; Ogunkunle, 2019).

Материалы и методы исследования

Объекты исследования виды семейства Cupressaceae, произрастающие в коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН: *Juniperus virginiana* L., *J. communis* L., *J. sabina* L., *Thuja occidentalis* L., *Platycladus orientalis* (L.) Franco (таблица 1) (Хвойные таксоны).

Таблица 1. Хвойные таксоны

Вид	Возраст, лет	Высота, см	Диаметр ствола на 1,3 м, см
<i>Juniperus virginiana</i> L.	20	500±25	10±0,3
<i>J. communis</i> L.	11	190±10	4±0,2
<i>J. sabina</i> L.	9	50±5	-
<i>Thuja occidentalis</i> L.	11	400±20	7±0,3
<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	20	380±17	12±0,5

Рисунок 1. Дендрологические коллекции хвойных таксонов ФНЦ агроэкологии РАН.

Изучение сезонных ритмов развития интродуцентов проводилось методом фенологических наблюдений Главного ботанического сада (таблица 2).

Таблица 2. Условные обозначения фенологических фаз

Наблюдения над вегетативными побегами	Наблюдения над генеративными побегами
Пб ¹ - набухание вегетативных почек	Ц ¹ - набухание генеративных почек
*Пб ² - распускание почек	Ц ² - распускание генеративных почек
Пб ³ - начало роста побегов	Ц ³ - обособление мужского и женского колосков
Пб ⁴ - окончание роста побегов	Ц ⁴ - начало пыления
О ¹ - одревеснение основания побегов	Ц ⁵ - конец пыления
О ² - полное одревеснение побегов	Пл ¹ - смыкание семенных чешуи, формирование шишки
Л ¹ - начало обособления хвои	Пл ² - изменение окраски шишкочагод и опробковение наружных чешуй шишек
Л ² - полное обособление хвои	Пл ³ - полное созревание шишек и шишкочагод
Л ³ - осеннее пожелтение хвои	Пл ⁴ - рассеивание семян
Л ⁴ - опадение хвои или веток	Пб ₁ - набухание вегетативных почек.

Thuja occidentalis L. — туя западная широко распространена в Сев. Америке, образует густые, часто непроходимые леса по болотам и в местах с близкими грунтовыми водами. Встречается на скалистых берегах горных рек и по речным долинам. Хорошо растет на свежих, влажных, глинистых почвах, хуже на известковых. Больше всего встречается в северных штатах Сев. Америки, где достигает 95 м высотой, южнее менее распространена и меньших размеров, на юге Аппалачских гор отмечена только на небольших высотах (рисунок 2).

Рисунок 2. Ареалы видов семейства Cupressaceae: 1 - *Juniperus virginiana* L., 2 - *Thuja occidentalis* L., 3 - *J. communis* L., 4 - *J. sabina* L., 5 - *Platycladus orientalis* (L.) Franco

Выявление видового и формового разнообразия на основании обследования и изучения справочных и ведомственных материалов ФНЦ агроэкологии РАН, Нижневолжской станции по селекции древесных пород филиала ФНЦ агроэкологии РАН. 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.

Климатограмму формировали на основе данных архива погоды портала «gr5.ru». Для изучения семенного материала был применен метод определения массы 1000 семян (ГОСТ 13056.1-67). Для статистической обработки данных использовались стандартные алгоритмы: средняя арифметическая с абсолютной и относительной ошибками, коэффициент вариации, точность опыта. Подсчеты проводились в программе «Excel» (Semenyutina, 2018; Semenyutina, 2014).

Широко: культивируется в Сев. Америке. В Европе с 1545 г. (А.И. Забелин). В Никитском саду введена в культуру в 1809 г., распространена на территории от широты Архангельска до Черного моря. Всюду растет успешно, не обмерзает и плодоносит (Pérez-Luna, 2020; Riddle, 2014; Seim, 2016).

На Южном берегу Крыма (Никитский сад) на сильно вскипающей серо-бурой почве погибла от засухи. Сохранившаяся в полутени форма туи западной в возрасте 40 лет 3,5 м высотой, за пределами Южного берега Крыма, сохранились единичные экземпляры. В степном Крыму растет значительно лучше, на Черноморском побережье Кавказа растет хорошо.

На Лесостепной станции в 28-летнем возрасте высота деревьев 6,0 (7,0) м. Начало плодоношения отмечено с 10-летнего возраста. В последние 10-13 лет плодоношение ежегодное и обильное. Под кроной деревьев туи наблюдается обильный самосев, но он в этот же год почти полностью погибает. В условиях лесостепи туя западная хорошо выдерживает сильные засухи. Является вполне зимостойкой породой.

Туя западная в природе — дерево или кустарник до 12 (29) м высоту и 60-90 (180) см в диаметре. В 11 лет 3,5, 5 м высоту. Кора трещиноватая; серовато-коричневая, отслаивающаяся в виде лент, побеги 1-2-го года плоские, ветвятся в горизонтальной плоскости двурядно; 3-летние побеги цилиндрические с красно-коричневой корой. Хвоя овальная, острая или заостренная, с железкой на наружной стороне, ярко-зеленая сверху, желтовато-зеленая снизу, в зиму принимает буро-зеленую окраску (Pérez-Luna, 2020; Rundel, 2019; Rundel, 2014; Seim, 2016), (рисунок 3).

Рисунок 3. Туя западная в питомнике ФНЦ агроэкологии РАН

Рисунок 4. Шишки туи западной

Platycladus orientalis (L.) Franco – плосковеточник восточный, естественная область распространения — горы Северного Китая (провинции Шэнси и Шанси), В умеренной зоне летнезеленых лесов, характеризующейся сухой и холодной зимой, засушливой весной и теплым влажным летом. Растет на каменистых почвах, с маломощным почвенным покровом, достигая высоты более 2 м и 2,7 м в диаметре, по южным склонам на высоте до 1000 м над уровнем моря вместе с сосной китайской и лиственными породами. Является обычным деревом к западу от Пекина, широко и с давних времен культивируется в Китае и Японии (рисунок 2).

