

Исследования по засухоустойчивости видов рода *CELTIS* L. для лесомелиоративных насаждений

Мерген Анатольевич ЦЕМБЕЛЕВ

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук
Волгоград, Россия
vnialmi@yandex.ru

DOI: 10.25726/NM.2019.44.92.005

Аннотация

Ограничивающими факторами функционирования лесомелиоративных насаждений в Нижнем Поволжье являются дефицит влаги в период вегетации, высокие и низкие температуры, также лимитируют ареал устойчивой культуры растений. Поиск новых древесных видов для лесомелиоративных насаждений Нижнего Поволжья остается весьма актуальным, особенно по отношению к засушливым условиям (+42°C, минимальная влажность воздуха в пределах 16-25%, снижение влаги в 2 м слое почвы до 150 мм). Из семейства каркасовых (*Celtidaceae* Link) представляет интерес родовой комплекс – каркас (*Celtis* L.).

Цель исследований – выявление засухоустойчивых видов рода *Celtis* L. по комплексу эколого-физиологических параметров для применения в лесомелиоративных насаждениях в Нижнем Поволжье.

Объектами исследований являлись 7 видов родового комплекса *Celtis* L. (*C. bungeana* Blume., *C. occidentalis* L., *C. caucasica* Willd., *C. pumila* Pursh, *C. reticulata* Torr., *C. crassifolia* Lam., *C. australis* L.), различного географического происхождения, которые произрастают в коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН (Волгоград, Камышин).

Выявлено, что низкий водный дефицит (до 20 %) наблюдается у видов *Celtis* L. (*C. occidentalis* L., *C. reticulata* Torr., *C. crassifolia* Lam., *C. australis* L. и *C. bungeana* Blume.).

Изученные виды *Celtis* L. разделены на первую (относительный выход электролитов – 1,41-1,69) и вторую (2,08-2,41) группы по степени засухоустойчивости.

У видов *Celtis* L. с возрастом происходит адаптация на морфофизиологическом уровне, которая способствует расширению пределов толерантности видов к неблагоприятным условиям среды. Для лесомелиоративных насаждений на лесопригодных почвах региона (все подтипы каштановых почв) рекомендуются *Celtis occidentalis*, *C. crassifolia*, *C. reticulata*, *C. australis*, *C. bungeana* (засухоустойчивые виды первой группы).

Наши исследования по засухоустойчивости видов рода *Celtis* L. указывают на перспективность при подборе растений для лесомелиоративных насаждений использование следующих критериев по экспериментам: оводненность, водоудерживающая способность, водный дефицит, относительный выход электролитов.

Ключевые слова

засухоустойчивость, водный режим, каштановые почвы, *Celtis* L. (каркас), коллоидно-осмотические свойства протоплазмы, Нижнее Поволжье

Введение

Первые работы по созданию коллекций из представителей родового комплекса *Celtis* L. начаты на Нижневолжской станции селекции древесных пород – филиала ФНЦ агроэкологии РАН в 1937 году. В настоящее время в коллекции насчитывается семь видов *Celtis* L., которые обладают такими достоинствами, как долговечность, быстрый рост, нетребовательность к почвенным условиям, устойчивость к вредителям, болезням, декоративность (Цембелев, 2014).

Достоверная оценка перспективности систематических, географических и экологических групп для лесомелиорации агро- и урболандшафтов возможна только при многостороннем анализе

экспериментальных данных ряда лет (Рындин, 2014; Свинцов, 2014; Семенютина, 2015; Семенютина, 2015; Podkovyrov, 2014; Podkovyrov, 2016 и др.).

Цель – выявление засухоустойчивых видов рода *Celtis* L. для применения в лесомелиоративных насаждениях в Нижнем Поволжье.

Материалы и методы исследования

Объектами исследований являлись 7 видов *Celtis* L., некоторые из них в Нижнем Поволжье испытываются впервые (рисунок 1):

- североамериканские виды (каркас западный – *C. occidentalis* L. (возраст растений 60 и 80 лет, Нижневолжская станция по селекции древесных пород, 21 и 52 года – ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград); к. карликовый – *C. pumila* Pursh (37 лет, Нижневолжская станция по селекции древесных пород); к. сетчатый – *C. reticulata* Torr. (51 год – Нижневолжская станция по селекции древесных пород); к. толстолистный – *C. crassifolia* Lam. (64 года, Нижневолжская станция по селекции древесных пород);
- евроазиатские виды (к. Бунге – *C. bungeana* Blume. (37 лет, Нижневолжская станция по селекции древесных пород); к. кавказский – *C. caucasica* Willd. (28 лет, Нижневолжская станция по селекции древесных пород); к. южный – *C. australis* L. (60, 81 год – Нижневолжская станция по селекции древесных пород, 45 лет и 20 лет – ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград).



Рисунок 1. Географическое происхождение генофонда *Celtis* L. в коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН

Климат региона исследований (г. Волгоград, г. Камышин, Волгоградская область) по метеохарактеристикам занимает среднее положение между центральными штатами США, Средиземноморьем и континентальными районами Восточной Азии (ареал естественного произрастания, рисунок 2). Ближе к Волгограду и Камышину Канзас и Мемфис (естественные ареалы *Celtis* L. – *occidentalis*, *reticulata*, *crassifolia*, *pumila*) и Ланьчжоу (*Celtis bungeana*).

