

М. А. Цембелев, А. В. Семенютина

**БИОЭКОЛОГИЯ ВИДОВ РОДА *CELTIS* L.
В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ**

Волгоград*ФНЦ агроэкологии РАН*2019

УДК 635.9:58.006:58.08

ББК 42.37

С 30

Цембелев М. А., Семенютина А. В. Биоэкология видов рода *Celtis* L. в Нижнем Поволжье. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2019. – 144 с.

В монографии приведен анализ роста и развития видов рода *Celtis* L. (*C. Australis* L., *C. bungeana* Blume., *C. caucasica* Willd., *C. crassifolia* Lam., *C. occidentalis* L., *C. pumila* Pursh, *C. reticulata* Torr.) в условиях Нижнего Поволжья. Изучены адаптационные свойства древесных видов в экстремальных условиях произрастания. Определена перспективность интродукции хозяйственно ценных растений-экзотов для обогащения лесомелиоративных комплексов.

Книга рассчитана на специалистов природоохранных органов, озеленительных предприятий, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов, обучающихся по профильным направлениям.

M. A. Tsembelev, A.V. Semenyutina. Bioecological substantiation of the use of species of the genus *Celtis* L. in forest soil protection measures and gardening. – Volgograd: FSC of agro-ecology of the RAS, 2019. – 144 p.

The monograph presents an analysis of the growth and development of trees of the genus *Celtis* L. (*C. australis* L., *C. bungeana* Blume., *C. caucasica* Willd., *C. crassifolia* Lam., *C. occidentalis* L., *C. pumila* Pursh, *C. reticulata* Torr.) conditions of the Lower Volga region. We studied the adaptive properties of tree species in extreme growing conditions. The prospects for the introduction of economically valuable plants-exotic plants for the enrichment of forest-reclamation complexes were determined.

This book is intended for specialists of nature protective and greening organizations, teachers, students and post-graduate students of said profile education.

Рецензент – **И. Ю. Подковыров**, зав. кафедрой садоводства и защиты растений ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

ISBN 978-5-9909843-0-1

© М. А. Цембелев, А. В. Семенютина, 2019

© ФНЦ агроэкологии РАН, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Развитие промышленности и сельского хозяйства в Нижнем Поволжье привело к значительному ухудшению экологической ситуации. Последствия хозяйственной деятельности проявляются в развитии процессов опустынивания, дефляции, эрозии, снижении продуктивности земель и их загрязнения промышленными отходами. Прогрессирование этих и других неблагоприятных проявлений цивилизации ставит под угрозу экологическую безопасность населения.

Особенности природных условий способствуют деградации угодий и усугубляют экологическую ситуацию. Неблагоприятно влияют на условия жизни населения, часто повторяющиеся жесткие летние засухи, во время которых влажность воздуха опускается до 16 %, морозные малоснежные зимы с метелистыми ветрами, пыльные бури. Эти факторы оказывают негативное действие и на рост древесной растительности.

Одним из наиболее доступных средств восстановления и улучшения качества окружающей среды является защитное лесоразведение. Лесонасаждения в экстремальных природных условиях обладают мелиоративным эффектом и служат местом отдыха населения. Они регулируют тепловой и газовый режим, влажность воздуха, поглощают звуки техногенного происхождения, улучшают психоэмоциональное состояние населения, способствуют экономии энергоресурсов.

Регион отличается низкой лесистостью и бедным видовым составом дендрофлоры. Несмотря на то, что за последние 50 лет после выхода известного постановления "О плане полезащитного

лесоразведения ..." [167] были высажены более 500 тыс. га защитных лесонасаждений, лесистость остается очень низкой и уменьшается с севера на юг от 5,8 до 0,5 % [142].

Успешное выращивание лесонасаждений различного назначения в засушливых районах невозможно без учета и обобщения опыта степного лесоразведения в Нижнем Поволжье. Этой проблеме посвящены труды Г. Н. Высоцкого [32], С. А. Краевого [99], Н. А. Качинского [88, 89], П. Ф. Богуна [20, 21], Н. Ф. Кулика и др. [111], С. А. Никитина [161], Г. Я. Маттиса и С. Н. Крючкова [148], В. И. Ерусалимского [71] и других ученых Института лесоразведения РАН и ФНЦ агроэкологии РАН.

Средством лесных мелиораций в аридном климате практически всегда являются интродуценты, так как мелиорируемые земли отличаются от природных мест обитания растений. Поэтому интродукция является одним из основных средств обогащения дендрофлоры и повышения биоразнообразия. Но для широкого введения в культуру новых видов необходимы их долговременная акклиматизация и всестороннее изучение в коллекциях [110, 195, 198].

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

1.1. Интродукция видов рода Каркас для лесомелиоративных целей

В связи с бедностью видового состава дендрофлоры степных, полупустынных и пустынных ландшафтов Нижнего Поволжья, особо важную роль играет интродукция растений. "Интродукция растений для агролесомелиорации – это эколого-экспериментальная наука, занимающаяся введением в культуру хозяйственно-ценных растений как новых для региона, так и дикорастущих растений местной флоры (ранее в культуре не произраставших) с изучением их развития и выявлением их биоэкологических адаптационных возможностей и разработкой способов обогащения дендрофлоры деградированных территорий, в связи с формированием инфраструктуры, которой свойственны экологичность, экономичность, адаптивность и долговечность, а так же высокие социальные функции..." [110].

Определить перспективность тех или иных систематических, географических и экологических групп зачастую можно только экспериментально, испытывая многие виды различных биологических групп в течение ряда лет и многосторонне анализируя результаты [53, 57, 97, 127, 205, 206, 285 и др.]. Анализ коллекций и насаждений позволяет выделить высокоадаптированные виды, перспективные для лесомелиорации агро- и урбандшафтов [148, 196, 197].

Метод филогенетических комплексов предлагает сосредоточить в месте интродукции группу наиболее ценных видов и позволяет вести интродукцию перспективными родовыми комплексами [184]. Таким образом, из разнообразия видов можно ото-

брать наиболее устойчивые для лесомелиорации.

Работы по интродукции каркаса в Нижнее Поволжье начаты ФНЦ агроэкологии РАН в 1937 г., когда 90 сеянцев были высажены в дендросад Камышинского опорного пункта [15]. Семена получены из различных ботанических садов Ташкентского, Тбилисского, Ереванского, Главного ботанического сада (Москва), Венгрии и США [242, 243, 247]. Дендрарий Камышинского опорного пункта не орошается. Растения перенесли ряд сильнейших засух (1948, 1951, 1957, 1972, 1975, 1998, 2002 гг.), но высаженные растения сохранились и в настоящее время находятся в удовлетворительном состоянии (рис. 1).



Рис. 1. Коллекция видов *Celtis* L. в Камышинском дендрарии Нижневолжской станции селекции древесных пород

По состоянию на 1 октября 2018 г. коллекция насчитывает 7 видов *Celtis* L. различного географического происхождения: западный (*C. occidentalis* L.), толстолистный (*C. crassifolia* Lam.), карликовый (*C. pumila* Pursh), сетчатый (*C. reticulata* Torr.), Бунге (*C. bungeana* Blume.), кавказский (*C. caucasica* Willd.), южный (*C. australis* L.).

С 1950 г. интродукцией этого рода начал заниматься И. И. Крылов на Поволжской АГЛОС ФНЦ агроэкологии РАН (Самарская обл.), где на обыкновенных черноземах степного Заволжья проходили испытание несколько видов каркасов, выращенных из семян, полученных из ботанических учреждений. В этих условиях испытанные виды показали низкую зимостойкость. Сохранился только каркас западный, который имеет кустарниковую форму роста из-за ежегодного подмерзания побегов [243].

С 1962 г. начал создаваться дендрарий ФНЦ агроэкологии РАН в г. Волгограде на комплексных светло-каштановых почвах. Результаты испытания каркасов в Поволжье освещены частично в работах [143, 177, 178, 197, 199, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238].

Обзор видов *Celtis* L., интродуцированных в различные пункты, показал, что лимитирующими факторами их роста в северных областях являются низкие температуры в зимний период. В более северных районах виды каркаса отличаются низкорослостью. Хорошим примером этому служат его насаждения в Главном ботаническом саду (Москва) [59, 79, 80, 193]. На среднеподзоленных супесчаных почвах каркасы голый и южный в возрасте 22-26 лет достигают высоты 3,3 и 3,7 м, а западный в возрасте 50 лет – 4,0 м [65].

Из 70 видов каркасовых в культуре Европы и Азии нашли применение 22, а наибольшее распространение 2 – каркас южный и западный. Коллекции каркаса имеются в арборетумах Франции (Ножан-Сюр-Вернисон – 8 видов), Бельгии (Калмтхаута – 5 видов и 1 форма), Польши (Курникский – 6 видов), о. Сицилия (Ботани-

ческий сад Палермо – 7 видов) и др. [49].

В России и странах СНГ интродукция видов *Celtis* L. проводится ботаническими садами и дендрариями в различных городах (Ташкент, Алматы, Батуми, Баку, Ялта, Киев, Москва, Краснодар, Волгоград, Камышин, Минск и др.). Наиболее многочисленные коллекции видов *Celtis* L. произрастают в ботанических садах Средней Азии [47, 48, 49, 58, 62, 128, 129, 130]. В Казахстане в условиях Северного Прибалхашья испытывается каркас кавказский, а в Джаныбекском стационаре Лаборатории лесоведения РАН каркас западный [26, 83, 205].

На Кавказе наиболее обширные коллекции собраны в Дендрарии института ботаники АН Азербайджана и Бакинском ботаническом саду, где собрано 14 видов [2, 134]. В Батумском ботаническом саду произрастает 12 видов, а в Тбилисском 4 вида этого растения [16, 55, 56, 122].

На Украине с 1809 г. накоплен большой опыт культивирования различных видов каркаса [29, 43, 60, 118, 119, 120, 121, 154, 155, 226, 227 и др.].

В России имеются сведения о введении в защитные насаждения *Celtis occidentalis* L. на европейской территории страны [4, 8, 27, 57, 68, 76, 121, 149, 193]

Имеются сведения об использовании видов этого рода в США, где при создании защитных лесных насаждений (ЗЛН) в полосах высаживаются местные и интродуцированные *Celtis* L. [255, 259, 260, 264, 278, 282, 284].

В штате Небраска в зоне с количеством осадков 350-400 мм при посадке ЗЛН рекомендуется высаживать из лиственных пород каркас, вяз приземистый, гледичию, иву белую, тополь канадский, ясень зеленый, с расстоянием между рядами не менее 5,4 м, в ряду 1,8-6,0 м [281]. Здесь же доля основных пяти пород: можжевельника виргинского, сосны желтой, каркаса западного, гледичии обыкновенной, ясеня зеленого, в защитных лесных полосах вокруг ферм

и откормочных площадок составляет 95,0 % от всех созданных посадок [256]. Применительно к районам, где выпадает 392 мм осадков, опытами Говарда и Брауна установлено оптимальное размещение в лесополосе для каркаса западного, лоха узколистного и ясеня ланцетного в ряду – 1,8-2,4 м, между рядами – 5,4-6,0 м [64].

В защитном лесоразведении Северной Америки виды каркаса широко используются и не уступают в росте другим видам. В центральных районах Великих Равнин на глубоких супесчаных почвах и почвах с корнедоступным горизонтом грунтовых вод древесные породы в лесных полосах достигают в 20-летнем возрасте высоты: каркас – 10,5, вяз приземистый – 15,0, тополь – 18,0 м [260]. В штате Небраска в 10-рядной лесной полосе на 21-м году каркас зеленый имел высоту 9,0 м, вяз приземистый – 10,8 м, гледичия обыкновенная – 10,5 м, лох узколистный – 7,2 м, ясень пенсильванский – 9,6 м [277].

В различных пунктах введения в культуру виды каркаса варьируют по росту. В Узбекистане в возрасте 20-22 лет наибольшей высоты 8-10 м достигают каркас южный, кавказский, Бунге, западный и гладкий. Наименее рослые виды каркаса: низкий, сетчатый, Бионди и юннаньский достигают высоты 4-5 м в возрасте 16-17 лет [130]. На Апшероне в возрасте 5 лет на орошаемом участке хорошим ростом отличались каркас миссисипский, западный и Бионди, достигая высоты 1,8, 1,7 и 1,6 м соответственно. Высота остальных испытываемых видов (голового, южного и лабилис) не превышала 0,6 м [134].

Опыты по введению каркасов в насаждения различных типов имеются в Краснодарском крае и на Украине. Детальные исследования роста и развития проводились на Кубанской опытной станции ВИР. В степных условиях на суглинистом черноземе каркас западный отличался быстрым ростом в молодом возрасте и хорошо переносил затенение. К 25-летнему возрасту деревья достигли высоты 12-13 м, а диаметра 20-25 см [76]. По сравнению с другими

видами он не уступал в росте дубу черешчатому, ореху черному и превосходил ясень пенсильванский и маньчжурский. В смешанных насаждениях каркас, как и другие виды, показал лучшие результаты роста на 7-8 %, по сравнению с чистыми [52, 53, 149].

На Украине в Старобердяновском участке Запорожской обл. и в несколько лучших условиях участка "Лабиринт", Николаевской обл., а также в орошаемом парке "Аскания-Нова", Херсонской обл. каркасы не отличаются высокорослостью и, подобно кленам, образуют насаждения II яруса. Высаженный совместно с дубом черешчатым по схеме Д – к – Крк – к на Мариупольской опытной станции каркас западный уже в 20-летнем возрасте оказался во II ярусе [118].