Плосковеточник восточный — однодомное дерево высотой 5,7 м. Кора темно-серая или красно-бурая, отслаивающаяся. Ветви плоские, крепкие, желто-красные, узловатые, расположены в вертикальной плоскости, благодаря чему этот вид легко отличается от туи западной. Побеги зеленые. Хвоя молодых растений игловидная, взрослых - чешуевидная, расположенная крест-накрест супротивно, с обеих сторон зеленая, по форме и величине похожа на хвою туи западной, отличается туповатой верхушкой и ланцетовидной вдавленной спинной железкой срединных чешуек (рисунок 5).

Рисунок 5. Плосковеточник восточный

Мужские шишки закладываются за год до пыления (в августе) на концах коротких пазушных побегов, а женские — в верхней и средней части кроны на концах боковых побегов также за год до пыления. Мужские шишки шаровидные, 4 парами накрест расположенных щиткообразных чешуек, каждая из которых с 4 пыльниками.

Молодые женские шишки вверх направленные, округло яйцевидные, мясистые, сизо-зеленые, с 6-8 крест-накрест супротивными чешуйками, черепитчато налегающими одна на другую. Зрелые шишки коричнево-бурые, с деревянистыми утолщенными чешуйками, несущими на наружной поверхности верхушки отростки, обращенные назад. Верхние чешуйки бесплодные, средние имеют по одному семени, а нижние — по 2. Семя бескрылое, темно-коричневое, яйцевидное, с плотной оболочкой и со светлым пятном при основании, занимающим 1/4 всей поверхности (Semenyutina, 2018; Semenyutina, 2014; Sapronova, 2020).

Шишки созревают в условиях Ташкента в год пыления, в конце августа - начале сентября раскрываются и семена быстро выпадают. Вес 1000 шт. семян 27,7 г.

Плосковеточник отличается от близких к ней родов туи, либоцедруса и кипариса более или менее прямыми или вверх приподнятыми ветвями, разветвляющимися в одной плоскости и

образующими как бы систему пластин, радиально расходящихся от общей центральной оси, ярко-зеленой одноцветной с обеих сторон хвоей, не имеющей белых устьичных пятен, вдавленной ланцетовидной железкой срединных чешуек, округлыми мясистыми, голубовато-зелеными рогатыми шишками в молодости, становящимися в зрелости темно-коричневыми, деревянистыми и бескрылыми коричневыми яйцевидно-овальными семенами, 5-6 мм длиной с белым пятном в основании.

Juniperus communis L. — можжевельник обыкновенный, распространен *J. communis* почти на всей территории холодной и умеренной Европы и Азии. Растет от дальнего Севера до стран Средиземного моря, в Малой Азии, в Персии, Афганистане, в восточных Гималаях, от Португалии до Кавказа и далее через Сибирь до Камчатки и Охотского побережья. Встречается в США и в Канаде (рисунок 2).

Столь широкий ареал можжевельника обыкновенного указывает на способность произрастать в самых разнообразных экологических условиях: от крайнего севера до субтропических районов, в условиях полярного длинного дня и короткого дня юга, короткого вегетационного периода на севере и длинного на юге, при абсолютном зимнем минимуме температуры - 60°C и абсолютном максимуме +40°C. Растет на различных почвах: песчаных, известковых, суглинистых, сухих, влажных, иногда даже на болотах, довольствуется малоплодородной почвой. Заморозками и высокой температурой не повреждается, но трудно переносит восточные сухие и холодные ветры, поэтому в степи не встречается. Встречается под пологом леса. Переносит затенение, но лучше растет на открытых местах, на крайнем юге наблюдается в горах (Semenyutina, 2018; Semenyutina, 2014; Sapronova, 2020).

По наблюдениям, проведенным в Швеции, на малоплодородных почвах преобладают мужские экземпляры, на более плодородных — женские. В изреженном лесу отмечено 7% стерильных растений, в густом — 23%.

Можжевельник обыкновенный соответственно своему обширному ареалу и разнообразию экологических условий, в которых он произрастает, весьма изменчив.

В природе это довольно крупное дерево, высотой до 17 м или кустарник. Так, около г. Ломоносова, есть два дерева высотой до 11 м, в Скандинавии, в северо-восточной части Норвегии, дерево можжевельника обыкновенного высотой 17 м, с диаметром на высоте груди 21,2 см в возрасте 85-90 лет (рисунок 6).

Рисунок 6. Можжевельник обыкновенный

Шишкягоды с приятным ароматом, содержат виноградный сахар и эфирные масла, употребляемые в медицине, ликерном и парфюмерном производстве.

Можжевельник обыкновенный издавна введен в культуру в Западной Европе и странах СНГ. В Средней Азии в культуре почти не встречается.

Мужские шишки пазушные, овальные, 3-4 мм длиной, жёлтые, закладываются с осени. Женские шишки очень маленькие, светло-зеленые, с черепитчатыми, широкояйцевидными, заостренными чешуями и с тремя беловатыми семяпочками, закладываются за год до пыления.

Шишкягоды почти сидячие (на очень коротких — 1 мм длиной ножках), одиночные; зрелая шишкягода иссиня-черная, 9-11 мм в поперечнике, округлая, заключает 1-3 семени, созревает на 2-й год. На одной и той же ветке встречаются 1-летние и 2-летние шишкягоды. На вершине шишкягоды видна трехлучистая звездочка — след срастания чешуй.

Семена продолговато-трехгранные, 3,5-5 мм длиной, 2,53 мм толщиной, у вершины суженные, иногда морщинистые (недоразвитые), буроватые, матовые, с твердой оболочкой и многочисленными смоляными железками. Зародыш с двумя семядолями, занимает почти все семя.

Семена, посеянные осенью, дают всходы в апреле следующего года, а иногда и на 2-й год — в марте-апреле. При весеннем посеве (март) — через год, в апреле. Свежесобранные семена при осеннем посеве прорастают одновременно.

Грунтовая всхожесть семян 70-80%. Всходы с 2 семядолями, подсемядольное колено 2,1 см длиной, 1 мм толщиной, карминно-красное. Семядоли линейные, 8-12 мм длиной, 1-1,7 мм шириной, жесткие, на верхушке тупые, снизу ярко-зеленые, сверху сизоватые, на верхней стороне в виде отдельных точек расположены устьица. Первые листья (хвоя) супротивные, 8-15 мм длиной и 0,6-1 мм шириной, жесткие, изогнутые вверх, на верхушке с вытянутым колючим острием, сизо-зеленые сверху, с широкой голубоватой устьичной полоской в середине. Последующие листья в мутовках по 4, по морфологии сходны с первыми (Semenyutina, 2020; Semenyutina, 2021).