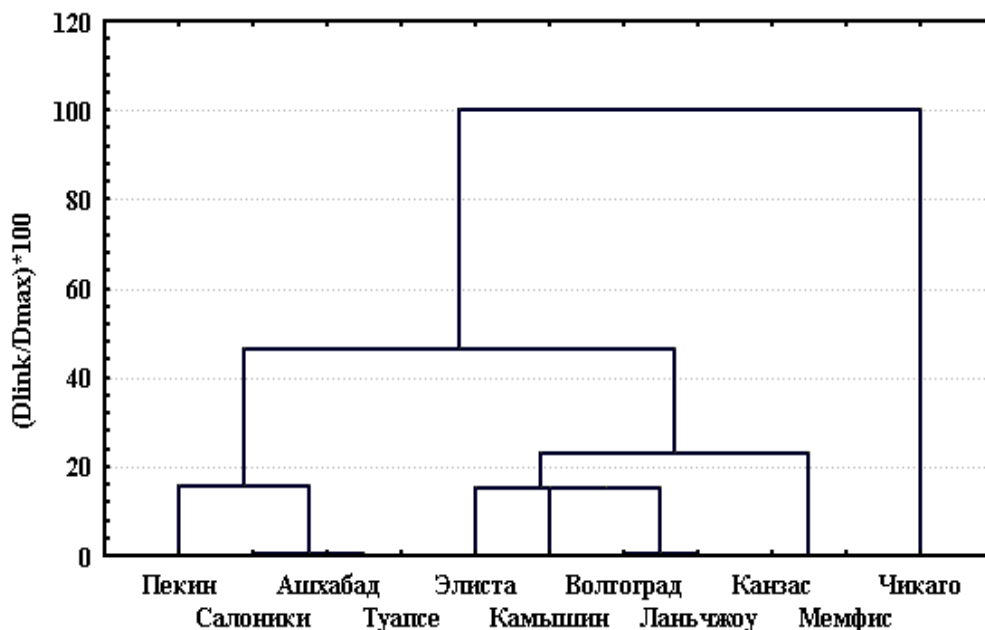


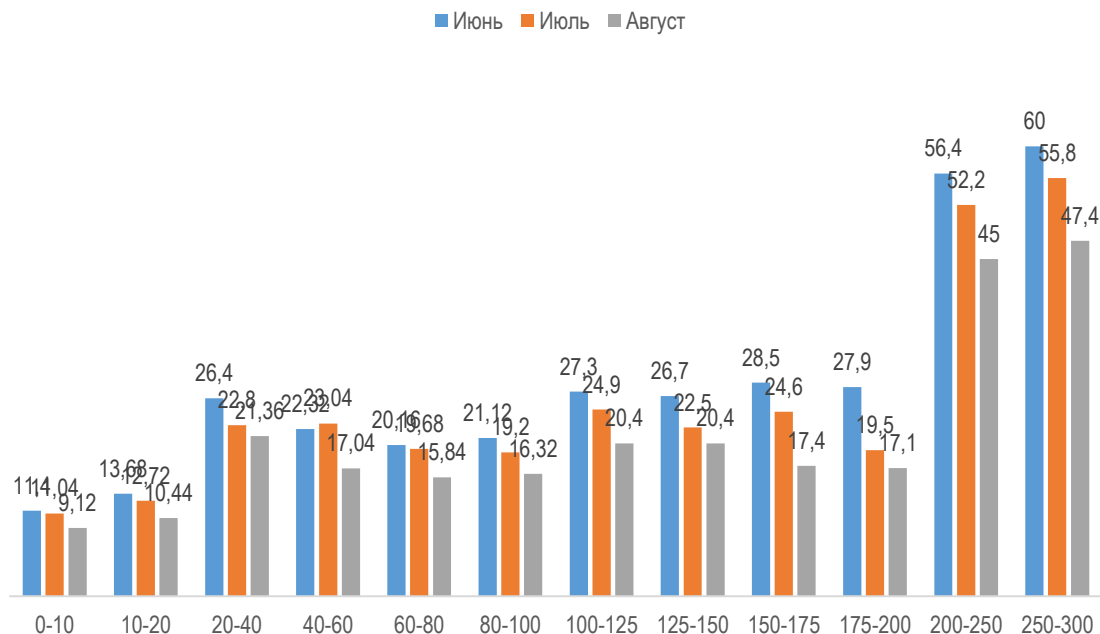
Рисунок 2. Сходство климатических характеристик ареалов культивирования *Celtis L.*

Исследования по засухоустойчивости представителей родового комплекса *Celtis L.* проводились в динамике (июнь, июль, август - месяцы, в течение двух-трех лет) согласно методикам. Оно включало определение параметров оводненности тканей в листьях, их водный дефицит и потери воды (относительный выход электролитов) при засухе (по сравнению с контролем) (Косулина, 1993; Полевой, 2001; Рындин, 2014). Анализ почвенных образцов (гранулометрический состав, содержание гумуса и солей) производили в лаборатории почвоведения ФНЦ агроэкологии РАН.

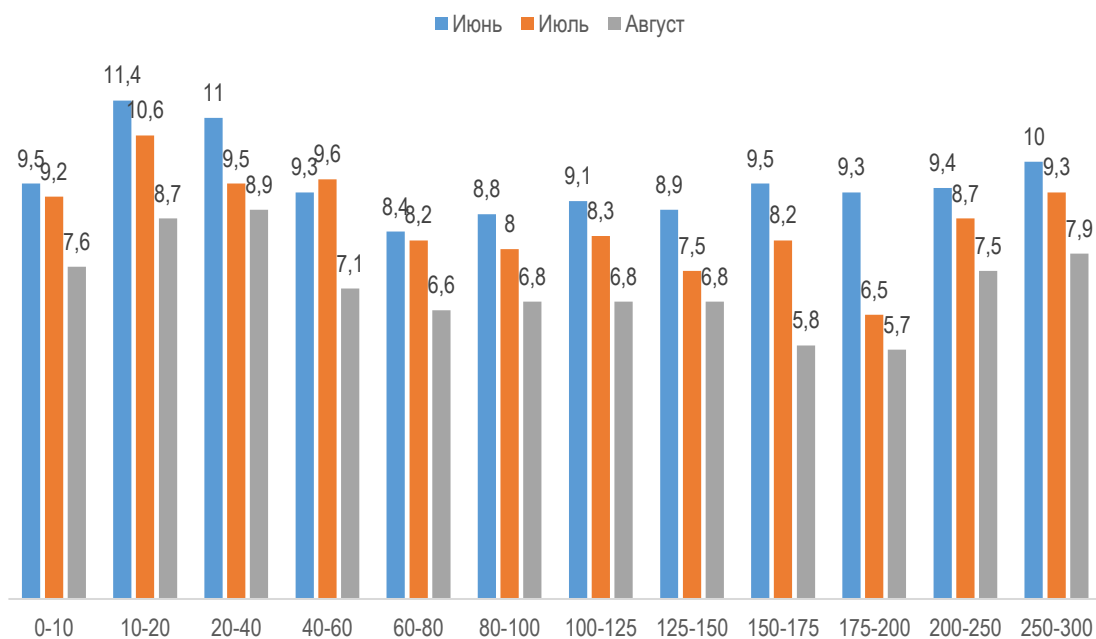
Результаты и обсуждение

Многие авторы указывают (Рындин, 2014; Сапанов, 2003; Ма, 2007; Larcher, 1976), что нормальное существование и функционирование растений определяется их влагообеспеченностью. Дефицит воды отрицательно влияет на рост, состояние и плодоношение растений. Эти вопросы актуальны в регионах с засушливым климатом, где вода является фактором, лимитирующим рост и развитие деревьев.

Проведённые исследования показали, что общее содержание воды в листьях тесно связано с наличием воды в почве. Выявление динамики влажности каштановых почв различного гранулометрического состава проводились в условиях ФНЦ агроэкологии РАН (возраст насаждений от 20 до 80 лет). Насаждения с участием 20-летних растений *Celtis L.* характеризовались лучшими условиями влагообеспеченности и большим запасом активной влаги (рисунок 3).