Опыт культивирования каркаса западного на Украине позволяет рекомендовать его для посадок на южных черноземах и темно-каштановых почвах. При посадке под пологом видов с ажурной кроной он образует второй ярус. В условиях обыкновенных черноземов, где возможно выращивание других более ценных видов, каркас интереса не представляет [226]. Представляет интерес насаждение по приречным склонам р. Веселая Боковенька (почвы смытые, малогумусные, суглинистые черноземы), где каркас западный успешно растет под пологом сосны обыкновенной [31, 227].

Использование каркаса в качестве сопутствующей породы, по мнению В. Г. Нетребенко [160], повысит устойчивость и долговечность насаждений из робинии в Краснодарском крае (доля которых составляет более 50 %).

В культуре Нижнего Поволжья (Нижневолжская станция по селекции древесных пород ФНЦ агроэкологии РАН) на погребенной супесчаной каштановой почве каркас в противоэрозионных насаждениях достигает в 10 лет высоты 5,2 м, а в 18 лет – 7 м [15, 27].

В России и странах СНГ естественно произрастают 4 вида каркаса: голый (*C. glabrata* Stev. ex Planch.) – в Азербайджане, Армении, Грузии, Дагестане, Крыму и на Северном Кавказе; кав-

казский (*C. caucasica* Willd.) – в Абхазии, Азербайджане, Армении, Грузии, Дагестане (юг), Средней Азии, Туркменистане (юг); Турнефора (*C. Tournefortii* Lam.) в Азербайджане, Армении; южный (*C. australis* L.) – в Азербайджане, Грузии [10].

1.2. Краткая характеристика рода *Celtis* L.

Интродукция видов рода *Celtis* L. в Нижнее Поволжье выбрано не случайно. Этот род имеет обширное распространение (рис. 2). В природной флоре североамериканские виды (западный, толстолистный, сетчатый и карликовый) растут в зоне лесов и на безлесных пространствах. В первом случае они обычны во втором ярусе смешанных лиственных или сосновых лесов, произрастающих на лёссовидных суглинках совместно с орехом, березой и дубом. Во втором случае произрастают на более или менее сухих известковых почвах, в зонах прерий и пустынь. Часто встречаются на каменистых и щебнистых почвах, эродированных склонах. Каркасы западный и толстолистный в условиях естественного распространения достигают высоты 40 м и диаметра ствола 1,5 м, каркас сетчатый – до 15 м, а карликовый – до 4 м в виде кустарника или низкого дерева [121, 258, 262, 265-271, 275, 276, 279].

Современный ареал каркасов – пантропический, располагается в пределах тропической и субтропической зон. В умеренном климате произрастают лишь отдельные виды [45, 46].

Наибольший интерес для введения в культуру и широкого внедрения в сухой степи представляют североамериканские виды *Celtis* L.: каркас западный (*C. occidentalis* L.), карликовый (*C. pumila* Pursh), сетчатый (*C. reticulata* Torr.), толстолистный (*C. crassifolia* Lam.), а для условий полупустыни более теплолюбивые – кавказско-среднеазиатские виды: каркас южный (*C. australis* L.), кавказский (*C. caucasica* Willd.) и восточно-азиатский вид каркаса Бунге (*C. bungeana* Blume.).

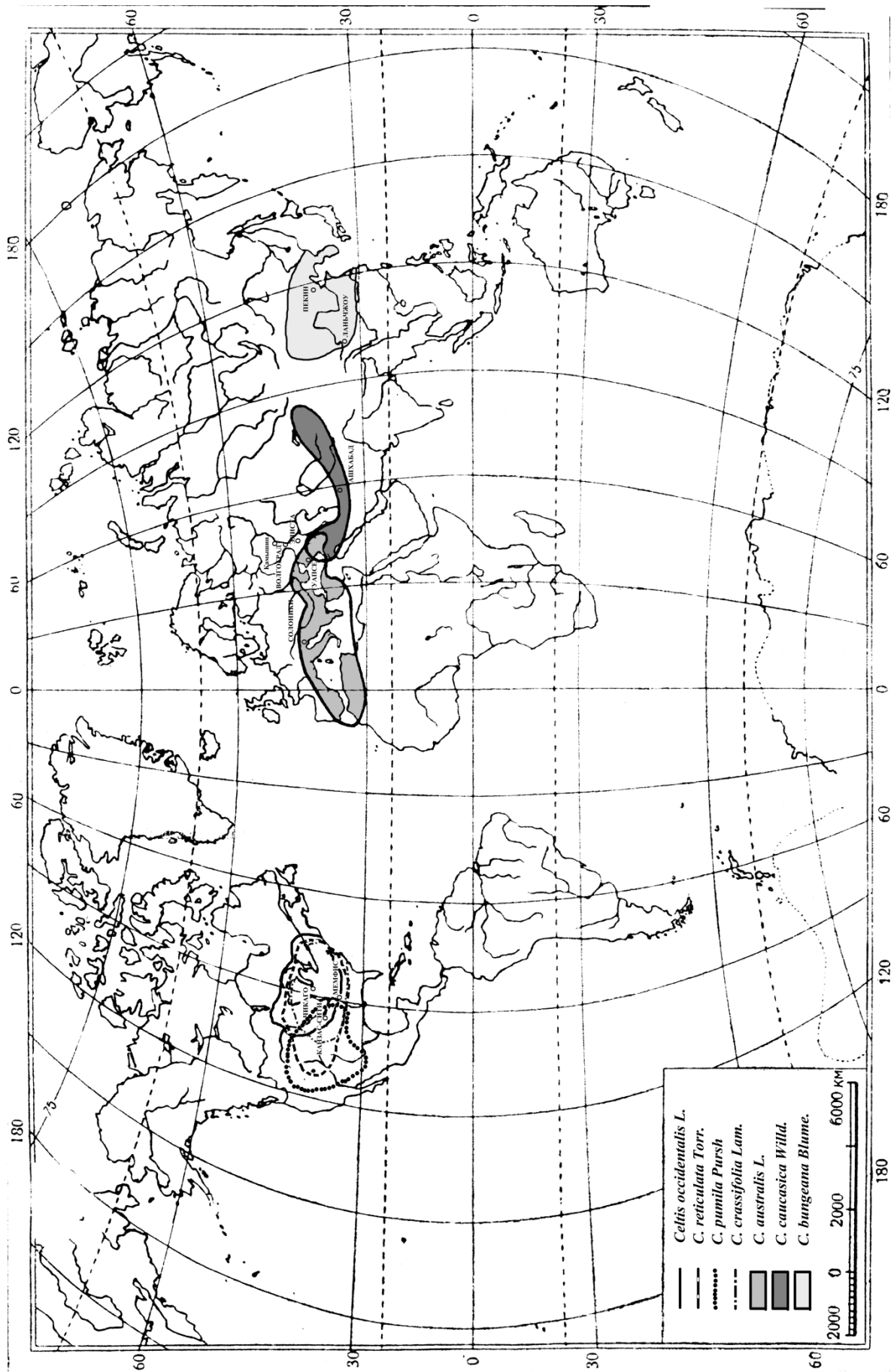


Рис. 2. Ареал *Celtis* L. [121]

Восточно-азиатский вид – каркас Бунге в природе приурочен к муссонному климату, но заходит в континентальные районы. Распространен преимущественно на карбонатных и аллювиальных почвах, в горах – на бурых, а на Шаньсийском плато – на каштановых [62, 95, 129].

Кавказско-среднеазиатские виды каркаса (кавказский и южный) произрастают в горных областях на слаборазвитых, часто каменистых почвах и реже на горных каштановых. Каркас кавказский приурочен к склонам южной экспозиции со щебнистыми почвами. Он распространен в нижнем и среднем горном поясе до высоты 1500 м н. у. моря. Каркас южный распространен только в нижнем горном поясе с более мягким климатом до 700 м н. у. моря [28, 38, 50, 51, 61, 214].

Проблема систематики каркасов, вопрос их выделения в самостоятельное семейство оставался многие годы дискуссионным. Некоторые исследователи включали род *Celtis* L. в семейство *Ulmaceae* Mirb. [60, 121, 275]. В дальнейшем эти таксоны выделяли в отдельное семейство каркасовых (*Celtidaceae* Link.) порядка Крапивноцветные (*Urticales*) [14, 23, 72, 75, 80, 239, 240, 241]. Семейство *Celtidaceae* Link объединяло 9 родов и более 100 видов [45]. Род *Celtis* L. был подразделен на 4 секции: *Euceltis* Planch., *Sponiceltis* Planch., *Solenostigma* Planch. и *Momisia* Planch. [164]. Однако последние исследования М-Q. Yang с соавторами [286], основанные на изучении молекулярных ДНК-маркеров, позволили окончательно классифицировать спорные таксоны. В итоге род *Celtis* L. отнесен к семейству Коноплевые (*Cannabaceae*) порядка Розоцветные (*Rosales*).

Некоторые виды даже в естественных условиях чрезвычайно гетерогенны и отличаются большим полиморфизмом отдельных признаков (размер и характер кроны, семян и листьев), поэтому, например каркас кавказский, разные авторы относят и порою отождествляют с другими видами [34, 130].

Успех интродукции видов во многом определяется эколого-биологическими особенностями и возможностями организмов адаптироваться к новым условиям существования. Уже отмечалось, что род каркасов распространен преимущественно в теплом климате. Фактором, лимитирующим рост этой культуры севернее ареала, часто является температурный режим зимних месяцев. Зимостойкость – это способность растений переносить комплекс неблагоприятных условий при постепенном и длительном понижении температуры в зимнее время. Морозостойкость – способность растений противостоять поздневесенним и раннеосенним заморозкам и резким кратковременным колебаниям температур в зимний период [36, 98, 179, 223].

Способность растений переносить низкие температуры формируется у растений в конце вегетационного периода в процессе закаливания [36, 224, 225]. Основными причинами подмерзания в холодный период являются резкие изменения погоды, а так же несоответствие биологических ритмов растений ее динамике [203]. Существенное влияние на формирование зимостойкости оказывают интенсивность, продолжительность и сроки окончания ростовых процессов и периода вегетации [96]. Наиболее устойчивы в континентальном климате виды с ранним началом и окончанием вегетационного периода [91, 101, 115, 124, 162, 189, 202, 218, 263].

В различных условиях произрастания виды каркаса отличаются по зимостойкости. В дендрарии Ленинградской лесотехнической академии кавказский, миссисипский, гладкий и сетчатый каркасы неморозостойки. Значительной морозостойкостью отличается каркас западный [8]. Но в Белоруссии у этого вида в суровые зимы обмерзают многолетние побеги, а молодые экземпляры вымерзают до корневой шейки. Отмечается его подмерзание в Эстонии [204]. На юге страны каркас западный выдерживает значительные зимние морозы. На Кубанской опытной станции ВИР он выносил понижения температуры воздуха до -32°C [76]. В. И. Ткаченко

[220] отмечает морозостойкость этого вида в условиях г. Фрунзе и неморозостойкость пойменного и карликового.

Отмечается подмерзание каркаса кавказского в условиях г. Еревана [252]. Лимитом зимней температуры для этого вида можно считать -35°C [28]. И. А. Смирнов [205] отмечает подмерзание побегов уже при $-26,8^{\circ}\text{C}$. На недостаточную его морозостойкость указывают В. Г. Атрохин и др. [14], Н. Е. Булыгин [23] и А. И. Колесников [94]. Эти авторы не рекомендуют его вводить в культуру севернее Курска и Воронежа.

На взаимосвязь сезонного развития с суммой эффективных температур указывают ряд авторов [49, 248]. Изучение сезонного развития в условиях интродукции показало, что продолжительность роста 1-2-летних растений больше, по сравнению с взрослыми экземплярами. Этим объясняется подмерзание сеянцев в морозные зимы. Наибольший прирост побегов у сеянцев отмечается в июне-июле, а плодоносящих деревьев в мае-июне. Продолжительность роста в условиях Узбекистана составила 102-158 дней (при орошении) и зависит от вида. Длительный период роста отмечен у каркаса гладкого и Турнефора, а сравнительно короткий у каркаса карликового [130]. На Апшероне каркасы росли 90-155 дней. Продолжительный период роста имеют каркасы пойменный и миссисипский, а наименьший отмечен у каркаса южного [134].

Засухоустойчивость растений зависит от способности переносить обезвоживание и перегрев [12, 13, 37, 99, 161]. Каркасы считаются достаточно засухоустойчивыми [23]. Их распространение в природе связано с сухими местообитаниями (склоны южных экспозиций со щебнистыми и каменистыми почвами). Поэтому многие авторы [50, 118, 214, 219, 222, 227] рекомендуют их для лесоразведения и озеленения в засушливых районах страны.

Засухоустойчивость каркаса объясняется наличием анатомо-морфологических приспособлений: исключительно плотным расположением и чрезмерной удлинённостью клеток палисадной

ткани листа, при ухудшении водного режима образованием большого количества цистолитов, мощным развитием в коре стебля одревесневших механических тканей и накоплением в древесине гемицеллюлозных отложений в виде запасных питательных веществ [1, 201, 249, 251]. В засушливый период каркас частично сбрасывает листву, которая может снова отрастать после наступления влажного периода [28, 76, 123].