Juniperus sabina L. — можжевельник казацкий широко распространен в Центральной и Юго-Восточной Европе, на Кавказе (горы главного Кавказского хребта и на хребтах Аджаро-Имеретинском и Тriaлетском, исключая Армению и Талыш), Южном Урале, в степной зоне Сибири и Казахстана, в Зап. Саянах, в горах Сев. Монголии, в Средней Азии (Тянь-Шань, Джунгарский Алатау, Тарбагатай). Высотные пределы его распространения до 2100 м над уровнем моря (рисунок 2).

Растет на самых разнообразных почвах гор и равнин: песках и меловых отложениях, известняках и глинах, по каменистым склонам гор, чаще в степной области, чем в лесной.

Можжевельник казацкий является типичной формой стелющегося кустарника. В пределах этого вида встречаются лишь единичные древовидные формы с узкопирамидальной кроной высотой до 8 м (*J. sabina fastigiata* Boom.) или прямостоячие кустарники (*J. sabina erecta* hort.), приуроченные к европейской части ареала. Форма стланца у можжевельника казацкого значительно отличается от формы дерева по сравнению с можжевельником туркестанским. В отличие от можжевельника туркестанского у м. казацкого наблюдается дифференциация побегов на ползучие быстрорастущие, вегетативные, образующие приземистый скелет стланца, и растущие вверх, более короткие, генеративные, представляющие собой боковые ветви третьего и более высоких порядков. Эти ветви составляют основную массу приподнимающихся побегов по всей куртине стланца. Их высота не превышает 50—70 см. Развитие и быстрый рост ползучих скелетных укореняющихся побегов одного экземпляра можжевельника казацкого приводит к формированию крупных куртин диаметром до 15-20 м.

Все части растения при растирании издают резкий неприятный запах. Кора гладкая, красновато-серая. Побеги темно-зеленые, округлые. Хвоя у взрослых (плодоносящих) растений чешуевидная, 1-2,5 мм длиной, 0,6-0,7 мм шириной, расположена черепитчато, ромбическая или удлиненно-ромбическая, острая или притупленная, прижатая к побегам, лоснящаяся, с килем и овальной смоляной железкой снизу. Хвоя на молодых растениях, а иногда на нижних ветвях плодоносящих растений, ювенильная — игловидная или промежуточного типа, постепенно переходящая в чешуевидную. Ювенильная хвоя — 8 мм длиной и 0,7-0,9 мм шириной,

тонкозаостренная, шиловидная, с низбегающим основанием, колючая, снизу выпуклая, с длинной светлой железкой у основания, сверху вогнутая, с беловатыми устьичными полосками. Расположена она супротивно или в мутовках по три, с приросшими к побегу основаниями и низбегающими до игл следующей мутовки, отстоящие от побега на всем протяжении. Хвоя сохраняется 3 года.

Растения двудомные, реже однодомные. Мужские шишки верхушечные, овальные. Шишкоягоды одиночные, 5-7 мм длиной, от округлоовальных до приплюснуто-шаровидных, бурочерные, покрытые сизым налетом, состоят из 4-6 сросшихся чешуй на коротких, обычно согнутых ножках (2-7 мм дл.), поникающие, двух-четырёхсеменные, редко односеменные. Семена яйцевидные или ромбические — более или менее бороздчатые, темно-коричневые, блестящие.

Juniperus virginiana L. - можжевельник виргинский, распространен на востоке Северной Америки, от Мексиканского до Гудзонова залива. В восточных штатах растет в Виргинии, Техасе, Луизиане, Алабаме, Джорджии и Флориде, Мичигане и в Мейне, на севере доходит до юга полуострова Новая Шотландия, на западе встречается от Атлантического побережья до штатов Сев. Каролина и Виргиния; на востоке до сухих приречных штатов Канзаса, Небраски и южной Дакоты (рисунок 2).

На востоке прибрежной полосы Атлантического океана распространена форма можжевельника виргинского с узкой, конической кроной. Узкие колоновидные формы обычны для Северной Виргинии, более широко пирамидальные — типичны для юга. Можжевельник с шаровидной или яйцевидной кроной встречается от Канады до Флориды и на востоке Скалистых гор, а в остальных частях типична его обычная и сизая форма. В штате Мэриленд, у северной границы, можжевельник виргинский достигает 12-15 м высотой и 1,10 м в диаметре, а в Восточном Техасе и Северной Флориде, в южных частях ареала 24-30 м высотой и 1,5 м в диаметре.

Можжевельник виргинский растет в различных почвенных условиях: на сухих, бедных, гравийных склонах гор, а также по речным галечниковым террасам, вдоль берега океана, на очень скалистых выступах. На юге встречается на болотах и на более влажных почвах долин рек и ручьев. Хорошо растет на свежих светлых глинистых, суглинистых, известняках и песчаных почвах (рисунок 7).

До заселения Америки европейцами виргинский можжевельник рос обширными рощами. В настоящее время от прежних рощ остались лишь отдельные деревья. Одной из причин уничтожения его в США явилась расчистка местности под поля и фермы, второй — получение древесины для производства карандашной дощечки.

В Европе можжевельник виргинский культивируется с 1664 г. Значительные насаждения для получения карандашной древесины имеются в ФРГ. В Южном Африканском союзе известен с 1880 г. В России впервые появился на Украине в 1811 г. после интродукции Кременецким садом на Волыни. В Никитском ботаническом саду введен с 1815 г. В дальнейшем широко распространился на юге Украины, в Крыму, на Кавказе, в Молдавии, в южной Белоруссии и Средней Азии после присоединения ее к России.

Можжевельник виргинский в 10-11-летнем возрасте достигает 5,61 м высотой и 7,7 см в диаметре на высоте груди, средний годичный прирост по высоте равен 37,4 см. Крона с поднимающимися или свисающими веточками, формирующими сначала узкую, яйцевидную, а позже с возрастом широко пирамидальную, раскидистую крону. У молодых растений ветви начинаются почти от уровня почвы, позже с возрастом стволы постепенно очищаются, и в значительной степени теряется декоративность. Кора серая или красновато-бурая. Побеги очень тонкие, сизовато-зеленые, неясно-четырёхгранные (Singh, 2020; Sillett, 2021; Xu, 2018).