Определение запасов воды в почве. Коллекционный участок 2015 г. (лесничество), Камышин



Влажность почвы на коллекционном участке (лесничество), Камышин

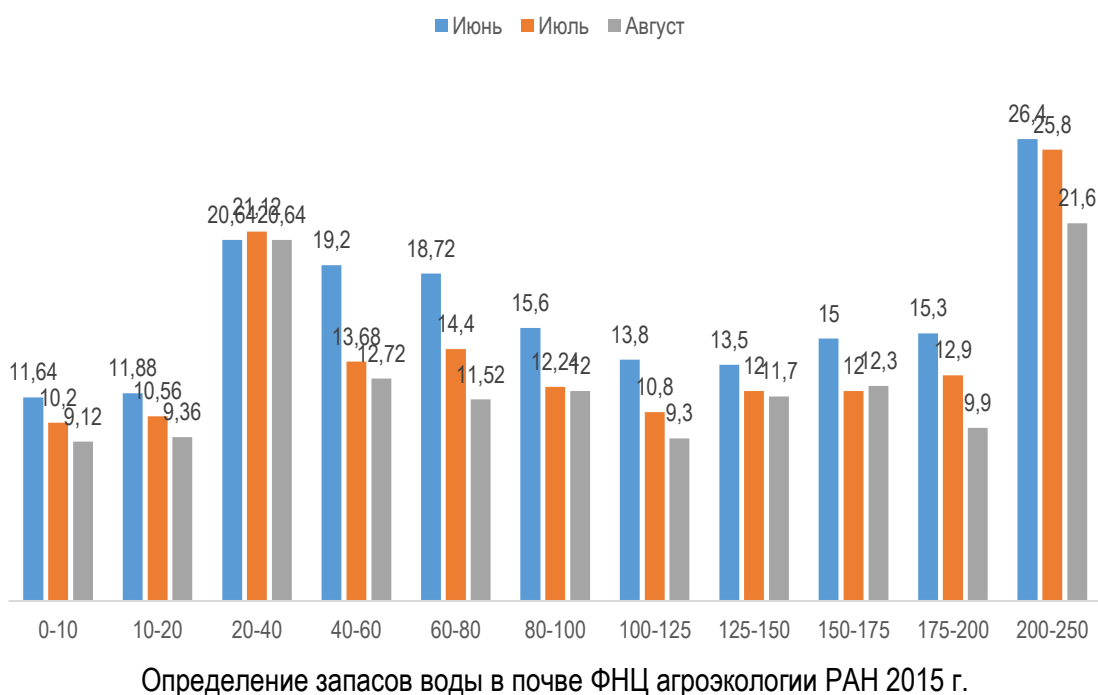
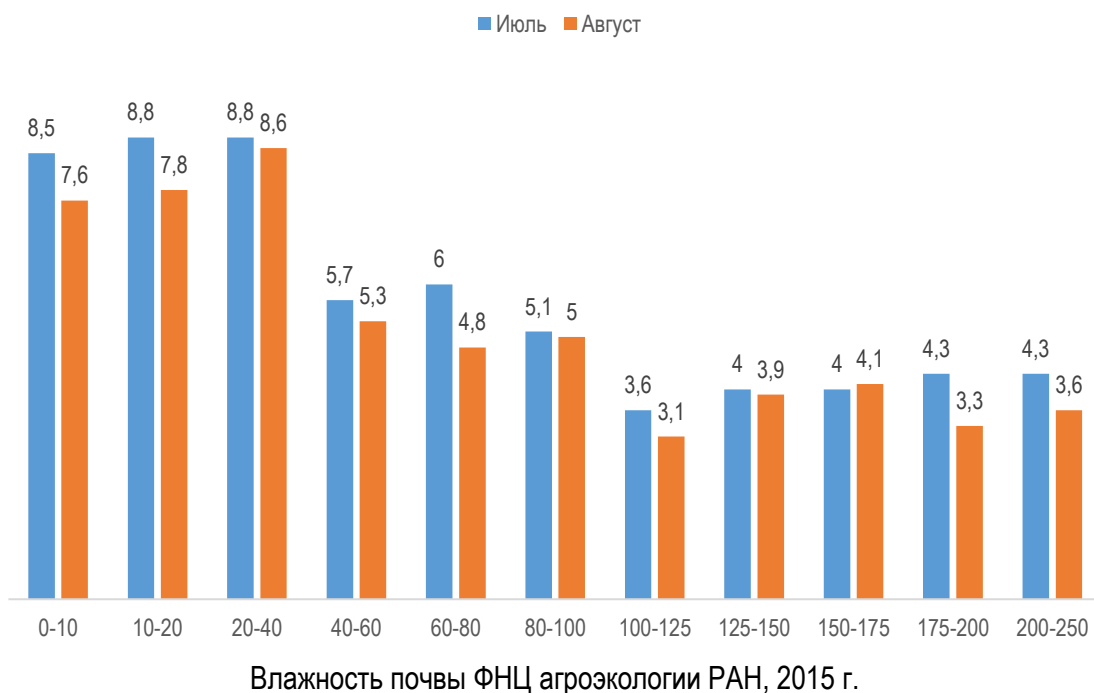


Рисунок 3. Динамика влажности почвы в насаждениях с участием *Celtis L.*

Наши исследования по выявлению засухоустойчивости *Celtis L.* показали на незначительные изменения оводненности в эксперименте (июнь, июль, август) в условиях Нижнего Поволжья (рисунок 4).

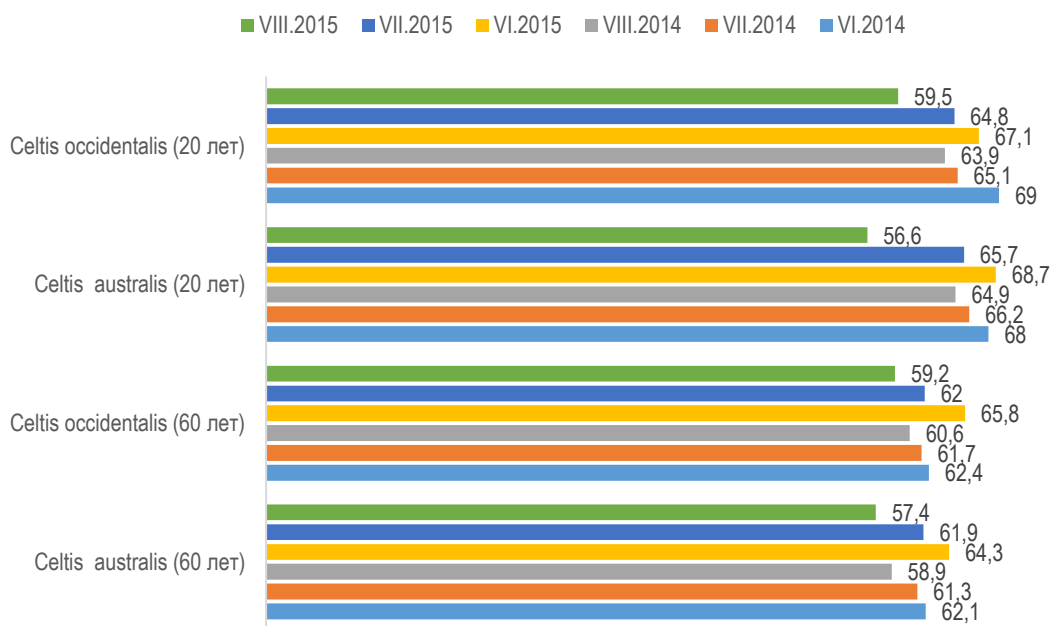


Рисунок 4. Содержание воды (оводненность) в листовых пластинах *Celtis* L. (в условиях светло-каштановых почв)

Оводненность листовых пластин *Celtis* L. в годы исследований в эксперименте (июнь, июль, август) имеет параметры снижения от 69,0 до 56,6%. Максимум оводненности листовых пластин и запаса активной влаги в почвенном слое (2 м) зафиксирован в июне. Отмечено снижение оводненности у всех видов и влажности почвы на несколько процентов в июле-августе.