Наиболее устойчивыми древесными видами в аридных условиях считаются растения, у которых процессы водообмена резко снижаются при недостаточном водообеспечении и максимально увеличиваются в оптимальных условиях, т. е. растения, имеющие широкий диапазон изменчивости основных физиологических показателей [141, 144, 147, 148, 217]. Изучение водного режима каркаса западного в сезонной динамике показало, что во время засухи у него наблюдается уменьшение оводненности тканей листа, транспирационных потерь с 1224,1 мг/г-ч до 639,2 мг/г-ч., увеличение водоудерживающей способности, снижение водного дефицита с 12,3 до 9,3 %. Отмечается некоторая стабилизация водного баланса с возрастом [13].

Одним из главных факторов, резко влияющих на выживаемость интродуцентов, является засоленность почв. Под воздействием засоления древесные виды резко снижают прирост, претерпевают при этом разные структурные и функциональные изменения. Солеустойчивость вида зависит от концентрации солей в почве, их состава, содержания гумуса, влажности почвы, глубины залегания и минерализации грунтовых вод, интенсивности солнечной радиации, биотических факторов, адаптивных способностей вида и физиологического состояния растений [103, 104, 152, 153, 154, 251].

Сведений по отношению каркасов к засолению почв крайне мало. Имеются данные по солеустойчивости каркаса западного в насаждениях Крыма [93, 120]. Этот вид способен расти на каштановых сильносолонцеватых, солончаковатых почвах и солонцах.

Годичный прирост в высоту при засолении в первые 15 лет сохраняется на уровне 0,3-0,4 м, но в этих условиях снижается прирост по диаметру [219].

Е. С. Мигунова [153, 154] каркас западный относит к слабо солевыносливым видам наряду с кленом ясенелистным, ясенем обыкновенным, можжевельником виргинским, скумпией. Существование разных мнений относительно солеустойчивости каркаса ставит необходимость в проведении детальных исследований по этому вопросу.

Ценным для лесных мелиораций является низкая повреждаемость видов *Celtis L.* вредителями и болезнями [261]. На Кавказе отмечается повреждение семян долгоносиком (*Anthonomus celtidis* T. – Min.). Наиболее уязвимы к этому вредителю каркас кавказский и западный, а поражения гладкого и китайского не наблюдалось. Развитие вредителя отмечается в отдельные годы [122]. Древесина каркаса кавказского повреждается зернистым дровосеком (*Megopis scabricornus* Scop.). Древесина одного поврежденного дерева подвергалась сильному разложению грибом (*Ganoderma applanatum* Pers. Pat). На листе паразитируют *Tebythea celtis* Lain., минирующая моль – *Lithocolletis millerella* Stgr., многоцветница – *Nymphalis polychloros* L. и гусеница каркасовой огневки – *Acrobasis celticola* Stgr. [123]. Так же встречается каркасовая тля *Thericaphis celticola* Nev. и носатка листовидная *Libythea celtis* Laich. [54]. В степной зоне Украины каркас западный почти не страдает от вредителей, не поражается даже непарным шелкопрядом [118].

П. Н. Ключник [92] обнаружил усыхание ветвей каркаса, вызываемое грибом стеганоспориумом (*Steganosporium* sp.), который развивается на однолетних побегах и убивает их. На следующий год вместо главного побега вырастает боковой, который также поражается патогеном. Это приводит к формированию своеобразного ветвления. Стеганоспориум поселяется и на более толстых ветвях

диаметром до 4 см. В этом случае он образует язвы длиной до 20 см. Также отмечено присутствие грибка дотиорелля (*Dothiorella* sp.). На усохших ветвях развиваются сапрофиты камароспориум (*Camarosporium celtidis*) и диплодия (*Diplodia australis*).

В Узбекистане в отдельные годы перед листопадом на каркасах Турнефора, Бионда и юннаньском наблюдается сажистый сапрофитный грибок. Заболевание вызывают грибки из родов *Apiosporum*, *Antennaria* и *Fumago*. Они питаются сахарами, выделяемыми растениями в результате нарушения обмена веществ, распространяясь по поверхности листа, нарушают процесс ассимиляции [130].

Способность давать доброкачественные семена и образовывать самосев указывает на возможность успешного выращивания культур каркаса на деградированных землях. В южных регионах каркасы цветут и плодоносят. Отмечено, что рано они вступают в генеративную фазу (4-6 лет). Созревание плодов приходится на осенний период (август-сентябрь). У североамериканских видов период формирования плодов длится 154-162, у кавказско-среднеазиатских – 153-189, у восточно-азиатских – 169-192 дней. Плодовая продуктивность у каркасов различного географического происхождения варьирует по годам [49, 134]. В Нижнем Поволжье вступление в стадию массового плодоношения в противозерозионных насаждениях отмечено у каркаса западного в возрасте 10-лет [15]. Наиболее морозостойкие виды периодически формируют семена в условиях лесной зоны [65].

Для успешного районирования древесных видов имеют значение их репродуктивные способности [108, 109, 144, 145, 146, 182]. Каркасы могут размножаться как вегетативно (корневыми отпрысками), так и семенами. Наиболее эффективно для защитного лесоразведения семенное размножение. В южном регионе практически все виды рода *Celtis* L. образуют высокий процент жизнеспособных семян (70-96 %). Семена отличаются глубоким покоем и,

поэтому, требуют стратификации при весеннем посеве или посева сразу после сбора осенью. Грунтовая всхожесть их снижается при длительном хранении до 9,5-22,5 % [49, 207, 212, 253, 254].

В литературных источниках отмечен интенсивный рост сеянцев каркаса различного географического происхождения, в Средней Азии однолетние растения достигают высоты 56-96 см. В этом регионе наиболее быстрый рост характерен для восточно-азиатских видов каркаса Бионди, китайского Бунге [49, 130].

В хозяйственном отношении каркасы имеют особый интерес. Древесина ценится за свои технические свойства. Она прочная, хорошо полируется, легко окрашивается и используется в различных отраслях промышленности на Кавказе, во Франции и США [14, 87, 172, 275]. Молодые листья идут на корм скоту. Считается, что при кормлении молочного скота листьями каркаса улучшается качество молока [49, 283]. Из коры получают дубильные вещества и красители [87, 130]. Плоды имеют кормовое, пищевое, лекарственное значение [121, 215, 274, 280].

Для создания защитных насаждений на юге России и Украине рекомендуется широко применять каркасы разных видов [4, 6, 118, 119, 160, 227]. Благодаря густой облиственности, а также долговечности каркасы представляют интерес при озеленении городов и поселков, особенно в засушливых районах с малоплодородными почвами. Они пригодны для аллеиных, групповых посадок и живых изгородей. Виды *Celtis* L. хорошо переносят стрижку, образуют труднопроницаемые, густые и красивые изгороди, имеют большое значение для горно-мелиоративных работ, закрепления каменистых и щебенистых склонов гор [15, 52, 53, 57, 130].

В Нижнем Поволжье, интродукционное изучение рода *Celtis* L. имеет начало с 1937 г. Были заложены опытные посадки 7 видов рода *Celtis* L. из семян, полученных из различных географических мест (Венгрия, Ереван, Москва, США, Ташкент, Тбилиси), а также из семян местной репродукции.

Некоторые особенности роста и фенологии только двух видов каркасов частично освещены в отчетах ФНЦ агроэкологии РАН, П. К. Балашовым [15] и В. А. Шутиловым [247, 248].

В то же время, детального изучения эколого-биологических особенностей и адаптивных возможностей всего родового комплекса на каштановых почвах Нижнего Поволжья, до недавнего времени не проводилось.

Опыт применения каркасов в защитном лесоразведении и озеленении на Украине, Кавказе, Средней Азии и за рубежом, свидетельствует об успешности их введения в различные типы лесонасаждений.

Интродукция и введение в культуру этих экзотов на каштановых почвах сухостепной зоны показали положительные результаты, где каркасы имеют высокую устойчивость к вредителям и болезням и хорошие мелиоративные свойства, что позволяет прогнозировать успешность широкого внедрения этого родового комплекса в защитное лесоразведение.

2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

2.1. Климатические ресурсы

Возможность выращивания лесных насаждений в регионе определяется комплексом абиотических факторов, из которых климатические являются наиболее важными [163, 168, 169]. Климат региона в зоне сухих степей и полупустыни соответствует по классификации Конвенции ЮНЕП аридному. Восточно-европейская равнина подвержена воздействию западных циклонов и холодных масс арктического воздуха. Она почти не испытывает увлажняющего влияния воздушных течений на юго-востоке. Регион открыт для сухих восточных и юго-восточных ветров пустынь Средней Азии, что и определяет климат, как континентальный засушливый с жесткой аридизацией в Прикаспии [175, 191, 192, 213].

Он характеризуется холодной зимой, короткой сухой ветреной весной, продолжительным жарким сухим летом, теплой сухой осенью [3, 180, 187, 188]. Особенности годового хода основных метеорологических показателей приведены на климатограмме (рис. 3). Основные климатические показатели по природным зонам приведены в прилож. 1.

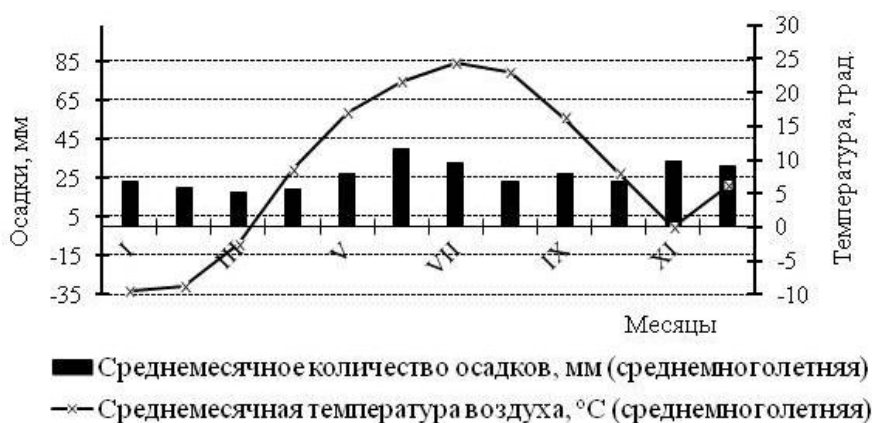


Рис. 3. Климатограмма сухой степи

Продолжительность солнечного сияния по многолетним данным от 2350 в сухостепной до 2440 часов в полупустынной зонах. Теплообеспеченность региона весьма высокая. Среднегодовые температуры воздуха изменяются в южном направлении от 7,5 °С в сухостепной до 8,0 °С в полупустынной зонах. Соответственно изменяются средние температуры воздуха в зимние и летние месяцы. Годовая амплитуда температур 36,4 °С.

Экстремальные температуры (абсолютные минимумы и максимумы) изменяются по годам. Разница абсолютных максимумов и минимумов в сухой степи 78 °С, а в полупустыни 90 °С. Это свидетельствует о высокой континентальности климата [3].

Весна короткая (40-50 дней). За это время среднесуточная температура воздуха увеличивается от 0 до 15 °С. Лето длится около 170 дней. Зима с отрицательными среднесуточными температурами продолжается около 120 дней. Длительность безморозного периода 240 дней. Большой вегетационный период, когда температура воздуха поднимается выше 5 °С, продолжается в сухой степи – 175 дней, а в полупустыни 183 дня. Цикл активной вегетации с температурами выше 10 °С составляет в сухостепной зоне 165 дней, в полупустынной 172 дня [209].

По обилию солнечного тепла и света область стоит в одном ряду с субтропическими районами страны. Однако обилие тепла плохо реализуется растительностью вследствие крайней засушливости климата и острого недостатка влаги.

Относительная влажность воздуха находится в пределах 66-74 %. Летом в отдельные дни она падает до 16-22 %, а среднемесячные значения этого показателя составляют 44-48 %. Зимой происходит ее увеличение до 85 %.

Среднегодовое количество осадков составляет на северо-западе 400-450 мм, уменьшаясь до 270 мм к юго-востоку. Осадки преимущественно выпадают в жидком виде (60-65 % на севере и 70-80 % на юге), 10-15 % осадков смешанные. Большая часть

осадков приходится на весенне-летнее время, когда наблюдается высокое испарение с поверхности почвы и вод. Летние осадки часто имеют ливневый характер и, едва промолив почву, скатываются в водотоки, способствуя активации смыва и овражной эрозии. Их максимальная интенсивность от 1,5-1,7 мм/мин в полупустыне, и до 2,0-2,5 мм/мин в зоне степей.

Зимы малоснежные. В сухостепной зоне снежный покров устанавливается в конце декабря. Период устойчивого снежного покрова продолжается около 80 дней, а запасы воды в снеге 40 мм. В зоне полупустыни снежный покров неустойчив. Он устанавливается только в январе, причем в отдельные годы бывают бесснежными. Глубина промерзания почвы на севере составляет 60-80 см, в центральной части 55-60 см, а на юге 40-50 см [211].

Для региона характерны большие колебания основных климатических показателей по годам. Минимальная сумма осадков в 2,5-4 раза меньше максимальной. Годовая сумма осадков колеблется в пределах $\pm 40-60$ % от средней многолетней.

Большим бедствием для региона являются засухи. Повторяемость засух средней и высокой интенсивности составляет 50 %. Наиболее сильные засухи наблюдались в 1906, 1921, 1957, 1969, 1972, 1975, 1998, 2002 гг.