Рисунок 7. Можжевельник виргинский

Результаты и обсуждение

При осеннем и весеннем (март) посевах всходы появляются в апреле-начале мая. Семена, посеянные в мае, дают всходы через 20-25 дней. При августовских сроках посева всходы появляются в октябре того же года (через 30-45 дней). Семена, посеянные в июне, всходят в течение лета и осени этого года, а единичные всходы наблюдаются через год после посева. Всходы из семян, полученных из северных районов, появляются раньше, чем из южных.

Первичная хвоя игловидная, мягкая, короткая, 4-5 мм длиной, заостренная, снизу сизовато-зеленая или зеленая, сверху блестящая, с устьичными полосками и выделяющейся жилкой (рисунок 8).

Рисунок 8. Температурный режим в годы исследования

Первая пара первичных хвоинок, супротивно расположенная в мутовках по 3-4 шт. Семядоли желтеют в конце 1-го. года, засыхают и опадают в течение зимы. В 1-й год растения достигают 9-13 см высотой, с боковыми веточками и настоящей чешуевидной хвоей. Чешуевидная хвоя образуется на побегах второго-третьего порядка ветвления. В отличие от плосковеточника у сеянцев туи западной в 1-й год не образуется боковых побегов с ювенильной хвоей (рисунок 9).

Рисунок 9. Побеги туи западной

Главный корень сеянца растет быстро и в фазе семядолей при высоте надземной части 0,3 см достигает 3,8 см дл. Через 20-25 дней после появления всходов на главном корне образуются боковые корни первого порядка, главный корень 8-9 см дл. Главный корень в фазе образования первого бокового ответвления на стебле достигает 12,8 см дл. В период формирования боковых побегов на стебле рост корней замедляется.

На 2-й год жизни рост хвои и побегов начинается в первой декаде апреля. На главном побеге сначала образуется первичная хвоя. Позднее появляется промежуточная, а затем настоящая хвоя, типичная для данного вида. На 3-й год жизни формируется только чешуевидная хвоя. При поломках или сильной обрезке на отрастающих побегах сначала появляется первичная хвоя, а затем настоящая (рисунок 10).

Рисунок 10. Побеги туи западной

Сеянцы страдают от высоких температур и сухости воздуха, часто на хвое можно наблюдать солнечные ожоги, поэтому посевные гряды следует затенять. Особенно сильно страдают сеянцы при нерегулярном поливе и подсушивании почвы. Сохранность сеянцев при соблюдении хорошего ухода в 1-й год 65-70%. Крона и корневая система в последующем формируется по тому же типу, что и у биоты. Туя западная в 1-е годы жизни растет медленно, с 4-5-го года прирост побегов увеличивается. Наиболее интенсивно побеги растут в первую половину вегетации с некоторым замедлением в июле-августе. С августа темп роста вновь усиливается.

Первое цветение наблюдается на 5-6-й год жизни при достижении четвертого-пятого порядка ветвления побегов. При первом цветении часто образуются только мужские шишки, а женские — год спустя. Мужские и женские шишки закладываются в августе, за год до цветения (рисунок 11).

Рисунок 11. Пыление туи западной

У 3-летних сеянцев, выращенных из семян, полученных из Венгрии (всходы появились в июне), уже на 3-й год образовались женские шишки. Плодоношение у растений, дошедших до цветения, в условиях Ташкента ежегодное и обильное. У растений, высаженных на открытых местах, часто наблюдается хлороз. Обильный полив и защита от юго-западных лучей солнца улучшает состояние растений.

В зиму хвоя буреет, весной зеленая окраска восстанавливается. Обмерзания сеянцев (за исключением 1-2-летних) не наблюдается.

Большинство форм туи западной начинают плодоносить значительно позже основного вида. Всхожесть семян у декоративных форм очень низкая, кроме того, при выращивании из семян редко наследуется материнская форма. Размножаются черенками.

При летних (август) и раннеосенних (сентябрь) сроках посева свежесобранных семян всходы плосковetchочника появляются через 13-15 дней, но сеянцы, не успев окрепнуть, в массе погибают зимой. При более поздних осенних посевах (ноябрь) семена всходят в марте — начале апреля следующего года, а при весеннем (март-апрель) — через 30-35 дней. Сеянцы, позднеосенних и весенних посевов вырастают более крепкими и устойчивыми к неблагоприятным условиям среды.

Всходы плосковetchочника с 2 семядолями. Подсемядольное колено цилиндрическое, книзу несколько утолщенное, до 3 см длины и 1,2 мм толщиной, голое, коричневое. Семядоли 18-25 мм длиной, 3-4 мм шириной, плоские, тонкие, с закругленной туповатой верхушкой, ярко-зеленые, с сизым налетом сверху, хорошо выраженной более темной жилкой и несколькими устьичными полосками на верхней стороне, снизу — светлее.

Вслед за семядолями из почки, заключенной между ними, появляется пучок хвоинок, затем вырастает стебелек, несущий супротивные хвоинки, 15 мм длиной, 1 мм шириной, линейношиловидные, трехгранные, на верхушке заостренные, сверху зеленые, снизу сизоватые, с устьичными полосками с нижней стороны и утолщенной зеленой жилкой. Последующая хвоя расположена мутовками по четыре, крест-накрест-супротивно. Морфологически она сходна с первичной хвоей.

Корень стержневой, сначала светло-коричневый, затем темнеющий. Одновременно с ростом надземной части быстро растет главный корень, достигающий в фазе семядольных листочков 8,5 см длиной. С появлением на стебле мутовчато расположенной хвои на главном корне формируются боковые. Спустя 30-35 дней после появления всходов начинается ветвление стебля. С ростом боковых ювенильных побегов на стебле на боковых корнях развиваются корни второго порядка.

Сеянцы растут быстро. В конце 1-го года формируется разветвленная крона из побегов первого — второго-третьего порядков ветвления. На главном стебле и побегах первого порядка хвоя первичная, игольчатая, на побегах второго порядка ветвления и выше вырастает чешуевидная хвоя. Стебель 1-летних сеянцев достигает 16-18 см высотой при диаметре у корневой шейки 5-10 мм. Семядоли желтеют и отмирают в октябре-ноябре 1-го года.