Определение водного режима у *Celtis* L. в условиях каштановых почв (Камышин, влажность 1 м слоя почвы в июле не опускалась ниже 8 %) позволило распределить изученные виды по параметрам засухоустойчивости на две группы. Наибольшее содержание воды в тканях листьев характерно для *C. crassifolia* Lam., а наименьшее – для *C. pumila* Pursh., с амплитудой изменчивости 18 % (рисунок 5).

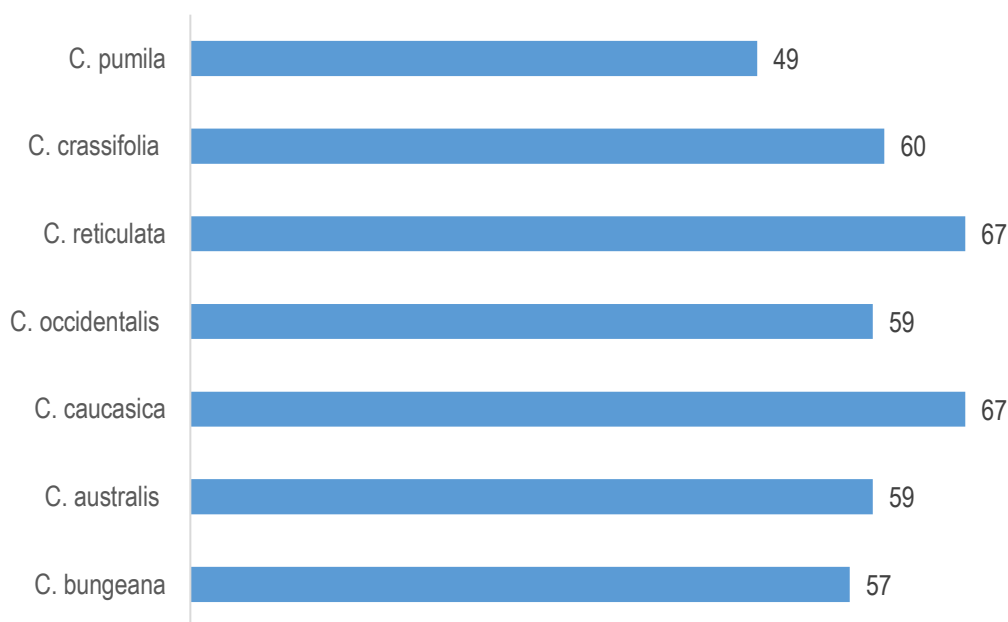


Рисунок 5. Содержание воды (оводненность) в листовых пластинах *Celtis* L. (июль 2014, в условиях каштановых почв)

Необходимо отметить, что низким содержанием воды отличаются *C. pumila* Pursh и *C. caucasica* Willd., что и отражается на их росте. Лучшими показателями роста и оводнённости в условиях каштановых почв отличаются североамериканские виды.

С увеличением возраста виды оказались более стабильными в отношении оводнённости тканей листа.

А.В. Семенютина указывает (Семенютина, 2016) «...Более сильно обезвоживаются листья у относительно требовательных к увлажнению видов и меньше у видов, способных регулировать водный баланс в засушливый период года, что обуславливает их лучшую выносливость и устойчивость в сухих местообитаниях».

Данные по водному режиму *Celtis* L. показали, что низкий дефицит влаги в листовых пластинках, наблюдается у видов со стабильной регуляцией водного обмена в засуху (*C. occidentalis* L., *C. reticulata* Torr., *C. crassifolia* Lam *C. bungeana* Blume., *C. australis* L.). Листовые пластинки этих видов имеют высокую водоудерживающую способность, что выражается в меньшей потере влаги за время эксперимента (завядание).

Результаты эксперимента по дефициту влаги в листовых пластинках *Celtis* L. указывают на сезонную динамику с увеличением к концу сезона (рисунок 6).

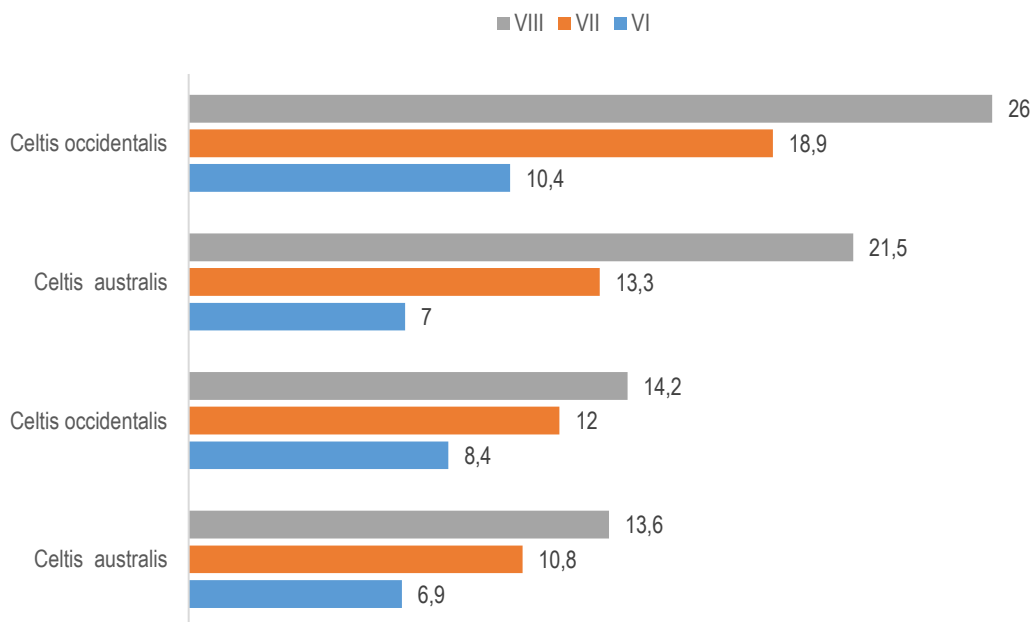


Рисунок 6. Водный дефицит в листьях *Celtis* L. в условиях светло-каштановых почв (% от общего содержания в состоянии полного насыщения)

Дефицит воды в листовых пластинках *Celtis australis* в условиях светло-каштановых почв (Волгоград) при параметрах температуры воздуха в июне –27,0 °С, июле – 30,9 °С, августе – 31,5 °С и запасе влаги в почве в июне –181,68, июле – 155,7, августе – 140,16 мм оказался ниже на 1,5-5,6 %.