Для региона характерен напряженный ветровой режим: среднегодовые скорости ветра находятся в пределах 6,3-8,0 м/с. Сильные ветры бывают зимой и в начале весны, слабые – в теплое время года. В годовой розе ветров преобладает широтное (З-В) направление, хотя часты ветры по линиям СЗ-ЮВ и С-Ю [210].

Сильные сухие ветры восточных, юго-восточных румбов, как правило, сопровождаются пыльными бурями, при которых происходит раздувание обнаженной поверхности почвы. Пыльные бури наблюдаются ежегодно. В северной части региона в среднем бывает 3 пыльные бури в год, а на юге до 18.

Сильные ветры при низкой влажности воздуха оказывают

губительное влияние на растительность даже весной при наличии влаги в почве. Это атмосферная засуха. В среднем число дней с суховеями бывает от 30 до 50 в год при очень большой изменчивости по годам. Суховеи преобладают в летние месяцы [210].

Открытость региона обуславливает определяющее влияние макроциркуляции атмосферы на климат и погоду. Очень угнетающим для биоты агроландшафтов являются длительные вторжения воздушных масс с востока и юго-востока. Зимой они сопровождаются сильными устойчивыми морозами, в начале весны могут на 2-3 недели задержать начало вегетации растений, летом являются основным фактором жаркой и сухой погоды. В связи с этим регион относится к зоне рискованного земледелия [3].

Агроклиматические ресурсы районов введения растений в культуру значительно отличаются от ареалов естественного распространения видов. Необходимо отметить, что, чем больше сходство климата, тем успешнее происходит адаптация растений в новых условиях. Кластерный анализ на основании расчета Евклидовых расстояний позволил сгруппировать пункты по сходству климатических характеристик. Оценивались показатели по пунктам из центров ареалов каркаса. Для североамериканских видов это Чикаго, Мемфис и Канзас, для кавказско-среднеазиатских Салоники, Туапсе и Ашхабад, для восточноазиатских Пекин и Ланьчжоу.

Расчет производился по следующим позициям: коэффициент увлажнения, биоклиматический потенциал, сумма эффективных температур за вегетационный период, средняя температура воздуха самого холодного месяца [245]. Дендрограмма сходства климатов приведена на рис. 4.

Климат Нижнего Поволжья по своим характеристикам занимает среднее положение между северо-востоком Северной Америки, Средиземноморьем и континентальными районами Восточной Азии. Наиболее близки к региону интродукции Канзас и Мемфис, где произрастают каркасы западный, сетчатый, толсто-

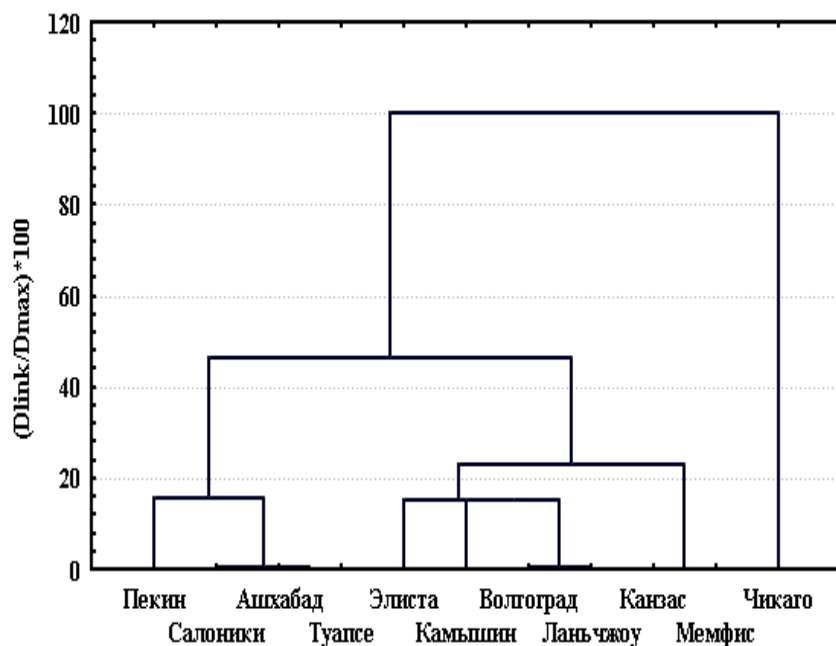


Рис. 4. Дендрограмма сходства климатических характеристик ареалов каркасов на основе евклидовых расстояний

лиственный и карликовый и Ланьчжоу – район распространения каркаса Бунге (северные точки ареала с учетом температурного режима, связанного с вертикальной зональностью).

Вторую группу образуют Туапсе, Ашхабад, Салоники и Пекин, где распространены каркасы южный, кавказский и юго-восточные точки ареала Бунге. Климат этих регионов значительно отличается от района интродукции. Отдельно от всех групп находится Чикаго. Климат умеренно холодный и достаточно влажный. Зона смешено широколиственных лесов. Это северная граница распространения каркасов.

На основании анализа климатических характеристик, играющих определяющую роль в успешности интродукции, можно отметить, что североамериканские виды и виды южного происхождения (с широким ареалом) наиболее перспективны для введения в защитные лесные насаждения сухостепных районов.

2.2. Почвы и их лесопригодность

Низкая водообеспеченность, резкая континентальность и другие особенности климата, рельефа и геологической истории отразились на характере почвенного покрова. Основной фон террито-

рии исследований представляют почвы каштанового типа разной степени солонцеватости. В северной части региона распространены каштановые почвы, которые постепенно сменяются светло-каштановыми и бурыми полупустынными [78, 105, 107, 171].

Каштановые почвы отличаются заметной развитостью комплексностью, отчетливыми границами перехода генетических горизонтов, малым содержанием гумуса и высоким содержанием солей [102].

Они недостаточно обеспечены азотом, фосфором и калием. Содержание обменного кальция снижается, а магния – увеличивается при переходе от каштановых к светло-каштановым почвам. Несколько отличаются они в Заволжье. Среди них больше пятен солонцов. Почвы более гумусированные в горизонте А, но мощность горизонтов А + Б у них меньше [166, 173, 174].

Каштановые почвы имеют дифференцированный профиль вследствие повышенной солонцеватости и ясных включений гипса, начинающихся с 70-80 см. Выделение воднорастворимых солей отмечается со 100-120 см. Количество солонцов в комплексах 15-25 %. Содержание гумуса достаточно низкое и достигает в заволжской части зоны 2,5-3,5 %, а в приволжской – 2,0-2,5 % [78].

Светло-каштановые почвы на большей части территории формируются на лёссовидных суглинках и шоколадных глинах. Характерная особенность их комплексный пестрый характер, который определяется крупными и мелкими формами рельефа и связанной с ними неодинаковой степенью увлажнения.

В южной части комплексы, как правило, двухчленные и трехчленные. Двухчленные приурочены к участкам с ровным или слабо расчлененным микрорельефом. Трехчленные комплексы распространены в местах, где микро- и мезорельеф выражен более резко. В них обычно входят лугово-светло-каштановые и темноцветные почвы, светло-каштановые почвы различной степени солонцеватости и солонцы [180].

Средняя мощность надсолонцового горизонта (А) типичных светло-каштановых почв составляет 14 – 17 см, солонцового горизонта (В) 28-30 см, а содержание гумуса в них колеблется в пределах 1,7-2,5 % и 1,5-2,0 % соответственно.

Солонцы отличаются от светло-каштановых почв по мощности, сложению, структуре и цвету генетических горизонтов. Мощность горизонта А + В меньше на 4-5 см, чем у светло-каштановых почв и равна в среднем 38-40 см. Граница между горизонтами А и В резкая и выделяется в тонко-плитчатой структуре и белесой присыпке. Сложение горизонта В плотное, четко выраженной призматической или столбчатой структуры. Наиболее распространены в зоне мелкие и средние столбчатые солонцы, но встречаются и коровые [22, 171, 217].

Лугово-светло-каштановые почвы занимают неглубокие понижения, проходящие, как правило, вдоль по склону. Они имеют более мощный, чем у светло-каштановых почв горизонт А + В (50-60 см). Характерной особенностью этих почв является наличие переходного горизонта ВС. В нем наблюдается вскипание от соляной кислоты. Темноцветные почвы приурочены к более глубоким понижениям и менее распространены [24].

В бессточных блюдцевидных неглубоких понижениях развиты темноцветные осолоделые почвы. В глубоких бессточных понижениях формируются солоды. По широким днищам балок сформированы дерново-луговые и дерново-намытые почвы. Среди них встречаются солончаковатые, солончаковые и даже солончаки. Последние формируются при близком залегании засоленных грунтовых вод или же соленосных глин, являющихся водоупорным ложем [19, 216].

Почвы полупустыни сформировались на хвалынских отложениях. Направление почвообразовательных процессов было обусловлено жарким и сухим климатом, результатом воздействия которого явилось формирование малогумусированных почв. Они

часто засолены особенно при тяжелом механическом составе.

В зоне распространены следующие типы почв:

полупустынно-степные (бурые песчаные и легкосупесчаные, бурые слабосолонцеватые супесчаные, бурые супесчаные погребенные);

солонцеватые (бурые солонцеватые супесчаные, солонцы столбчатые и призматические различной степени осолодения, легкосуглинистые и супесчаные, солоди легкосуглинистые и супесчаные);

степные (темноцветные слабогумусированные супесчаные и легкосуглинистые, темноцветные слабогумусированные супесчаные слабосолонцеватые, темноцветные среднегумусированные супесчаные и легкосупесчаные, погребенные).

Почвы тяжелого гранулометрического состава (глинистого и суглинистого) распространены по северу зоны, по югу – пески. На микроповышениях встречаются солонцы. Почвы средней части зоны представлены бурыми почвами легкого гранулометрического состава (песчаные и супесчаные). Они бедны гумусом и питательными веществами, особенно азотом и выщелочены.

Бурые песчаные и легкосупесчаные почвы характеризуются легким гранулометрическим составом и незначительным содержанием гумуса (0,25-0,50 %). Они отличаются значительной максимальной гигроскопичностью и малой полевой влагоемкостью. Водопроницаемость этих почв высокая. Они в состоянии полностью поглощать атмосферные осадки, но в тоже время не могут задержать и накопить в себе достаточного количества влаги. Содержание легкорастворимых солей в них незначительное. На глубине 1-3 м бурые почвы часто подстилаются более плотной суглинистой прослойкой [86].

На песчаных отложениях формируются песчаные почвы. Светло-каштановые и бурые супесчаные почвы близки по строению и мощности профиля к зональным на суглинистых отложе-

ниях. На бугристых песках формируются примитивные песчаные почвы. Содержание гумуса в них около 0,3-0,6 %, а мощность горизонта А 11-20 см [112].

Рельеф и почвенный покров региона сильно варьирует и обуславливает наличие экотопов с различными лесорастительными условиями. Причем различия в режимах экотопов тесно связаны с почвенными условиями. Орографические факторы (мезо- и микро-рельеф) местности влияют на перераспределение осадков и формирование строго определенных типов почв. Таким образом, рельеф может служить индикатором экотопов с различными режимами и, следовательно, с различными лесорастительными условиями.

Лучшие лесорастительные условия формируются по микропонижениям с несолонцеватыми, слабосолонцеватыми и глубокозасоленными почвами. Худшие для роста деревьев располагаются по микроводоразделам, где площади солонцов и солончаков достигают 25 %. При площадях солонцов и солончаков более 25 % выращивание лесных насаждений не целесообразно. Классификация почв по лесорастительным условиям разработана В. М. Кретиным [105] (прилож. 2).

Сравнительно благоприятными для выращивания лесных насаждений являются интразональные лугово-черноземные, лугово-лиманские, темноцветные, лугово-светло-каштановые, лугово-полупустынные, луговые и лугово-лиманские полупустынные почвы. Нелесопригодными без коренной мелиорации являются солонцы. Они имеют плохие водно-физические свойства: бесструктурны, водонепроницаемы, бедны гумусом и содержат большое количество водорастворимых солей [106].

Объекты исследований расположены на лесопригодных почвах в типичных для региона условиях.

Почвы Волгоградского дендрария ФНЦ агроэкологии РАН светло-каштановые, среднемошнные, среднесуглинистые, сформированные на делювиальном наносе, состоящем из песков, зале-

гающих однородной массой с глубины одного метра. Глубина грунтовых вод 4-5 м.

Характеристика почвы приведена в описании разреза № 2 под насаждением каркаса западного.

Описание почвенного разреза.

- | | | |
|----------------|-------------|--|
| A _п | 0-11 см. | Слой культивации. Сухой, темно-серый, среднесуглинистый. Структура комковатая, рыхловатая. Пронизан корнями растений. |
| A | 12-35 см. | Сухой, серовато-коричневый. Структура глыбовато-комковатая. Плотноватый, пронизан корнями растений, переход к следующему горизонту постепенный. |
| B ₁ | 36-55 см. | Сухой, светло-коричневый, с гумусовыми пятнами и потеками, тяжелее предыдущего. Структура глыбисто-призмовидная. Пронизан корнями растений. Вскипает на нижней границе с горизонтом B ₂ с глубины 50 см. Переход к следующему горизонту четкий. |
| B ₂ | 56-107 см. | Сырой, светло-коричневый, легкий суглинок. Бесструктурный, уплотнен, пестрый от белоглазки, которая равномерно встречается до глубины 107 см. Вскипает сплошь бурно. |
| BC | 108-134 см. | Влажный песок, зеленовато-желтого цвета, бесструктурный, рыхлый. Переход к следующему горизонту постепенный. |
| C | 134-200 см. | Влажный серовато-зеленого цвета песок, бесструктурный, рыхлый. |

Почвы участка характеризуются небольшим количеством гумуса (0,54-0,94 %). Содержание подвижных форм азота, фосфора, калия типично для светло-каштановых почв (табл. 1).