Главный корень в 1-й год растет быстро, достигая 16-18 см длиной. На корнях первого порядка отмечены корни второго и третьего порядков ветвления. Радиус боковых корней не выходит за пределы кроны. Наибольшая масса корней сосне в верхнем горизонте почвы. Эндотрофной микоризы на корнях не наблюдалось, отмечена эктотрофная микориза (рисунок 12).

Рост стебля на 2-й год жизни сеянца обычно начинается в конце марта-начале апреля. Сначала растет хвоя на верхушках прошлогодних побегов, затем начинается отрастание новых побегов с одновременным формированием на них хвои. На растущем главном побеге и побегах первого порядка ветвления образуется первичная игольчатая хвоя, а из пазухи ее на укороченных боковых побегах формируется чешуевидная настоящая хвоя. Наиболее значительный рост побегов наблюдается в первую половину вегетации с некоторым замедлением темпа роста в июле до середины августа. В конце августа и сентябре рост побегов вновь ускоряется. Развитие побегов и хвои продолжается до конца октября (рисунок 13).

Рисунок 12. Динамика роста растений видов семейства Cupressaceae

Главный корень сеянца на 2-й год жизни продолжает быстро расти и к концу вегетационного периода достигает 35 см длины. Боковые корни образуют густо разветвленную сильную поверхностную корневую систему. В росте корней, как и в росте надземной части, наблюдается некоторая периодичность: сильный рост с конца февраля до июня, слабый — в июне-августе и вновь усиливающийся в сентябре, октябре. Интенсивный рост главного корня происходит у сеянцев до 3-4-летнего возраста, затем — более замедленный.

Интенсивность роста сеянцев плосковеточника зависит от сроков посева, происхождения семян и ухода за сеянцами. Наиболее значительный рост отмечен у сеянцев, выращенных из семян южного происхождения (Китай, Адлер, Батуми, Ашхабад), наименьший — у сеянцев из семян, полученных из Чехословакии и Украины.

Сеянцы плосковеточника в условиях полива растут быстро. Наиболее быстрый рост побегов происходит с 3-4-го года жизни до 7-8-летнего возраста, т. е. до начала обильного плодоношения.

При поломках, подрезке, обмерзании побегов крона быстро восстанавливается. Значительное удаление или потеря большого количества побегов приводит к омоложению побегов: на отрастающих побегах формируется ювенильная (первичная) хвоя, которая в дальнейшем заменяется чешуевидной.

Ювенильная хвоя отмирает на 2-й год по мере одревеснения побега, несущего эту хвою. Длительность жизни чешуевидной хвои 4-5 лет, после чего она засыхает и побеги покрываются корой. Плосковеточник в любом возрасте хорошо переносит пересадку при ранневесеннем и раннеосеннем срок, обильном поливе и хорошем уходе.

Первое пыление у плосковеточника наблюдается на 3-6-й год 1 побегов 4-5 порядков ветвления. При первом пылении мужские шишки появляются на год раньше женских. В конце марта — начале апреля, в зависимости от погоды, пыльники растрескиваются, и пыльца высыпается. Пыльца пере носится ветром. Ее обычно так много, что при малейшем дуновении ветра образуется целое облако. Шишки созревают в 1-й год в конце августа — начале сентября. Созревшие шишки растрескиваются и семена быстро высыпаются, этому медлить со сбором-семян не следует. Пустые шишки могут висеть на дереве 2—3 года.

Рисунок 13. Побеги плоскочеточника восточного

Утверждение некоторых исследователей о том, что созревание шишек плоскочеточника происходит на 2-й год — ошибочно. Зарекомендовала себя как неприхотливое и устойчивое растение. Сеянцы до 4-летнего возраста иногда обмерзают, но быстро восстанавливают крону (рисунок 14).

Главный корень можжевельника обыкновенного по выходе из семени растет быстро, углубляясь в почву на 6,5—7 см. Семядоли расправляются, хвоинки, находящиеся между ними, располагаются мутовками на удлиняющемся главном побеге: на главном корне в этот период закладываются боковые. Корень растет быстрее стебля. При высоте стебля 5 см длина главного корня достигает 14 см. Семядоли желтеют в июле и вскоре опадают. В средней части побега в пазухе хвои закладываются почки. Через месяц из них образуются короткие побеги. Главный корень в этот период растет слабо. Рост стебля продолжается до июля, затем приостанавливается в росте, а с понижением температуры темп роста стебля усиливается и продолжается до заморозков. Рост корней возобновляется в августе, но ветвления корней не отмечено. В конце 1-го года сеянцы достигают 8 см высоту при диаметре у корневой шейки 1,5 мм. На стебле имеется до 10 первичных хвоинок. Сохранность сеянцев — 62-70%. В зимний период хвоя приобретает слабый буроватый оттенок.

Весной, в марте, следующего года сначала трогаются в рост корни, а в апреле — побеги. В течение 2-го года часто происходит значительный рост боковых побегов и у сеянцев образуется очень красивая крона яйцевидной формы. Высота 2-летнего растения 18-21 см, длина хвои 1,3 см, ширина хвои 1 мм. Рост побегов заканчивается в конце сентября. Корневая система сильная, густо разветвленная.

В первые 3 года сеянцы можжевельника растут слабо, на 4-5-й год рост побегов усиливается, прирост достигает 45-50 см. На 4-5-м году отмечено первое заложение женских шишек, первые

шишкоягоды созрели через год, семена полноценные (из них выращены сеянцы, которым в настоящее время 2-3 года). Можжевельник обыкновенный ежегодно обильно плодоносит. Имеется самосев.

Рисунок 14. Шишки плосковеточника восточного

Всходы, появившиеся в июне, развиваются быстро и начинают плодоносить на год раньше, чем растения, выросшие из более ранних всходов.

У можжевельника казацкого рост стебля в 1-й год вегетации идет по восходящей кривой с некоторым замедлением в июне, июле и повышением в августе после спада высокой температуры. В сентябре-ноябре рост заканчивается. В 1-й год образуется 9-12 пазушных побегов, 1,8-2,4 см длиной, несущих более короткую про межуточного типа игловидную хвою. Высота стебля к концу вегетации достигает 14-16 см. Хвоя с наступлением осенних похолоданий буреет (рисунок 15).