Результаты исследования водного дефицита листьев у разных видов *Celtis* L. в условиях каштановых почв (острозасушливый период, +40°С, Нижневолжская станция по селекции древесных пород в засушливый период) представлены на рисунке 7.

При одном и том же времени завядания листовые пластинки с низкой потерей воды, при засухе, по сравнению с контролем увеличивали выход электролитов в меньшей степени.

Самый низкий показатель имели растения высотой 5,4-5,7 м. Дефицит воды в их листьях не превышал 17,0 %. Более крупные деревья до 8,0 м высотой и сравнительно низкие до 3,7 м испытывали недостаток воды сильнее. Полагаем, что именно такая высота деревьев оптимальна в условиях каштановых почв. Невысокие растения *Celtis* (*caucasica*, *pumila*) не достигают почвенных горизонтов, содержащих достаточное количество влаги в засушливый период. Поэтому они имели наибольший дефицит влаги в листьях (до 33 %).

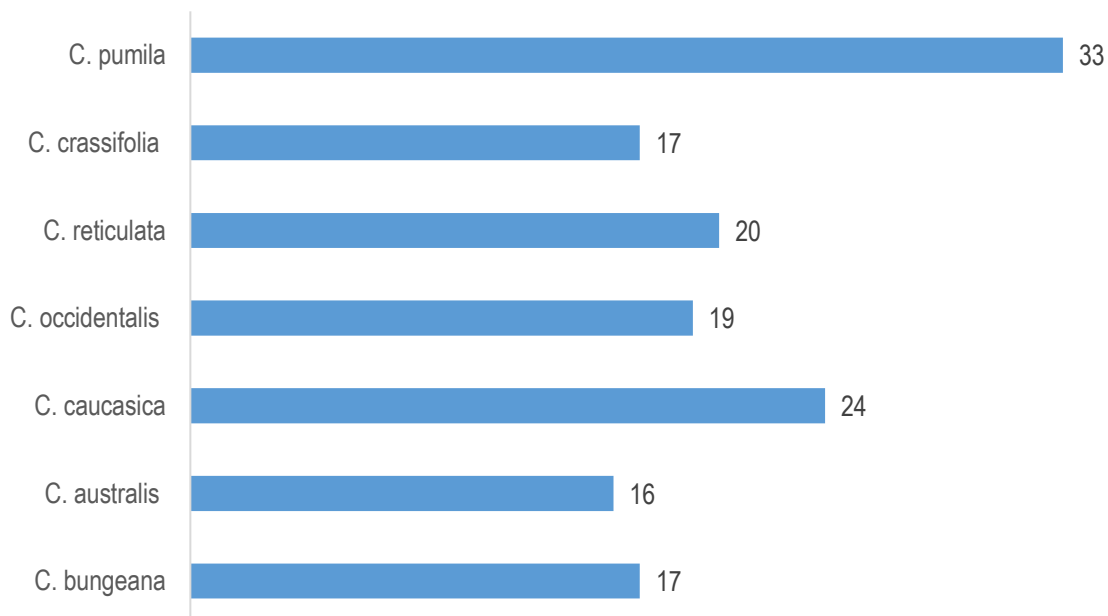


Рисунок 7. Водный дефицит листьев *Celtis L.* во время засухи в условиях каштановых почв

Высокие деревья не способны обеспечить влагой значительную массу листьев, так как с увеличением водного дефицита, процессы подъема воды должны происходить интенсивнее. И растения в этом случае запас почвенной влаги расходует гораздо быстрее. В дальнейшем это приводит к её дефициту. Деревья высотой 5 - 6 м наиболее экономны в расходовании воды.

Способность листовых пластин экономно расходовать воду в период засухи связана с коллоидно-осмотическими свойствами протоплазмы клеток растительных тканей, что является критерием засухоустойчивости растений.

Параметры водного режима, изменяются по величине в зависимости от таксономической принадлежности, возраста и времени их фиксирования. Больше возможностей пережить жесткую засуху у растений, обладающих способностью обезвоживаться без повреждений тканей листовых пластин. К концу летнего периода (август, сентябрь) у изолированных листовых пластин снижается способность удерживать воду (экспозиция, 4 часа). Они теряют на 1/3 больше по сравнению с исходным показателем (май, июнь).

Потеря воды в июне через 4 часа эксперимента составляет 28,7 - 55,1 %, а в августе этот показатель возрастает (рисунок 8).

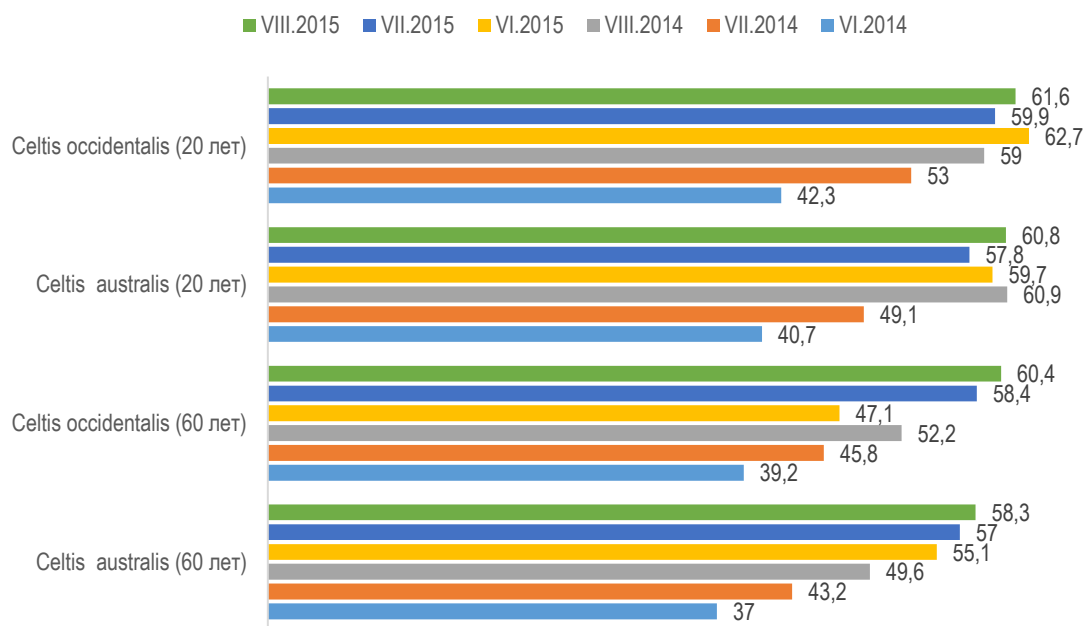


Рисунок 8. Потеря воды листовыми пластинами у *Celtis* L. в условиях светло-каштановых почв

Аналогичные исследования (июль 2014 г.) в условиях каштановых почв (Нижневожская станция по селекции древесных пород, Камышин) показали, что листовые пластины *C. caucasica* и *C. pumila* обладали наименьшими водоудерживающими силами (рисунок 9).