Данные анализа водной вытяжки свидетельствуют об отсутствии засоления почвенно-грунтовой толщи (табл. 2).

Таблица 1

Содержание гумуса и биофильных элементов в светло-каштановой почве коллекционного участка Волгоградского дендрария

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
A _п	0-10	0,94	0,052	0,122	0,790
A	11-25	0,86	0,030	0,118	0,930
B ₁	26-50	0,78	0,047	0,090	0,720
B ₂	51-80	0,56	0,030	0,212	0,880

Таблица 2

Состав водно-растворимых солей (мг. экв./%) в светло-каштановой почве коллекционного участка Волгоградского дендрария

Горизонт	Глубина, см	CO ₃ ²⁻	HCO ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ²⁺	K ⁺
A _п	0-10	Нет	<u>0,640</u> 0,039	<u>0,140</u> 0,005	<u>0,600</u> 0,029	<u>0,480</u> 0,010	<u>0,670</u> 0,008	<u>0,180</u> 0,004	<u>0,050</u> 0,002
A	11-25	Нет	<u>0,660</u> 0,040	<u>0,080</u> 0,003	<u>0,210</u> 0,010	<u>0,430</u> 0,009	<u>0,290</u> 0,003	<u>0,200</u> 0,005	<u>0,030</u> 0,001
B ₁	26-50	Нет	<u>0,800</u> 0,490	<u>0,100</u> 0,004	<u>0,240</u> 0,011	<u>0,480</u> 0,010	<u>0,380</u> 0,005	<u>0,230</u> 0,005	<u>0,050</u> 0,002
B ₂	51-80	Нет	<u>0,700</u> 0,043	<u>0,080</u> 0,003	<u>0,530</u> 0,025	<u>0,430</u> 0,009	<u>0,430</u> 0,005	<u>0,420</u> 0,010	<u>0,030</u> 0,001

Насаждения коллекционного участка Волгоградского лесничества произрастают на светло-каштановых среднесуглинистых почвах с содержанием гумуса 1,2-1,5 %.

Почвы Камышинского дендрария ФНЦ агроэкологии РАН более или менее однородные – погребенные, темно-каштановые, легкосуглинистые, слабосолонцеватые, с содержанием гумуса 1,5-2,5 %.

Характеристика почвы приведена в описании разреза № 1 в кв. № 25 под насаждением каркаса западного.

Описание почвенного разреза.

A₀ 0-30 см. Наносной, влажный, окраска равномерная (темно-серая). По механическому составу – супесчаный, осыпается. Рыхловатый. Прони-

зан корнями растений. Переход к следующему горизонту ясный.

- A + B 30-57 см. Свежий, темно-серый, равномерно окрашенный. Структура комковато-ореховатая. Плотноватый, пронизан корнями растений. Легкий суглинок, не вскипает. Переход к следующему горизонту ясный.
- B 57-82 см. Свежий, коричневый с гумусовыми затеками, окраска неравномерная. Очень плотный. По механическому составу – легкий суглинок. Пронизан корнями растений. Переход к следующему горизонту постепенный.
- BC 82-105 см. Сухой, коричневый с желтоватым оттенком. Очень плотный. Вертикально-глыбистой структуры, с гумусовыми затеками. Легкий суглинок, вскипает с 90 см. Переход в следующий горизонт ясный.
- C 105-200 см. Сухой, светло-коричневый, масса карбонатов, окраска равномерная. Очень плотный. Вертикально-глыбистой структуры. По механическому составу – легкий суглинок. Корней меньше.

Противоэрозионная лесная полоса Нижневолжской станции селекции древесных пород ФНЦ агроэкологии РАН заложена на темно-каштановых почвах, легкосуглинистого гранулометрического состава. По данным анализа, содержание в верхнем (0-10 см) почвенном слое гумуса составило 3,26 %, N – 0,20 %, P₂O₅ – 0,15 %, K₂O – 1,1 %. Состав водно-растворимых солей приведен в табл. 3.

Глубина залегания грунтовых вод на участке более 10 м. По лесопригодности они относятся к I группе, так как достаточно выщелочены. Влажность почвы в течение вегетационного периода изменяется в сторону уменьшения.

В естественном ареале североамериканских видов рода *Celtis* L. распространены бурые лесные, каштановые и почвы пре-

**Состав водно-растворимых солей (мг. экв./%) в темно-каштановой почве
прибалочной лесной полосы Нижневолжской станции
селекции древесных пород**

Гори зонт	Глуби- на, см	CO ₃ ²⁻	HCO ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ²⁺	K ⁺	Сум- ма
A ₀	0-10	Нет	$\frac{0,640}{0,039}$	$\frac{0,140}{0,005}$	$\frac{0,600}{0,029}$	$\frac{0,480}{0,010}$	$\frac{0,670}{0,008}$	$\frac{0,180}{0,004}$	$\frac{0,050}{0,002}$	- 0,086

рий. Средиземноморско-кавказские виды произрастают на комплексах горных почв (буроземы и красноземы). Восточно-азиатский вид (каркас Бунге встречается на бурых лесных и комплексах горных почв [30]). По своим характеристикам наиболее близки к почвам Нижнего Поволжья каштановые почвы и почвы прерий, распространенные в Северной Америке. Это указывает на перспективность применения в лесомелиорации засушливого региона североамериканских видов рода *Celtis* L.

2.3. Растительность и лесомелиоративное районирование

Особенности климатических и почвенных условий региона оказали влияние на формирование естественной растительности, которая имеет комплексный характер. Около 30 % территории заняты естественной растительностью, остальные сельскохозяйственными землями и инфраструктурой. На севере региона естественная степная растительность занимает небольшие участки земель, не использующихся в сельском хозяйстве: овраги, балки, участки поймы и прилегающие территории. На юге степная растительность сильно деградирована в связи с интенсивным выпасом скота.

Травянистая флора содержит свыше 140 видов. Злаковую основу составляют типчак (*Festuca sulcata* L.), тонконог гребенчатый (*Koeleria glauca* DC), ковыли (*Stipa lessingiana* Trin, *S. capillata* L.), мятлик узколистный (*Poa angustifolia* L.), костер безостый (*Bromus intermus* Leyss.) и др. [213].

В полупустынной зоне преобладают полукустарниковые сообщества с аспектами полыни (*Artemisia glauca* Pall., *A. salina* Wild, *A. pauciflora* Web). На корковых солонцах встречаются камфоросмовые (*Camphorosma lessingii* Litw) сообщества [117].

Большинство видов относится к эфемерам и эфемероидам. Из-за сильной антропогенной нагрузки многие виды, такие как тюльпан Шренка (*Tulipa schrenkii* Rgl.), безвременник (*Colochium lietum* L.), эфедра (*Ephedra distachya* L.) стали редкими и исчезающими [40].

Дендрофлора Нижнего Поволжья представлена 116 видами, относящимися к 53 родам из 25 семейств [126, 186]. Растительность этих районов описана многими авторами [32, 63, 90 и др.]. В местах с повышенным увлажнением произрастают деревья первой и второй величин (22 вида), в более ксерофитных условиях распространены деревья третьей величины и крупные по размерам кустарники, которые представлены 29 видами. Древесная растительность сосредоточена по балкам и поймам. Главными лесообразующими породами являются дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), осокорь (*Populus nigra* L.), вязы гладкий (*Ulmus laevis* Pall.) и граболистный (*U. carpinifolia* Rupp. ex Suckow.), ива ломкая (*Salix frangulis* L.), ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth).

В подлеске встречаются клен татарский (*Acer tataricum* L.), терен (*Prunus spinosa* L.), бересклет бородавчатый (*Evonymus verrucosa* (Pall.) Woron.), можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.), боярышник однопестичный (*Crataegus monogina* L.), крушина ломкая (*Frangula alnus* Mill.) [140].

В зоне полупустыни на песчаных почвах и песках встречаются колковые леса из ивы (*Salix*), можжевельника (*Juniperus*), тамарикса (*Tamarix*), джужгуна (*Calligonum*), тополя (*Populus*) и лоха (*Eleagnus*) [250].

В настоящее время в защитных насаждениях Нижнего Поволжья встречается 78 видов, гибридов и форм деревьев и кус-

тарников из 22 семейств и 45 родов. Они включают 45 видов деревьев и 33 – кустарников. Наибольшее распространение получили 8 видов деревьев (*Quercus robur* L., *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Robinia pseudoacacia* L., *Betula pendula* Roth, *Acer platanoides* L., *Acer negundo* L., *Ulmus pumila* L., *Elaeagnus angustifolia* L.) и 6 видов кустарников (*Ribes aureum* Pursh, *Lonicera tataricum* L., *Caragana arborescens* Lam., *Amorpha fruticosa* L., *Cotinus coggygia* Scop., *Sambucus racemosa* L). [142, 200].

По агролесомелиоративному районированию, разработанному ФНЦ агроэкологии РАН [106], в сухостепную зону входят Волго-Донской сухостепной (центр Волгоградской обл. и Ставропольского края, восток Ростовской обл., запад Калмыкии); в полупустынную – Ергенинско-Сарпинский (восток Ставропольского края, север Дагестана, центральная часть Калмыкии, юг Волгоградской обл., северо-запад Астраханской обл.), Волго-Уральский (восток Волгоградской обл., северо-восток Астраханской обл.); в пустынную – Черноземельско-Прикаспийский природный район (рис. 5).

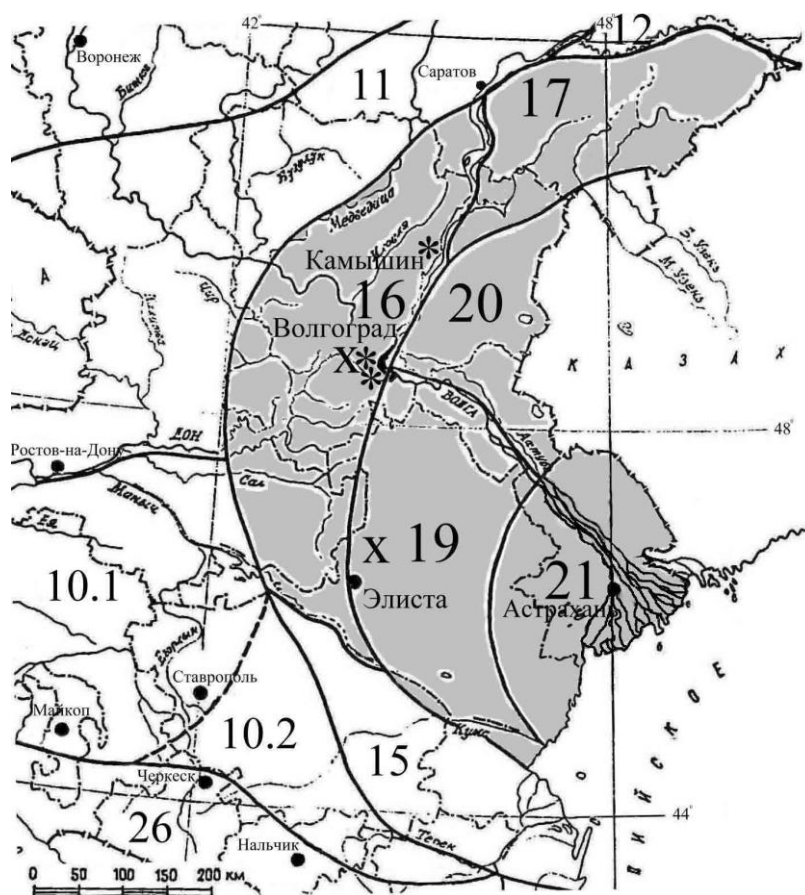


Рис. 5. Лесомелиоративные районы Нижнего Поволжья (16 – Волго-Донской сухостепной, 17 – Волго-Уральский сухостепной, 19 – Ергенинско-Сарпинский полупустынный, 20 – Волго-Уральский полупустынный, 21 – Черноземельско-Прикаспийский пустынный)

Особенности географического положения, многообразие форм рельефа и подстилающих горных пород предопределили чрезвычайную пестроту и разнообразие эдафических вариантов зональной растительности, а также наличие пойменных и нагорно-байрачных лесов, лугов, водоемов, каменистых обнажений, песчаных массивов, солонцов и солончаков [186].

Эти районы различаются по типу почв, количеству осадков, континентальности, сумме активных температур. Климат полупустыни имеет более выраженную континентальность и засушливость, чем в сухой степи (табл. 4).