Рисунок 15. Побеги можжевельника казацкого с пыльниками

Главный корень в фазе семядолей 5,4 см длиной, с боковыми корнями первого порядка. Одновременно с ростом главного корня в длину на нем формируются боковые корни. К концу года при высоте надземной части 8-10 см главный корень достигает 18-20 см, имеет боковые корни второго порядка. Рост корней на 2-й год вегетации начинается в конце февраля, в марте, а надземной части — в начале апреля. Сеянцы можжевельника казацкого с первых лет растут быстро. Прирост побегов на 2-й и последующие годы достигает 40-60 см в год. У стелющихся форм рост побегов более замедленный

— 8-12 см в год. Корневая система у такого 2-летнего растения, разветвленная с большим количеством мелких тонких корешков 3-4 порядка ветвления. Длина главного корня 22 см при высоте надземной части 16 см.

Можжевельник казацкий хорошо переносит пересадку. После пересадки формируется густая поверхностная корневая система с массой мелких мочковатых корней.

На 3-4 год жизни (в зависимости от происхождения семян и сроков посева) на побегах второго-третьего порядка появляется хвоя промежуточного типа, переходящая постепенно в чешуевидную. На 4-й год жизни у растений на побегах третьего-четвертого порядка ветвления появляются мужские шишки. Женские шишки образуются на 5-й год жизни на побегах четвертого-пятого порядка ветвления, несущих настоящую хвою. Семена созревают на 2-й год. Семена первого плодоношения обычно не дают всходов. Ювенильная игловидная хвоя отмирает на 2-й год жизни по мере одревеснения несущего ее побега.

У можжевельника виргинского при осенних посевах (октябрь-ноябрь) свежесобранными семенами всходы появляются в марте, а при весенних — через год. Грунтовая всхожесть местных семян 43-52%, а у семян, полученных по индексам, 25-50%. Снегование, стратификация в течение 3-4 месяцев ускоряют появление всходов.

Всходы с двумя семядолями, семядоли линейные, зеленые, снизу блестящие, сверху матовые, на верхушке тупые или слегка выемчатые, 13-15 мм длиной и 1 мм шириной. Подсемядольное колено красно-коричневое, 2,3 см длиной и 1 мм толщиной. Первые два листа супротивные, мягкие, с колючей верхушкой, с обеих сторон сизоватые, 9-1 мм длиной и около 1 мм шириной, последующие — по 4 в мутовке и по 3 на боковых веточках. Семядоли опадают в конце сентября 1-го года. С наступлением холодов хвоя принимает фиолетовую окраску.

Хвоя двух типов: мелкая чешуевидная, плотно прижатая к побегам и игловидная, темно-зеленая; игловидная встречается только в молодом возрасте или на нижних побегах взрослых деревьев и в затененных частях взрослого дерева, а также у некоторых ювенильных садовых форм. Чешуевидная хвоя удлинненно-ромбическая или ромбическая, 1-2 мм длиной, приостренная, на спинке со смоляной железкой или без нее, темносиневато-зеленая, с белым налетом, в зиму бурящая. Игловидная хвоя линейно-ланцетная, до 15 мм длиной и 1 мм шириной, с шиловидной верхушкой, расположена в мутовках по три, сверху вогнутая с белой устьичной полоской, снизу — с ясно выраженным килем, отстоящая (рисунок 16).

Рисунок 16. Шишки можжевельника виргинского

Шишкягоды шаровидные, голые, от 5 до 6 мм в диаметре, с плотно сросшимися мясистыми чешуями, сначала зеленые, по мере созревания синеют и покрываются белым налетом. Мякоть плодов сладковатая, смолистая. В шишкягоде содержится 1-2 реже 3 семени.

Семена округло-яйцевидные, 3,5-4 мм длиной, 2-2,5 мм толщиной, треугольные, с узким заостренным кончиком и сравнительно маленьким рубчиком, светло-каштановые, блестящие, с твердой оболочкой. Вес 100 семян 2,5-2,6 г. Всхожесть семян сохраняется 2-3 года (рисунок 17,18).

Рисунок 12. Динамика роста растений видов семейства Cupressaceae

Рисунок 17. Однолетние сеянцы можжевельника виргинского, выращенные в питомнике ФНЦ агроэкологии РАН

Рисунок 18. Двухлетний сеянец можжевельника виргинского

Заключение

В ходе исследования было изучено географическое распространение родов семейства. Определили, что виды подсемейства *Thujoideae* встречаются как в северном, так и в южном полушарии, виды подсемейства *Juniperoideae* (род *Juniperus*) – в умеренных областях северного полушария. Рост хвои у можжевельника обыкновенного начинался одновременно с ростом побегов в

конце марта-начале апреля (на 1-1,5 месяца раньше, чем на родине). Рост хвой продолжался 2-2,5 месяца, побегов – 135-180 дней. Пылил *Juniperus communis* спустя 20-25 дней после начала роста хвой и побегов, шишки созревали в сентябре-октябре 2-го года. Раньше всех рост хвой и побегов был отмечен можжевельника казацкого март – начало апреля. Рост побегов у видов можжевельника протекал дольше, чем у других видов хвойных, не смотря на это побеги морозом не повреждались. У туи западной и плосковеточника восточного рост побегов начинался в марте-апреле. С начала данный период наступал у плосковеточника, затем туи. Рост побегов мог длиться до сентября. Пыление у туи и плосковеточника начинался раньше или одновременно с ростом хвой и побегов и продолжался 3-6 дней. Шишки созревали в сентябре первого года, по мере созревания они раскрывались и семена выпадали.

Полученные практические результаты позволяют рекомендовать для внедрения и испытания в условиях аридного климата Волгоградской области. Опыт и анализ работы по интродукции хвойных растений ещё раз подтверждает, что прогнозы об успешности интродукции или введения в культуру не могут основываться только на экологическом анализе и фитоклиматических аналогах, а должны подкрепляться знанием биологии и филогенеза интродуцентов.