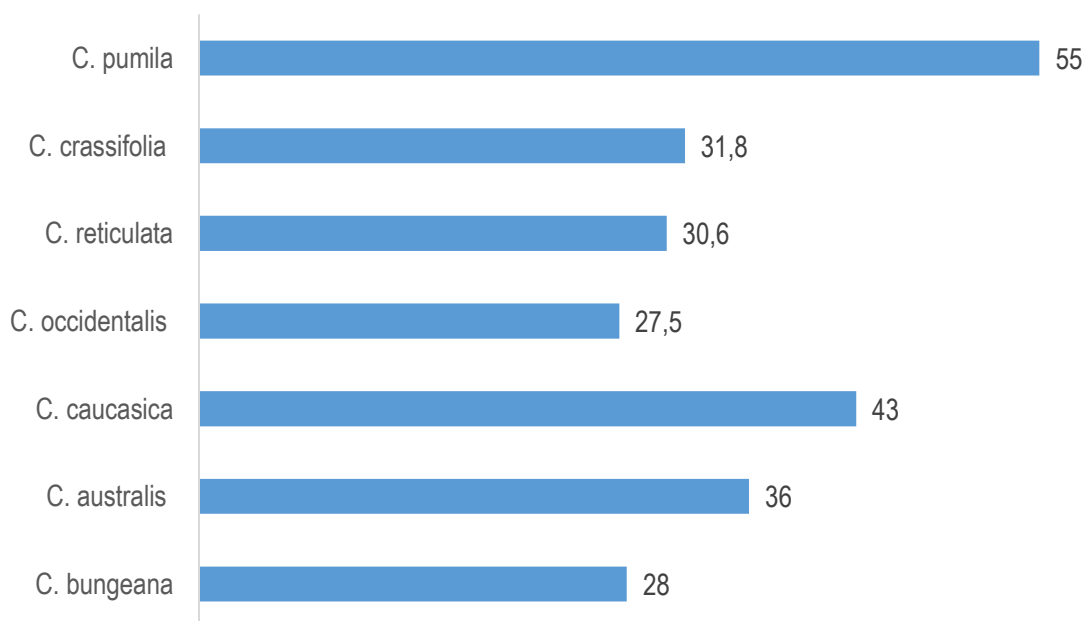


Рисунок 9. Потеря воды листовыми пластинами у *Celtis* L. в условиях каштановых почв

В нашем эксперименте интенсивно теряли воду *Celtis caucasica* и *C. pumila*. Как видно на рисунке 10 во все сроки взятия образцов в процессе завядания потеря за 4 часа выше у *C. caucasica*, ниже у более засухоустойчивых видов (*C. occidentalis*, *C. crassifolia*, *C. reticulata*).

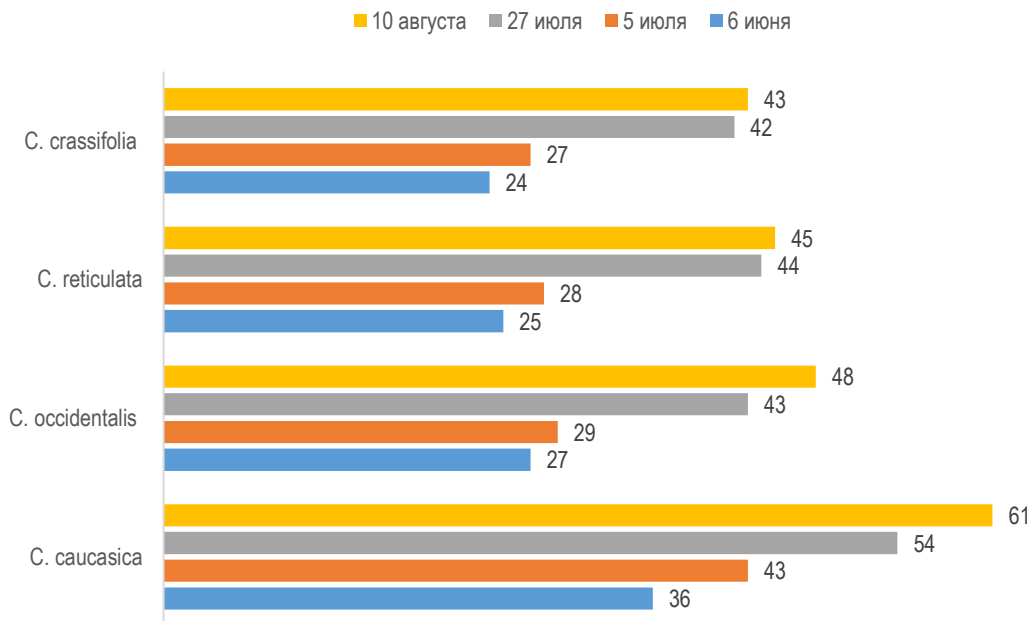


Рисунок 10. Динамика потери воды листовыми пластинами *Celtis* на каштановых почвах (Камышин)

Стабильное содержание воды в листовых пластинах при дефиците влаги (влажность воздуха 17%, почвы 150 мм, температура +40°C) является критерием засухоустойчивости.

Недостаток воды при сильном обезвоживании приводит к повышению концентрации растворённых веществ и прогрессирующему набуханию протоплазмы. И то и другое ведёт сначала к нарушению функции, затем к повреждению структуры протоплазмы.

Проницаемость протоплазмы в наших опытах определяли по изменению электропроводности экстракта из навески растительного материала, которая фиксировалась при помощи кондуктометра Seven 230Kit.

По данным А.В. Семенютиной и др. (Семенютина, 2016) «...Отношение выхода электролитов у подсушенных и насыщенных водой проб давало нам величину относительного выхода электролитов. Чем больше эта величина, тем больше повреждение протоплазмы листьев при подсушивании, тем менее засухоустойчив вид».

Сравнительная оценка засухоустойчивости *Celtis* по выходу электролитов представлена на рисунке (рисунок 11).