Таблица 4

Абиотические показатели природных районов

Район	Почвы	Сумма		Амплитуда температур, °С	Коэффициент		
		осадков, мм	эффективных температур, °С		континентальности	климатический индекс биопродуктивности	увлажнения
Волго-Донской	Темно-каштановые, каштановые	250-350	2750-3600	-35 +40	208	68	0,33-0,44
Ергенинско-Сарпинский	Светло-каштановые в комплексе с солонцами	240-300	2800-3600	-35 +41	215	39	0,11-0,33
Волго-Уральский	Светло-каштановые в комплексе с солонцами, солончаками, темноцветные	130-300	2800-3600	-35 +44	215	39	0,11-0,33
Черноземельско-Прикаспийский	Бурые, солонцевато-пустынные, солончаково-пустынные, солончаковые	100-250	3600-4000	-35 +44	223	10	0,11

Лесные насаждения способны стабилизировать ландшафты, препятствовать их деградации, опустыниванию, повышению биопродуктивности. Однако лесистость региона остается низкой. В среднем она составляет 1,9 % общей площади. Распределение лесов не равномерно по лесомелиоративным районам. Наиболь-

шее их количество в Волго-Донском сухостепном районе (лесистость 5,0-5,8 %). В Волго-Уральском сухостепном этот показатель составляет 3,4-5,0 %. В Ергенинско-Сарпинском полупустынном 3,20-0,22 %, а в Черноземельско-Прикаспийском пустынном 0,2 %. В рамках Федеральной программы развития агролесомелиоративных работ России необходимо довести лесистость региона до 20 % [170].

Лимитирующими факторами Нижнего Поволжья являются засоленность и солонцеватость почв, недостаточное увлажнение, частое повторение засушливых лет, низкие температуры зимой при неустойчивом снежном покрове.

Регион исследований является неоднородным в почвенно-климатическом отношении, где также усиливающаяся аридизация климата с севера на юг и с запада на восток во многом определяет лесорастительные свойства экотопов формируя естественный видовой состав и условия роста древесной растительности.

Пестрота почвенного покрова по глубине залегания токсичных концентраций солей, степени увлажнения и условий рельефа местности обуславливает успешность лесоразведения, так древесные породы, которые находятся в хорошем состоянии, приурочены к выщелоченным западинам с дополнительным водопитанием; тогда как суховершинные и усыхающие лесные насаждения отмечены на солонцах и зональных почвах с близким залеганием солевых горизонтов.

Лесомелиоративные районы сухостепной и полупустынной зон характеризуются экстремально сложными природными условиями, для которых задачи искусственного лесоразведения требуют подбора адаптированных видов древесных растений, где их вероятная возможность произрастания будет обеспечиваться комплексом технологических и природоохранных решений с учетом микроразнообразия особенностей и агроландшафтных единиц.

3. РОСТ И СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ КАРКАСОВ В УСЛОВИЯХ СУХОЙ СТЕПИ

3.1. Объекты исследований

Объектами исследований являлись 7 видов каркаса североамериканского и евроазиатского происхождения, многие из которых в Нижнем Поволжье испытываются впервые (табл. 5).

Таблица 5

Виды рода Каркас, интродуцированные в Нижнем Поволжье

Вид каркаса	Область естественного распространения	Откуда получены семена	Год посадки
1	2	3	4
<i>Камышинский дендрарий</i>			
К. Бунге (<i>C. bungeana</i> Blume.)	Центральный и Северный Китай, Корея	Ташкент	1981
К. западный (<i>C. occidentalis</i> L.)	Северная Америка	Тбилиси	1937
		США	1939
		Камышин	1958
К. кавказский (<i>C. caucasica</i> Willd.)	Кавказ, Средняя Азия, Северный Афганистан, Иран	Ереван	1990
К. карликовый (<i>C. pumila</i> Pursh)	Северная Америка	Ташкент	1981
К. сетчатый (<i>C. reticulata</i> Torr.)	Северная Америка	Москва	1967
К. толстолистный (<i>C. crassifolia</i> Lam.)	Северная Америка	Москва	1954
К. южный (<i>C. australis</i> L.)	Южная и Средняя Европа, Малая Азия, Северная Африка, Афганистан	Тбилиси	1937
<i>Волгоградский дендрарий</i>			
К. западный (<i>C. occidentalis</i> L.)	Северная Америка	Камышин	1966
К. южный (<i>C. australis</i> L.)	Южная и Средняя Европа, Малая Азия, Северная Африка, Афганистан	Венгрия	1973

1	2	3	4
<i>Коллекционный участок Волгоградского лесничества</i>			
К. западный (<i>C. occidentalis</i> L.)	Северная Америка	США	1997
К. южный (<i>C. australis</i> L.)	Южная и Средняя Европа, Малая Азия, Северная Африка, Афганистан	Волгоград	1998

Они произрастают на коллекционных участках Волгоградского и Камышинского дендрариев, в насаждениях Волгоградского лесничества и противоэрозионных лесных полосах Нижневолжской станции по селекции древесных пород – филиала ФНЦ агроэкологии РАН (рис. 6).

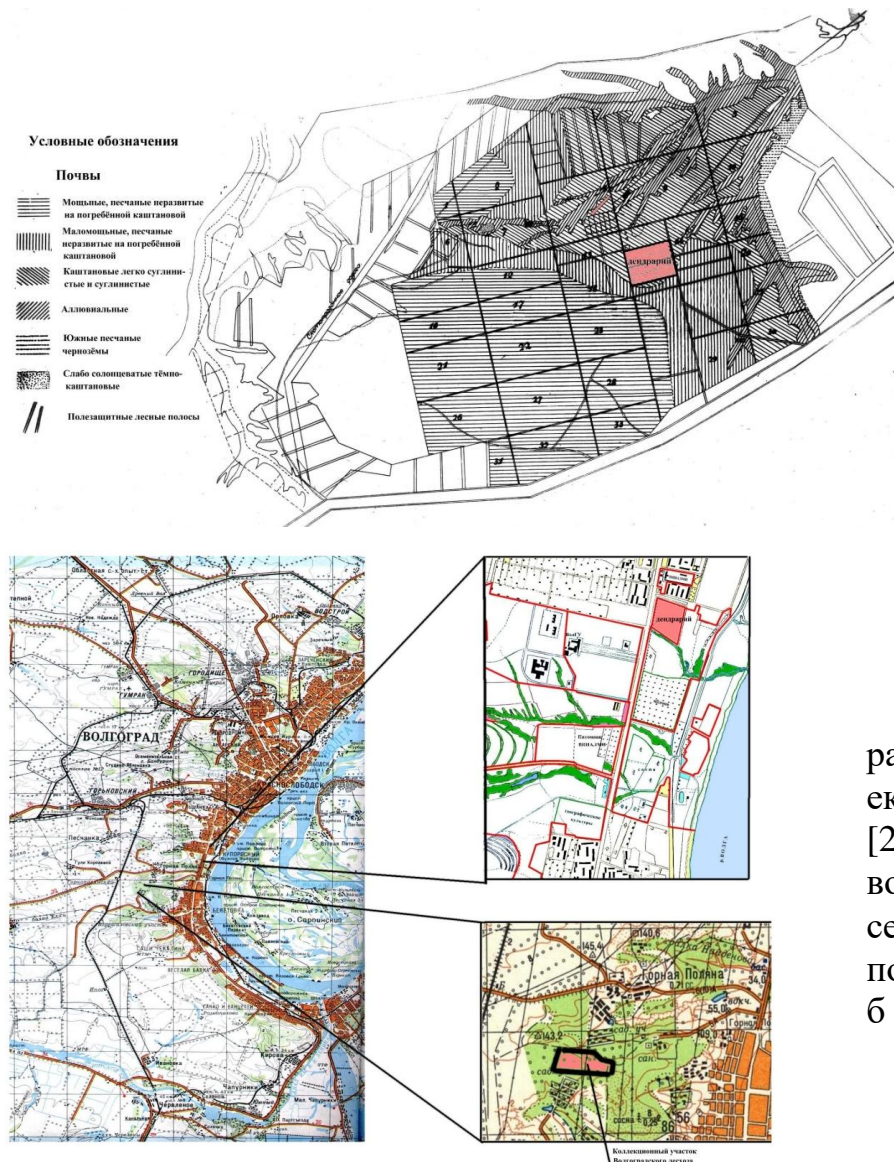


Рис. 6. Схема расположения объектов исследования [221] (а – Нижневолжская станция селекции древесных пород, г. Камышин; б – г. Волгоград)

3.2. Рост видов *Celtis L.* в насаждениях региона

В аридных условиях лесонасаждения, созданные искусственным путем, произрастают за пределами естественного ареала естественной растительности. В основном они все созданы из интродуцированных древесных видов и характеризуются укороченным жизненным циклом деревьев по сравнению с их естественным ареалом. Рост характеризуется отчетливо выраженной неравномерностью годовичного прироста и высокой интенсивностью ростовых процессов в первые годы жизни [185].

Жизненный цикл древесных растений состоит из последовательно наступающих возрастных периодов. По современным представлениям онтогенез многолетних поликарпических растений включает четыре периода и восемь онтогенетических состояний: проростки (p1), ювенильные деревья (j), имматурные деревья (im), виргинильные деревья (v), молодые генеративные деревья (g1), средневозрастные генеративные деревья (g2), старые генеративные деревья (g3), сенильные деревья (s). Изучение жизненного цикла каркаса в условиях интродукции позволяет выявить особенности ростовых процессов, оценить перспективы его роста и долговечности в регионе [73, 208].

Стадии проростков и ювенильных деревьев каркас проходит в сравнительно благоприятных условиях роста на питомнике. В эти периоды происходит увеличение скорости ростовых процессов. Однако в однолетнем возрасте в условиях сухой степи растения подвержены негативному воздействию факторов среды, которые тормозят ростовые процессы. Об этом свидетельствует маленькая высота самосева каркаса, по сравнению с сеянцами. Наблюдается большой (до 80 %) отпад растений в этом возрасте.

При успешном прохождении стадий проростка и ювенильной, растения успевают приобрести адаптивные свойства к ксеротермическим факторам среды, что позволяет им успешно про-

должать рост и развитие. Этим объясняется хорошая приживаемость (86-97 %) сеянцев каркаса на лесокультурной площади. В это время они проходят стадию имматурного дерева и продолжают приспособливаться к меняющимся условиям среды.

В возрасте пяти лет каркасы вступают в виргинильную стадию развития. Они имеют побеги только ростовой специализации. Формируется ветвление пятого порядка. Достижение стадии виргинильного дерева к пятилетнему возрасту свидетельствует об интенсивном развитии каркаса в аридном регионе.

В генеративную стадию развития различные виды каркаса вступают с 6-7-летнего возраста. В этот период молодые генеративные растения продолжают интенсивный рост. Изучение приростов по высоте до возраста 8 лет показало, что он несколько снижается, но остается высоким.

Переход деревьев в синильную стадию развития сопровождается уменьшением прироста до нуля. На основании изучения роста старовозрастных деревьев каркаса западного (66-68 лет) можно сделать прогноз его долговечности в засушливых условиях. По расчетным данным на светло-каштановых почвах в лесомелиоративных насаждениях Нижнего Поволжья его долговечность может достигнуть 140 лет и более.

Долговечность деревьев в засушливой зоне очень важна при оценке их перспективности. У таких наиболее распространенных видов, как вяз приземистый, береза повислая, тополь белый она не превышает 40-50 лет в лучших условиях. Можно предположить, что долговечность насаждений с участием каркаса увеличится в 2-3 раза. Таксационные показатели каркаса в изученных насаждениях приведены в табл. 6.

Хороший рост в условиях сухой степи наблюдается у растений каркаса западного и толстолистного. Они достигают высоты 7,8-8,0 м в возрасте 38-39 лет при диаметре ствола 17,5-20,3 см. Каркасы сетчатый и южный достигают высоты 5,1-6,3 м. Этот

показатель у каркаса карликового, Бунге и кавказского был сравнительно мал (0,97, 2,3 и 3,6 м). В пределах вида в зависимости от происхождения семян наблюдаются различия.

Таблица 6

**Таксационные показатели роста каркасов
в насаждениях Нижнего Поволжья**

Вид <i>Celtis</i> :	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр на высоте 1,3 м, см	Средний прирост		Проекция кроны, м	Кол-во стволов, шт.
				по высоте, м	по диаметру, см		
<i>Камышинский дендрарий</i>							
<i>australis</i>	68	5,08 ± 0,23	8,8	0,07	0,13	3,5 × 3,2	1-4
<i>caucasica</i>	15	3,60 ± 0,18	2,8	0,24	0,18	2,1 × 2,0	1-4
<i>bungeana</i>	24	2,30 ± 0,24	5,6	0,09	0,23	2,1 × 2,2	1-3
<i>crassifolia</i>	51	7,80 ± 0,22	15,5	0,15	0,30	6,0 × 5,8	1-2
<i>occidentalis</i>	68	5,36 ± 0,23	9,4	0,08	0,14	3,3 × 3,0	1-3
	66	5,70 ± 0,10	12,3	0,09	0,19	4,3 × 3,5	1-3
	47	8,00 ± 0,33	17,1	0,17	0,36	7,2 × 6,4	1-2
<i>pumila</i>	24	0,97 ± 0,01	-	0,04	-	0,9 × 0,8	-
<i>reticulata</i>	38	5,67 ± 1,55	9,3	0,15	0,24	3,7 × 3,8	1-3
<i>Волгоградский дендрарий</i>							
<i>australis</i>	32	6,27 ± 0,10	13,4	0,20	0,42	5,7 × 5,3	1-5
<i>occidentalis</i>	39	7,87 ± 0,34	20,3	0,20	0,52	7,8 × 9,3	1-7
<i>Коллекционный участок Волгоградского лесничества</i>							
<i>australis</i>	7	4,21 ± 0,11	3,1	0,60	0,44	4,0 × 4,2	1-8
<i>occidentalis</i>	8	4,82 ± 0,05	3,5	0,60	0,44	4,5 × 4,5	1-6

Текущий прирост сильно варьирует по годам, а когда растение переходит в генеративную фазу, резко снижается (до 0,2 м). Торможение ростовых процессов в период вступления в стадию плодоношения характерно для всех быстрорастущих видов [7, 125]. Между возрастом и величиной прироста существует тесная взаимосвязь. Для каркаса западного на светло-каштановых среднесуглинистых почвах она имеет вид:

для текущего прироста $y = 0,5533 - 0,035x$ ($R^2 = 0,99$),

для среднего прироста $y = 0,2133 - 0,015x$ ($R^2 = 0,96$).