Список литературы

1. Хвойные таксоны и их биоэкологическая характеристика для разных типов насаждений: пат. 2021621605 Рос. Федерация: RU2021621605.
2. Arzac, A., García-Cervigón, A.I., Vicente-Serrano, S.M., Loidi, J., Olano, J.M. (2016). Phenological shifts in climatic response of secondary growth allow *Juniperus sabina* L. to cope with altitudinal and temporal climate variability. *Agricultural and Forest Meteorology*. Vol. 217. P. 35-45. DOI: 10.1016/j.agrformet.2015.11.011.
3. Castaldi, C., Marchi, M., Vacchiano, G., Corona, P. (2020). Douglas-fir climate sensitivity at two contrasting sites along the southern limit of the European planting range. *Journal of Forestry Research*. Vol. 31. Iss. 6. P. 2193-2204. DOI: 10.1007/s11676-019-01041-5.
4. Ganguli, C., Engle, D.M., Mayer, P.M., Salo, L.F. (2016). Influence of resource availability on *Juniperus virginiana* expansion in a forest-prairie ecotone. Vol. 8. Iss.7. № e01433. P. 1-15. DOI: 10.1002/ecs2.1433.
5. García-Cervigón, A.I., Linares, J.C., García-Hidalgo, M., Camarero, J.J., Olano, J.M. (2018). Growth delay by winter precipitation could hinder *Juniperus sabina* persistence under increasing summer drought. *Dendrochronologia*. Vol. 51. P. 22-31. DOI: 10.1016/j.dendro.2018.07.003.
6. Hoff, D.L., Will, R.E., Zou, C.B., Lillie, N.D. (2018). 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.
7. Kahveci, G., Alan, M., Köse, N. (2018). Distribution of juniper stands and the impact of environmental parameters on growth in the drought-stressed forest-steppe zone of central Anatolia. *Dendrobiology*. Vol. 80. P. 61-69. DOI: 10.12657/denbio.080.006.
8. Msanne, J., Awada, T., Bryan, N.M., Schacht, W., Drijber, R., Li, Y., Zhou, X., Okalebo, J., Wedin, D., Brandle, J., Hiller, J. (2017). Ecophysiological responses of native invasive woody *Juniperus virginiana* L. to resource availability and stand characteristics in the semiarid grasslands of the Nebraska Sandhills. *Photosynthetica*. Vol. 55. Iss. 2. P. 219-230. DOI: 10.1007/s11099-016-0683-y.
9. Ogunkunle, C.O., Oyedele, S., Adeniran, I.F., Olorunmaiye, K.S., Fatoba, P.O. (2019). *Thuja occidentalis* and *Duranta repens* as indicators of urban air pollution in industrialized areas of southwest Nigeria. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. Vol. 84. Iss. 2. P. 193-202.
10. 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*. Vol. 52. Iss. 4, P. 1369–1378. DOI:10.30848/PJB2020-4(10).
11. Riddle, J. Shifting climate sensitivity and contrasting growth trends in *Juniperus* species growing together at opposite range margins. (2014). *Tree Ring Research*. Vol. 70. Iss. 2. P. 101-111.

12. Rundel, P.W. (2019). A neogene heritage: Conifer distributions and endemism in mediterranean-climate ecosystems. *Frontiers in Ecology and Evolution*. Vol. 7. Iss. SEP. № 364. P. 1-19. DOI: 10.3389/fevo.2019.00364
13. Sapronova D.V., Dolgikh A.A., Tsoi M.V., Sapronov V.V. (2020). The specificity of the reproduction of conifers in the nurseries of the Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences. *World Ecology Journal*. Vol. 10.No. 2.P. 18-55. DOI: 10.25726 / worldjournals.pro / WEJ.2020.2.2.
14. 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. (2016). Climate change increases drought stress of juniper trees in the mountains of central Asia. Vol. 11. Iss. 4. № e0153888. P. 1-14. DOI: 10.1371/journal.pone.0153888.
15. Semenyutina A. V., Tsoi M. V., Bugreev N. A. (2020). Assessment of woody plants *Juniperus* L. for landscaping urbanized areas of low-wooded regions. *World Ecology Journal*. Vol.10. No.1. P.97-120. DOI: 10.25726 / worldjournals.pro / WEJ.2020.1.5.
16. Semenyutina A.V., Tsoi M.V., Sapronov V.V. (2021). Experience in the introduction of coniferous plants in dry steppe conditions. *World Ecology Journal*. Vol.11. No.1. P.97-120. DOI: 10.25726 / 17664-5483-8738-s.
17. 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.
18. 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), pp. 699-702.
19. Sillett, S.C., Kramer, R.D., Van Pelt, R., Carroll, A.L., Campbell-Spickler, J., Antoine, M.E. (2021). Comparative development of the four tallest conifer species. *Forest Ecology and Management*. Vol. 480. № 118688. P. 1-23. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118688.
20. Singh, S.P., Gumber, S., Singh, R.D., Singh, G. (2020). How many tree species are in the Himalayan treelines and how are they distributed? *Tropical Ecology*. Vol. 61. Iss. 3. P. 317-327. DOI: 10.1007/s42965-020-00093-7.
21. Xu, H.-J., Wang, X.-P., Zhao, C.-Y., Yang, X.-M. (2018). 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.

Ecological and biological features of taxa of the Cupressaceae family in dendrological collections of the dry-steppe region

Alexandra V. Semenyutina

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

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

Volgograd, Russia

E-mail: vnialmi@yandex.ru

0000-0003-3250-6877

Maxim V. Tsoi

postgraduate student, junior researcher at the Laboratory of Bioecology of Woody Plants
Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the
Russian Academy of Sciences

Volgograd, Russia

E-mail: tsoy-m@vfanc.ru

0000-0003-2139-7919

Received 07.03.2021

Accepted 09.07.2021

Published 15.08.2021

10.25726/q2423-4851-2863-i

Abstract

The urgency is connected with the expansion of green construction in new territories in diverse and often difficult natural and agrotechnical conditions, there is a need for a wide and diverse assortment of tree species in terms of biological and technical properties and the development of differentiated methods of their cultivation. The introduction should be based on a thorough study of the existing experience of introduction and knowledge of the countries - sources of introduction, the history of the formation of a particular species, taking into account the ecological features of habitats, vertical zonality, the existence of geographical and edaphic forms. The aim of the study was to study the ecological and biological features of the taxa of the Cupressaceae Bartl family. in dendrological collections of the dry-steppe region. Six woody species of the Cupressaceae family growing in the arboretum collections of the Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences were studied: *Juniperus virginiana* L., *J. communis* L., *J. sabina* L., *Thuja occidentalis* L., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Pseudotsuga menziesii* (Milb) Franco. The natural areas of the objects of study have been studied. It was revealed that the species of the subfamily Thujoideae are found in both the northern and southern hemispheres, the species of the subfamily Juniperoideae (genus *Juniperus*) – in the temperate regions of the northern hemisphere. Phenological observations revealed that the growth of needles in common juniper began simultaneously with the growth of shoots in late March - early April (1-1.5 months earlier than at home), the period of growth of needles lasted 2-2.5 months, shoots - 135-180 days. During observations of the growth dynamics of seedlings, metric indicators of seedlings were obtained, 1-year-old seedlings *Platycladus orientalis* - 16-18 cm, *Thuja occidentalis* - 9-14 cm, *J. communis* - 10-15 cm, *J. sabina* - 14-16 cm, *Juniperus virginiana* - 14-16 cm tall. Analysis of the variability of morphological features and bioecological properties, adaptations in new environmental conditions are of great importance for the bioecological justification of the introduction of woody taxa of the Cupressaceae family into culture. This analysis affects the assessment of the natural diversity of plants from such important aspects as growth rate, stability and decorative properties, information about which is extremely scarce in arid conditions.