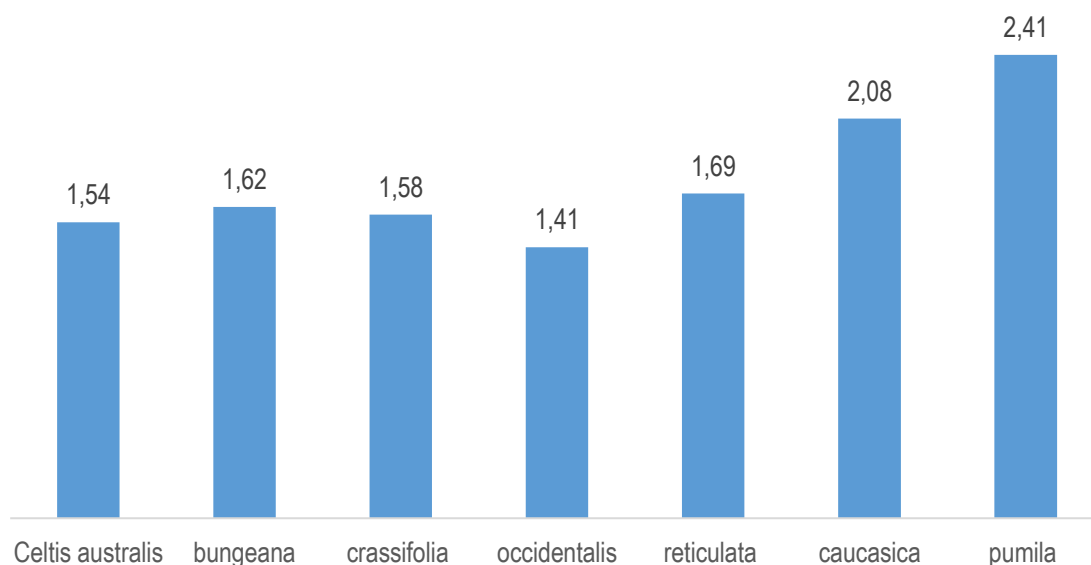


Рисунок 11. Сравнительная оценка засухоустойчивости *Celtis* электролитическим методом (Камышин, средняя)

В первую группу объединены *Celtis* с относительным выходом электролитов – 1,41-1,69 (*C. occidentalis*, *C. reticulata*, *C. crassifolia*, *C. australis*, *C. bungeana*). *Celtis caucasica* и *C. pumila* включены во вторую группу (2,08-2,41). Различия между группами по степени засухоустойчивости вполне достоверны.

В условиях каштановых и светло-каштановых почв лучшим ростом отличаются *Celtis* первой группы. Медленный рост отмечен у видов второй группы, характеризующейся более слабой степенью засухоустойчивости. Изменения проницаемости протоплазмы в период завядания показывают структурную устойчивость. С увеличением возраста уменьшается показатель относительного выхода, возрастает структурная устойчивость к неблагоприятным условиям среды (таблица 1).

Таблица 1. Показатели роста и степени засухоустойчивости *Celtis* (светло-каштановые почвы)

Виды	Возраст, лет	Высота, м	Относительный выход электролитов	Критерий достоверности Стьюдента между видами	Степень засухоустойчивости
<i>Celtis australis</i>	60	6,27±0,10	1,59±0,08	$t_{1-3} = 4,9$ $t_{2-4} = 3,8$	Высокая
<i>occidentalis</i>	60	7,87±0,34	1,52±0,11		Высокая
Среднее		7,07±0,28	1,55±0,10		
<i>australis</i>	20	4,21±0,11	2,11±0,07		Средняя
<i>occidentalis</i>	20	4,82±0,05	2,06±0,09		Средняя
Среднее		4,51±0,08	2,09±0,09		

При часто повторяющихся засухах у *Celtis* происходит адаптация на морфофизиологическом уровне, которая позволяет расширять пределы ареалов культивирования и их использования. Для лесомелиоративных насаждений (каштановых почвах региона исследований) рекомендуются засухоустойчивые виды первой группы (*Celtis occidentalis*, *C. crassifolia*, *C. reticulata*, *C. australis*, *C. bungeana*).

Заключение

Celtis различаются по отношению к экологическим факторам среды произрастания. При создании устойчивых лесомелиоративных насаждений в регионе Нижнего Поволжья критерием подбора видов

является их засухоустойчивость, т.е. соответствие физиологической характеристики видов лесорастительным условиям.

Эксперименты по водному режиму *Celtis* в условиях каштановых и светло-каштановых почв показали, что дефицит влаги в листовых пластинках (до 20 %) наблюдается у растений со стабильным водным обменом в засуху по сравнению с контролем (*Celtis: occidentalis, crassifolia, reticulata, australis, bungeana*). Они сохраняют ритм развития и роста и в засушливые годы.

Коллоидно-осмотические свойства протоплазмы показали по степени засухоустойчивости разделение видов *Celtis* на две группы. В первую группу объединены *Celtis* с относительным выходом электролитов – 1,41-1,69 (*C. occidentalis, C. reticulata, C. crassifolia, C. australis, C. bungeana*). *Celtis caucasica* и *C. pumila* включены во вторую группу (2,08-2,41). Различия между группами по степени засухоустойчивости вполне достоверны.

Наши исследования по засухоустойчивости видов рода *Celtis* L. указывают на перспективность при подборе растений для лесомелиоративных насаждений использование следующих критериев по экспериментам: оводненность, водоудерживающая способность, водный дефицит, относительный выход электролитов.

Список литературы

1. Косулина Л.Г., Луценко Э.К., Аксенова В.А. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Ростов-н/Д.: РГУ, 1993. 240 с.
2. Практикум по росту и устойчивости растений: учеб. пособие В. В. Полевой и др. СПб.: С.-Петербург. ун-т, 2001. 212 с.
3. Рындин А.В., Белоус О.Г., Малярская В.И., Притула З.В., Абиляфазова Ю.С., Кожевникова А.М. Использование физиолого-биохимических методов для выявления механизмов адаптации субтропических, южных плодовых и декоративных культур в условиях субтропиков России. Сельскохозяйственная биология. 2014. №3. С. 40-48.
4. Сапанов М.К. Экология лесных насаждений в аридных регионах. Тула: Гриф и К, 2003. 248 с.
5. Свинцов И.П., Семенютина В.А. Методологические основы изучения растительных организмов в условиях интродукции Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия естественные и технические науки. №9-10. 2014. С. 42-47.
6. Семенютина А.В., Костюков С.М., Кащенко Е.В. Методы выявления механизмов адаптации древесных видов в связи с их интродукцией в засушливые регионы Успехи современного естествознания. 2016. №2. С. 103-109.
7. Семенютина А.В., Петров В.И., Подковыров И.Ю. Методика определения перспективности интродукции видов *Ulmus* L. и *Celtis* L. для защитного лесоразведения и озеленения Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия естественные и технические науки. 2015. №7-8. С. 56-69.
8. Семенютина А.В., Хужахметова А.Ш., Подковыров И.Ю., Свинцов И.П. Научные основы интродукции методом родовых комплексов с целью подбора древесных видов для зеленых технологий Фундаментальные исследования. 2015. №2(ч. 21). С. 4687-4692.
9. Цембелев М.А. Перспективность интродукции родовых комплексов древесных видов для защитного лесоразведения и озеленения Проблемы природоохранной организации ландшафтов: Междунар. науч.-практ. конф. 24-25 апреля 2014 г. Ч. 2. Новочеркасск: Лик, 2014. С. 162-168.
10. Podkovyrov I.Y., Tsembelev M.A. Rationale criteria introduction perspectives genus complexes Відновлення порушених природних екосистем: Матер. V міжнар. наук. конф. (м. Донецьк, 12-15 травня 2014 р.). Донецьк, 2014. С. 262-264.
11. Ma, F. Effect of water deficit in different growth stages on stem sap flux of greenhouse grown pear-jujube tree. F. Ma, S. Kang, F. Li, J. Zhang, T. Du, X. Hu Agricultural Water Management. 2007. 90(3). P. 190-196.
12. Larcher W. Okologie der Pflanzen. Stuttgart, 1976. 320 s.
13. Rehder A. Manual of Cultivated Trees and Shrubs Hardy in North America A. Rehder. N.Y., 1949. 1996 p.