Прирост по диаметру в этом возрасте составляет 0,8-1,1 см.

В молодом возрасте у всех видов каркасов, чем больше прирост по высоте, тем интенсивнее идет прирост по диаметру. У более взрослых растений (25-30 лет) прирост по высоте падает, а прирост по диаметру продолжается. Если сравнить средний годичный прирост по высоте и диаметру в условиях сухой степи, можно отметить, что североамериканские виды обладают лучшими показателями. Средиземноморско-кавказские виды с продвижением в сухую степь снижают годичный прирост по высоте и диаметру.

В условиях Нижнего Поволжья большинство видов каркаса меняют специфичность своих жизненных форм и многие из них не достигают высоты как в естественном ареале (табл. 7).

Таблица 7

**Максимальные высоты и жизненные формы каркасов
в Нижнем Поволжье и естественных ареалах**

Вид каркаса	Возраст, лет	В Нижнем Поволжье		В естественном ареале	
		максимальная высота, м	жизненная форма	высота, м	жизненная форма
<i>Celtis: australis</i>	32	7,2	Д ₂	15,0-20,0	Д ₂
<i>caucasica</i>	15	4,3	Д ₃	4,0-7,0	К ₁ -Д ₃
<i>bungeana</i>	24	3,7	Д ₃	1,5-15,0	К ₁ -Д ₂
<i>crassifolia</i>	51	8,0	Д ₂	до 40,0	Д ₁
<i>occidentalis</i>	47	9,3	Д ₂	до 40,0	Д ₁
<i>pumila</i>	24	1,0	К ₂	до 4,0	К ₂ -Д ₃
<i>reticulata</i>	38	8,0	Д ₂	3,0-20,0	Д ₂

Примечание: Жизненные формы Д₁ – высокие деревья (более 25 м), Д₂ – среднерослые деревья (от 7 до 25 м), Д₃ – низкорослые деревья (до 7 м), К₁ – высокие кустарники (более 2,5 м), К₂ – среднерослые кустарники (от 1 до 2,5 м) [44].

Каркас карликовый соответствует природным размерам. Остальные североамериканские виды относятся к деревьям средней величины. Своей видоспецифичной высоты достигают кавказские виды – каркас южный и кавказский. Восточно-азиатский вид – кар-

кас Бунге ниже, чем в природе.

При интродукции в аридный регион высокорослые деревья меняют жизненную форму на средне- и низкорослые. А низкорослые деревья каркаса и кустарники сохраняют видоспецифичные параметры, что свидетельствует об их хорошей адаптации к диапазону изменяющихся условий.

Изучение роста и развития каркасов проводилось в противоэрозионной лесной полосе Нижневолжской станции селекции древесных пород. Лесная полоса имеет сложный состав. Древостой образован каркасами южным и западным, кленом остролистным и ясенем пенсильванским. Подлесок состоит из бирючины обыкновенной, бересклета европейского, птелеи трехлистной, шиповника собачьего. Присутствует обильный подрост клена остролистного, единичный каркаса и ясеня (рис. 7).



Рис. 7. Противоэрозионная лесная полоса с участием каркаса (Нижневолжская станция селекции древесных пород, возраст насаждения 33 года)

Почвы темно-каштановые легкосуглинистые подстилаемые тяжелым суглинком. Тип леса судубравы очень сухие (СДо). Лесная подстилка 2-3 см Лесная полоса состоит из 5 рядов с размещением растений $2,0 \times 1,0$ м. Год посадки 1971. Таксационная характеристика приведена в табл. 8.

В полосе преобладающей породой являются каркасы (56,1 % по составу). Несколько меньше клена остролистного (36,4 %).

Остальных пород незначительное количество. Каркасы уступают в росте клену и ясеню, которые начали образовывать первый ярус. Несмотря на это каркасы имеют высокие таксационные показатели и хорошее состояние (2,4-3,1 балла). Степень их плодоношения выше, чем у остальных пород.

Таблица 8

Таксационная характеристика противозерозионной лесной полосы с участием видов каркаса

Вид	Уча- стие, %	Высота, м	Диаметр, см	Состояние деревьев, %				Со- стоя- ние, балл	Пло- доно- ше- ние, балл
				хоро- шее	удов- лет.	сухо- верш.	су- хие		
Боярышник од- нопестичный	4,5	4,43 ± 0,13	5,0 ± 0,17	66,7	33,3	-	-	3,7	0,7
Каркас: западный южный	10,6	4,76 ± 0,06	7,0 ± 0,29	42,9	57,1	-	-	3,1	3,0
	45,5	4,21 ± 0,02	5,1 ± 0,05	20,0	56,7	6,7	16,6	2,4	1,6
Клен остроли- стный	36,4	5,66 ± 0,03	5,3 ± 0,09	100	-	-	-	4,5	0,2
Ясень пенсиль- ванский	3,0	5,95 ± 0,13	7,0 ± 0,30	100	-	-	-	5,0	0

Таксационные показатели каркаса западного выше, чем у южного, а состояние лучше. Поэтому его использование для создания защитных лесонасаждений предпочтительнее. Ростовые процессы роста в смешанных насаждениях у каркасов проходят, так же как и в чистых. Текущий прирост по диаметру стабилен и не имеет резких колебаний, а так же тенденции к снижению с возрастом (рис. 8).

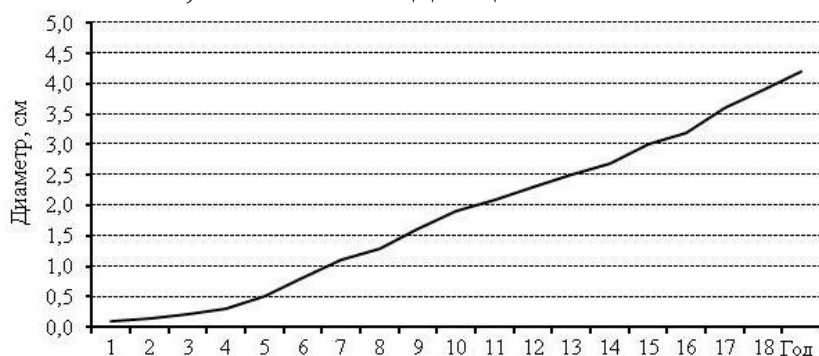


Рис. 8. Ход роста каркаса западного по диаметру в смешанном насаждении на темно-каштановых почвах

Рост каркаса по диаметру описывается уравнением регрессии $y = 0,2367x - 0,5009$ ($R^2 = 0,99$).

За 33-летний срок роста насаждения практически без вмешательства человека угнетения видов друг другом не отмечается. На основании этого в условиях каштановых почв можно рекомендовать сочетание каркаса с кленом остролистным, ясенем пенсильванским и боярышником однопестичным.

3.3. Сезонная динамика роста и особенности развития

Ритмика сезонного развития древесных и кустарниковых пород определяется их приспособительными реакциями, которые складываются из закономерно следующих друг за другом фаз. Ростовые процессы, в своих внешних морфологических проявлениях выражают итоговый эффект действия различных факторов среды на растения [125].

Для использования интродуцентов в лесных мелиорациях особо важно знание биологии и экологии видов в новых условиях произрастания. Это позволяет подобрать наиболее адаптивные виды для лесомелиоративных насаждений в зависимости от почвенно-климатических условий. Понимание этого, позволяет судить о том, как укладывается полный цикл роста растений, и его этапы в данный период теплого времени, насколько полно будет соответствие различных фаз роста с местными климатическими условиями. Достаточное соответствие в указанных соотношениях дает первичные сведения о возможности успешного введения их в культуру.

Наблюдения за ростом видов *Celtis* L., различного географического происхождения показали, что он приурочен к наиболее благоприятному весеннему сезону. У большинства видов он снижается во второй – третьей декаде мая с наступлением жарких засушливых дней. Средняя продолжительность роста вегетативных побегов составляет 12-19 дней.

Наши исследования показывают, что величина прироста изме-

няется по годам и зависит от биологических особенностей вида, которые реализуются под воздействием погодных условий. Наибольшие значения прироста отмечаются у высокорослых каркасов западного, толстолистного, южного и кавказского. Наименьшие у видов склонных к низкорослости: карликового и Бунге. Годовые изменения приростов связаны с обеспеченностью вегетационного периода теплом и влагой. В пределах вида они колеблются на 2-3 см.

Динамика сезонного роста побегов каркасов западного и южного исследовалась на коллекционном участке Волгоградского лесничества и Волгоградском дендрарии ФНЦ агроэкологии РАН. Ростовые процессы побегов каркаса характеризуются логарифмической зависимостью. Их графическое изображение представлено на рис. 9, а уравнения имеют вид:

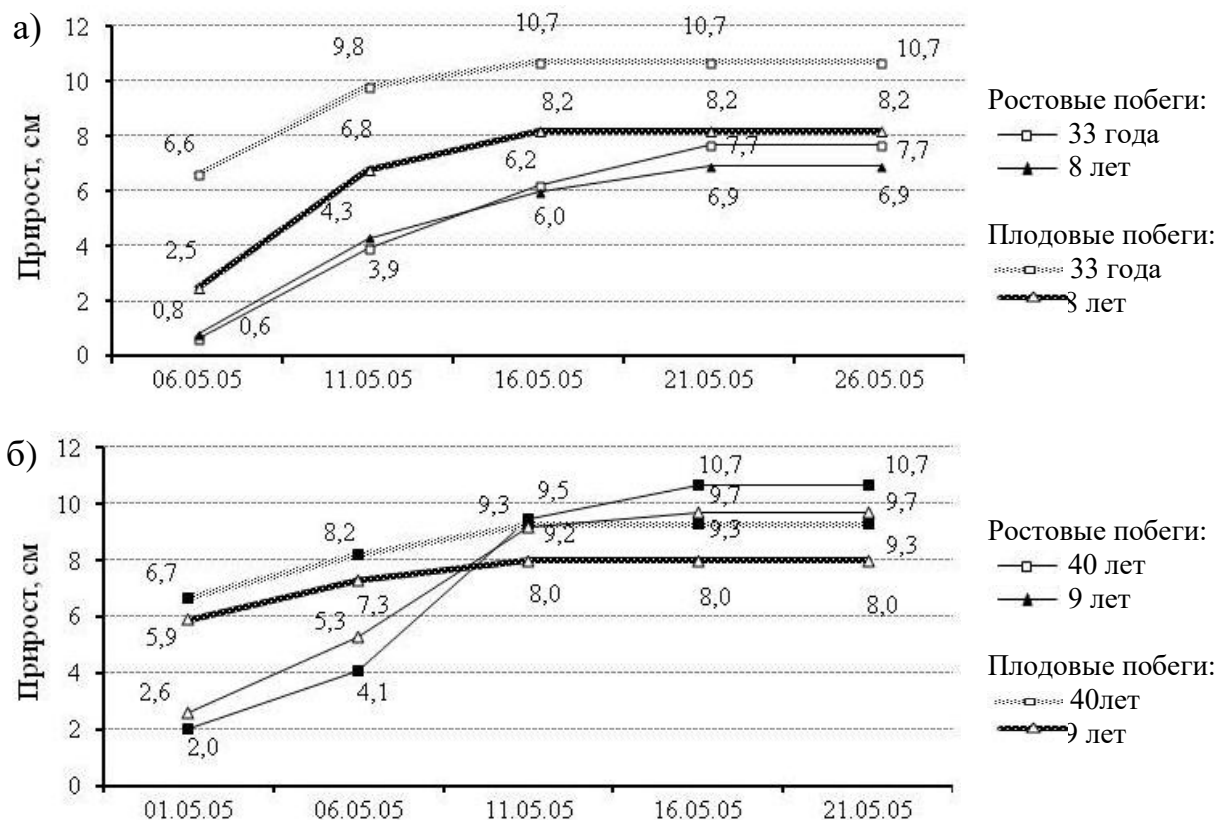


Рис. 9. Прирост генеративных и вегетативных побегов в разном возрасте (а – каркас южный, б – каркас западный)

Каркас южный возрастом 33 года:

генеративные побеги $y = 2,5773 \ln x + 7,2322$ ($R^2 = 0,85$),

вегетативные побеги $y = 4,1463 \text{ Lnx} + 0,8899$ ($R^2 = 0,97$).

Каркас южный возрастом 8 лет:

генеративные побеги $y = 3,2293 \text{ Lnx} + 3,3879$ ($R^2 = 0,82$),

вегетативные побеги $y = 4,515 \text{ Lnx} + 1,0169$ ($R^2 = 0,98$).

Каркас западный возрастом 40 лет:

генеративные побеги $y = 1,72 \text{ Lnx} + 6,9121$ ($R^2 = 0,91$),

вегетативные побеги $y = 6,1054 \text{ Lnx} + 1,494$ ($R^2 = 0,92$).

Каркас западный возрастом 9 лет:

генеративные побеги $y = 1,3592 \text{ Lnx} + 6,1386$ ($R^2 = 0,89$),

вегетативные побеги $y = 4,8845 \text{ Lnx} + 2,6231$ ($R^2 = 0,93$).