Keywords

Decorative, adaptation, *Thuja*, *Juniperus*, *Platycladus*, bioresources, bioecological properties, Cupressaceae, dendrological expositions, taxa

References

1. Hvojnye taksony i ih biojekologicheskaja harakteristika dlja raznyh tipov nasazhdenij: pat. 2021621605 Ros. Federacija: RU2021621605.
2. Arzac, A., García-Cervigón, A.I., Vicente-Serrano, S.M., Loidi, J., Olano, J.M. (2016). Phenological shifts in climatic response of secondary growth allow *Juniperus sabina* L. to cope with altitudinal and temporal climate variability. *Agricultural and Forest Meteorology*. Vol. 217. P. 35-45. DOI: 10.1016/j.agrformet.2015.11.011.

3. Castaldi, C., Marchi, M., Vacchiano, G., Corona, P. (2020). Douglas-fir climate sensitivity at two contrasting sites along the southern limit of the European planting range. *Journal of Forestry Research*. Vol. 31. Iss. 6. P. 2193-2204. DOI: 10.1007/s11676-019-01041-5.
4. Ganguli, C., Engle, D.M., Mayer, P.M., Salo, L.F. (2016). Influence of resource availability on *Juniperus virginiana* expansion in a forest-prairie ecotone. Vol. 8. Iss.7. № e01433. P. 1-15. DOI: 10.1002/ecs2.1433.
5. García-Cervigón, A.I., Linares, J.C., García-Hidalgo, M., Camarero, J.J., Olano, J.M. (2018). Growth delay by winter precipitation could hinder *Juniperus sabina* persistence under increasing summer drought. *Dendrochronologia*. Vol. 51. P. 22-31. DOI: 10.1016/j.dendro.2018.07.003.
6. Hoff, D.L., Will, R.E., Zou, C.B., Lillie, N.D. (2018). 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.
7. Kahveci, G., Alan, M., Köse, N. (2018). Distribution of juniper stands and the impact of environmental parameters on growth in the drought-stressed forest-steppe zone of central Anatolia. *Dendrobiology*. Vol. 80. P. 61-69. DOI: 10.12657/denbio.080.006.
8. Msanne, J., Awada, T., Bryan, N.M., Schacht, W., Drijber, R., Li, Y., Zhou, X., Okalebo, J., Wedin, D., Brandle, J., Hiller, J. (2017). Ecophysiological responses of native invasive woody *Juniperus virginiana* L. to resource availability and stand characteristics in the semiarid grasslands of the Nebraska Sandhills. *Photosynthetica*. Vol. 55. Iss. 2. P. 219-230. DOI: 10.1007/s11099-016-0683-y.
9. Ogunkunle, C.O., Oyedele, S., Adeniran, I.F., Olorunmaiye, K.S., Fatoba, P.O. (2019). *Thuja occidentalis* and *Duranta repens* as indicators of urban air pollution in industrialized areas of southwest Nigeria. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. Vol. 84. Iss. 2. P. 193-202.
10. 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*. Vol. 52. Iss. 4, P. 1369–1378. DOI:10.30848/PJB2020-4(10).
11. Riddle, J. Shifting climate sensitivity and contrasting growth trends in *Juniperus* species growing together at opposite range margins. (2014). *Tree Ring Research*. Vol. 70. Iss. 2. P. 101-111.
12. Rundel, P.W. (2019). A neogene heritage: Conifer distributions and endemism in mediterranean-climate ecosystems. *Frontiers in Ecology and Evolution*. Vol. 7. Iss. SEP. № 364. P. 1-19. DOI: 10.3389/fevo.2019.00364
13. Sapronova D.V., Dolgikh A.A., Tsoi M.V., Sapronov V.V. (2020). The specificity of the reproduction of conifers in the nurseries of the Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences. *World Ecology Journal*. Vol. 10.No. 2.P. 18-55. DOI: 10.25726 / worldjournals.pro / WEJ.2020.2.2.
14. 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. (2016). Climate change increases drought stress of juniper trees in the mountains of central Asia. Vol. 11. Iss. 4. № e0153888. P. 1-14. DOI: 10.1371/journal.pone.0153888.
15. Semenyutina A. V., Tsoi M. V., Bugreev N. A. (2020). Assessment of woody plants *Juniperus* L. for landscaping urbanized areas of low-wooded regions. *World Ecology Journal*. Vol.10. No.1. P.97-120. DOI: 10.25726 / worldjournals.pro / WEJ.2020.1.5.
16. Semenyutina A.V., Tsoi M.V., Sapronov V.V. (2021). Experience in the introduction of coniferous plants in dry steppe conditions. *World Ecology Journal*. Vol.11. No.1. P.97-120. DOI: 10.25726 / 17664-5483-8738-s.
17. 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.
18. 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), pp. 699-702.

19. Sillett, S.C., Kramer, R.D., Van Pelt, R., Carroll, A.L., Campbell-Spickler, J., Antoine, M.E. (2021). Comparative development of the four tallest conifer species. *Forest Ecology and Management*. Vol. 480. № 118688. P. 1-23. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118688.
20. Singh, S.P., Gumber, S., Singh, R.D., Singh, G. (2020). How many tree species are in the Himalayan treelines and how are they distributed? *Tropical Ecology*. Vol. 61. Iss. 3. P. 317-327. DOI: 10.1007/s42965-020-00093-7.
21. Xu, H.-J., Wang, X.-P., Zhao, C.-Y., Yang, X.-M. (2018). 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.