14. Semenyutina A.V., Podkovyrov I.Y., Huzhahmetova A.Sh., Semenyutina V.A., Podkovyrova G.V. Mathematical justification of the selection of wood plants biodiversity in the reconstruction of objects of gardening International Journal of Pure and Applied Mathematics. 2016. - Volume 110. №2. p. 361-368.

Studies on the drought tolerance of species of the genus *CELTIS* L. for forest reclamation plantations

Mergen Anatolyevich TSEMBELEV

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

Volgograd, Russia

vnialmi@yandex.ru

Abstract

The limiting factors of the functioning of forest melioration plantations in the Lower Volga region are moisture deficiency during the growing season, high and low temperatures, and also limit the area of sustainable plant culture. The search for new tree species for forest melioration plantations in the Lower Volga region remains highly relevant, especially in relation to dry conditions (+ 42 ° C, minimum air humidity within 16-25%, reduction of moisture in 2 mm soil layer to 150 mm). From the family of skeletons (Celtidaceae Link), the generic complex - skeleton (*Celtis* L.) is of interest.

The purpose of the research is to identify drought-resistant species of the genus *Celtis* L. using a set of ecological and physiological parameters for use in forest melioration plantings in the Lower Volga region.

The objects of research were 7 species of the clan complex *Celtis* L. (*C. bungeana* Blume., *C. occidentalis* L., *C. caucasica* Willd., *C. pumila* Pursh, *C. reticulata* Torr., *C. crassifolia* Lam., *C. australis* L.), of various geographical origin, which grow in the collections of the Federal Science Center of Agroecology RAS (Volgograd, Kamyshin).

It was revealed that a low water deficit (up to 20%) is observed in the species *Celtis* L. (*C. occidentalis* L., *C. reticulata* Torr., *C. crassifolia* Lam., *C. australis* L. and *C. bungeana* Blume.).

The studied species of *Celtis* L. were divided into the first (relative yield of electrolytes - 1.41-1.69) and the second (2.08-2.41) groups according to the degree of drought tolerance.

In *Celtis* L. species, they adapt with age at the morphophysiological level, which contributes to the expansion of the tolerance limits of the species to unfavorable environmental conditions. For forest reclamation plantations on forest soils of the region (all subtypes of chestnut soils) are recommended *Celtis occidentalis*, *C. crassifolia*, *C. reticulata*, *C. australis*, *C. bungeana* (drought-resistant species of the first group).

Our studies on the drought tolerance of species of the genus *Celtis* L. indicate the prospects for selecting plants for forest melioration plantings using the following experimental criteria: water content, water holding capacity, water deficit, relative electrolyte yield.

Keywords

Drought resistance, water regime, chestnut soils, *Celtis* L. (frame), colloid-osmotic properties of protoplasm, Lower Volga region

References

1. Kosulina L.G., Lutsenko E.K., Aksenova V.A. Physiology of plant resistance to adverse environmental factors. Rostov-n / D.: RSU, 1993. 240 p.
2. Workshop on growth and plant resistance: studies. allowance V. V. Polevoy et al. SPb.: S.-Peter. Univ., 2001. 212 p.
3. Ryndin A.V., Belous O.G., Malyarovskaya V.I., Pritula Z.V., Abilfazova Yu.S., Kozhevnikova A.M. The use of physiological and biochemical methods to identify the adaptation mechanisms of subtropical, southern fruit and ornamental crops in the conditions of subtropics of Russia. Agricultural biology. 2014. №3. Pp. 40-48.
4. Sapanov M.K. Ecology of forest plantations in arid regions. Tula: Grif and Co., 2003. 248 p.
5. Svintsov I.P., Semenyutina V.A. Methodological basis for the study of plant organisms in the introduction of modern science: current problems of theory and practice. A series of natural and technical sciences. No. 9-10. 2014. pp. 42-47.

6. Semenyutina A.V., Kostyukov S.M., Kashchenko E.V. Methods for identifying the adaptation mechanisms of tree species in connection with their introduction to arid regions. *Advances in modern science*. 2016. №2. Pp. 103-109.
7. Semenyutina A.V., Petrov V.I., Podkovyrov I.Yu. Methods for determining the prospects of introduction of *Ulmus L.* and *Celtis L.* species for protective afforestation and gardening. *Modern science: current problems of theory and practice. A series of natural and technical sciences*. 2015. № 7-8. Pp. 56-69.
8. Semenyutina A.V., Khuzhakhmetova A.Sh., Podkovyrov I.Yu., Svintsov I.P. The scientific basis of introduction by the method of generic complexes with the aim of selecting woody species for green technologies. *Fundamental research*. 2015. № 2 (part 21). Pp. 4687-4692.
9. Tsembelev MA Perspectives of introduction of generic complexes of woody species for protective afforestation and gardening. *Problems of nature conservation of landscapes: Intern. scientific-practical conf. April 24-25, 2014 Part 2*. Novocherkassk: Lik, 2014. P. 162-168.
10. Podkovyrov I.Y., Tsembelev M.A. Criteria Occupation Perspectives for Generic Ecosystems: *Mater. V mizhnar. sciences. conf. (m. Donetsk, 12-15 grass 2014 p.)*. Donetsk, 2014. p. 262-264.
11. Ma, F. Effects of greenhouse grown pear-jujube tree. *F. Ma, S. Kang, F. Li, J. Zhang, T. Du, X. Hu Agricultural Agricultural Water Management*. 2007. 90 (3). R. 190-196.
12. Larcher W. *Okologie der Pflanzen*. Stuttgart, 1976. 320 s.
13. Rehder A. *Trees and Shrubs for Hardies in North America* A. Rehder. N.Y., 1949. 1996 p.
14. Semenyutina A.V., Podkovyrov I.Y., Huzhahmetova A.Sh., Semenyutina V.A., Podkovyrova G.V. *The International Journal of Pure and Applied Mathematics*. 2016. - Volume 110. №2. p. 361-368.