Между вегетативными и генеративными побегами каркаса наблюдаются различия. Они выражаются в более интенсивном росте генеративных побегов, особенно сразу после распускания почек. Приросты боковых побегов анализируемых видов практически не различаются по скорости роста. Приросты плодовых побегов каркаса западного разного возраста тождественны.

Ритм сезонного развития растений определяется их приспособительными реакциями, складывающимися из закономерно следующих друг за другом фаз. Сезонное развитие растений позволяет раскрыть циклы развития и его соответствие местным климатическим условиям. На основании фенологических наблюдений по сезонному развитию установлены точные сроки сбора и посева плодов, определено время проведения технологических операций по уходам за посадками.

Сумма положительных температур влияет на сезонное развитие каркасов (рис. 10).

Для распускания почек необходимо 200-300 °С, для цветения 300-500 °С, для облиствления 500-650 °С, для роста побегов около 1000 °С.

По нашим наблюдениям в условиях Нижнего Поволжья каркасы из Северной Америки начинают и заканчивают вегетацию раньше, чем другие виды. Кавказско-среднеазиатские и восточноазиатские виды проходят фенофазы в одно и то же время. Сроки

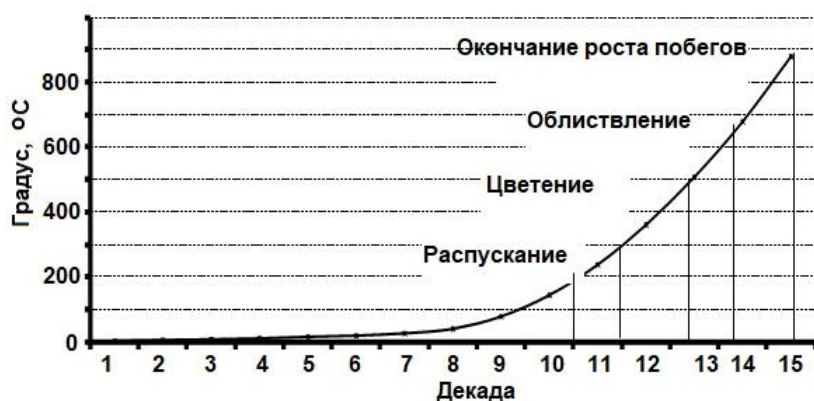


Рис. 10. Зависимость сезонного развития *Celtis occidentalis* L. от суммы положительных температур

прохождения фенологических фаз видов каркаса имеют незначительные колебания по годам, что связано с погодными условиями вегетационного сезона. Последовательность вступления видов в определенные фенофазы сохраняется по годам (табл. 9).

Таблица 9

Особенности сезонного развития *Celtis* L. разного географического происхождения в условиях сухой степи

Фенологическая фаза	Каркас западный		Каркас южный	
	38-40 лет	7-9 лет	31-33 лет	6-8 лет
Набухание почек	29.04-24.04	30.04-25.04	31.04-26.04	02.04-27.04
Распускание почек	08.04-02.05	09.04-03.05	09.04-04.05	12.04-05.05
Развертывание листьев	19.04-05.05	20.04-06.05	24.04-09.05	29.04-13.05
Облиствление	02.05-10.05	03.05-12.05	01.05-17.05	05.05-21.05
<i>Цветение мужских цветков (среднемноголетнее)</i>				
Начало	27.04	28.04	06.05	10.05
Массовое	29.04	30.04	06.05	11.05
Конец	30.04	01.05	07.05	13.05
<i>Цветение обоеполюх цветков (среднемноголетнее)</i>				
Начало	29.04	30.04	06.05	11.05
Массовое	30.04	01.05	07.05	12.05
Конец	02.05	03.05	09.05	14.05
<i>Созревание плодов (среднемноголетнее)</i>				
Начало	26.06	06.08	23.08	01.09
Массовое	20.08	01.09	15.09	22.09
<i>Пожелтение листьев (среднемноголетнее)</i>				
Начало	13.09	16.09	20.09	30.09
Массовое	19.09	24.09	28.09	07.10
<i>Листопад (среднемноголетнее)</i>				
Начало	22.09	27.09	30.09	10.10
Массовый	04.10	08.10	12.10	22.10
Осыпание плодов	23.11-29.11	18.11-23.11	23.11-30.11	27.10-02.12

Наблюдаются различия в сроках развития вегетативных и генеративных побегов. Генеративные побеги распускаются раньше на 10-15 дней, по сравнению с вегетативными. Разница в облиствлении составляет около 5 дней. Цветение происходит в конце апреля – начале мая в течение 5-7 дней. Обоеполые цветки распускаются позже на 1-2 дня, чем мужские.

Рост побегов происходит от начала разворачивания почек и до заложения верхушечной почки. Продолжительность периода роста определяется температурным режимом и наличием доступной влаги. Вторая половина мая в Нижнем Поволжье отличается засушливостью, а температура воздуха днем поднимается до 30 °С, что останавливает рост побегов. К июлю (самый теплый месяц в году) они успевают одревеснеть и сформировать почки. Температурный режим этого месяца неблагоприятен для роста побегов.

Под воздействие комплексного влияния засух и экстремальных положительных температур деревья впадают в состояние своеобразного анабиоза. Ростовые процессы сокращаются до минимума и включаются защитные реакции для перенесения неблагоприятного периода. В конце июля может наблюдаться частичное сбрасывание листвы. Опадают 2-3 листа с побега, более старые по возрасту.

Выпадение осадков в августе после продолжительного засушливого периода может спровоцировать пробуждение почек и вторичный рост побегов у молодых растений. Они не успевают хорошо сформироваться и подготовиться к зиме, что часто приводит к их подмерзанию.

Массовое пожелтение листьев происходит в третьей декаде сентября. В это же время начинается листопад. Он продолжается около 15 дней, но основная масса листвы сбрасывается стремительно в течение 5 дней. Плоды созревают в конце августа – начале сентября. Они остаются на ветвях до середины ноября и опадают вместе с генеративными побегами.

В условиях Камышина фенологические фазы наступают позже на 5-7 дней, что связано с более холодным климатом в этом районе.

Несмотря на зависимость сезонного развития от климатических условий и биологических особенностей вида в условиях Нижнего Поволжья все виды каркаса проходят полный цикл развития. Продолжительность вегетации имматурных и виргинильных растений дольше на 10-12 дней.

Ростовые процессы молодых 1-2-летних растений гораздо продолжительнее, чем старовозрастных деревьев. Продолжительность роста семян зависит от вида и составляет 95-110 дней (табл. 10).

Таблица 10

Фенологические фазы развития семян каркаса

Вид <i>Celtis</i> :	Место сбора семян	Возраст маточного растения, лет	Дата появления всходов	Дата окончания роста побегов	Продолжительность роста, дн.
<i>Кавказ и Средиземноморье</i>					
<i>australis</i>	Лесополоса Камышин	66	17.05	24.08	99
	Дендрарий Камышин	32	18.05	21.08	95
	Волгоградское лесничество	7	11.05	26.08	107
<i>caucasica</i>	Дендрарий Камышин	15	17.05	24.08	99
<i>Восточная Азия</i>					
<i>bungeana</i>	Дендрарий Камышин	24	15.05	22.08	99
<i>Северная Америка</i>					
<i>occidentalis</i>	Дендрарий Камышин	66	10.05	20.08	102
		47	08.05	24.08	108
	Дендрарий Волгоград	39	06.05	22.08	108
	Волгоградское лесничество	8	03.05	21.08	110
<i>crassifolia</i>	Дендрарий Камышин	51	16.05	24.08	100

Наиболее продолжительным ростом (100-110 дней) характеризуются североамериканские виды. Кавказско-средиземноморские и восточно-азиатские растут 95-99 дней. Фаза появления двух настоящих листьев наступает через 12-15 дней после появления

всходов у всех видов. Существует нечеткая зависимость продолжительности роста сеянцев от возраста материнского растения.

Каркасы в Нижнем Поволжье отличаются сравнительно хорошими таксационными показателями. Наибольшей высоты достигают каркасы западный, толстолистный, сетчатый и южный (9,3-7,2 м). Они характеризуются хорошим состоянием, как в дендрологических коллекциях, так и в производственных насаждениях.

Большинство интродуцированных видов не достигают размеров, характерных для них в природном ареале. Они меняют жизненную форму и в регионе представлены среднерослыми и низкорослыми деревьями, кроме каркаса карликового.

Каркасы показали хороший рост, как в чистых насаждениях дендрологических коллекций, так и в смешении с ясенем пенсильванским, кленом остролистным и боярышником однопестичным. Однако они уступают в росте клену и ясеню. Поэтому в смешении с данными видами могут произрастать как сопутствующие породы.

Величина прироста изменяется по годам и зависит от биологических особенностей вида, которые реализуются под воздействием погодных условий. Наибольшие значения прироста отмечаются у высокорослых каркасов западного, толстолистного, южного и кавказского. Наименьшие – у видов склонных к низкорослости: карликового и Бунге.

Сезонная динамика приростов зависит от погодных условий во время роста. Стремительное нарастание температур весной приводит к увеличению скорости роста побегов в логарифмической зависимости.

В условиях региона прохождение отдельных фенологических фаз определяется нарастанием положительных температур, особенно в первой половине вегетации. Несмотря на зависимость сезонного развития от климатических условий и биологических особенностей вида в условиях Нижнего Поволжья все виды каркаса проходят полный цикл развития и поэтому могут успешно культивироваться в условиях каштановых почв.

4. ОТНОШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РОДА *Celtis* L. К ФАКТОРАМ СРЕДЫ

При введении растений в культуру в районах, подверженных почвенной и атмосферной засухи, первостепенное значение имеет оценка видов по отношению к неблагоприятным условиям среды [5, 135, 136, 137, 138, 183, 200]. Водный режим интродуцированных каркасов почти не изучен, лишь в работах Г. П. Архангельской и О. И. Жуковой [13] освещены некоторые элементы водного режима каркаса западного в молодом возрасте.

4.1. Водный режим видов рода *Celtis* L. в зависимости от условий произрастания

Важнейшим условием нормального существования, функционирование растений является их влагообеспеченность. Она влияет на их рост, состояние и плодоношение [37, 113, 229]. Особенно актуальны эти вопросы в районах с засушливым климатом, где вода является фактором, лимитирующим рост и развитие деревьев.

Более 50 % общей сырой массы дерева состоит из воды [100]. Засуха вызывает обезвоживание и приводит к перегреву органов растения. В условиях засухи содержание воды важный показатель водообеспеченности растений. Закаленные против засухи растения всегда содержат больший процент воды в условиях недостаточного водоснабжения [35, 37]. Исследование водного режима и засухоустойчивости видов рода *Celtis* L. представленные в настоящей работе осуществляли по следующим показателям: общее содержание воды в тканях листьев, водный дефицит,

водоудерживающая способность листьев и коллоидно-осмотические свойства протоплазмы.

Общее содержание воды в листьях. Проведенные исследования по общему содержанию воды в течение трех вегетационных периодов показали, что общей закономерностью для всех видов является снижение оводненности листьев вслед за падением влажности почвы. Общее содержание воды в листьях тесно связано с наличием воды в почве. Исследования динамики влажности светло-каштановых почв различного гранулометрического состава проводились в условиях Волгоградского лесничества (возраст насаждений 8 лет) и Дендрария ФНЦ агроэкологии РАН (возраст насаждений 39 лет). Молодые насаждения находились в условиях лучшей влагообеспеченности (рис. 11).

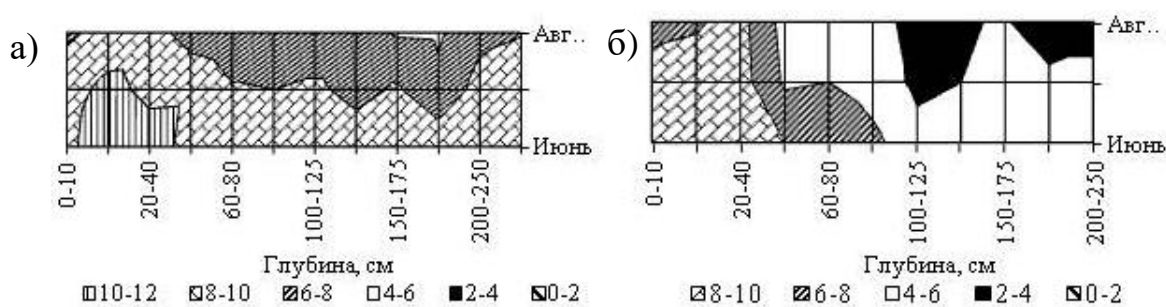


Рис. 11. Динамика влажности почвы в каркасовых насаждениях (а – коллекционный участок Волгоградского лесничества, б – дендрарий ВНИАЛМИ)

На коллекционном участке Волгоградского лесничества влажность почвы в течение лета оставалась достаточно высокой и только в августе понижалась до 6-8 %. Периодически промывной тип водного режима почвы, характерный для пашни в аридном регионе, не успел существенно измениться под молодыми несомкнутыми посадками до непромывного, поэтому 8-летние каркасы в течение всего лета были обеспечены запасом активной влаги.

Старые насаждения дендрария успели преобразовать водный режим почв до непромывного. Об этом свидетельствует низкая влажность почвогрунта с глубины 1 м. Большая фитомасса

листьев взрослого древостоя способствовала быстрому иссушению 2-метрового слоя почвы, и только за счет летних осадков верхний горизонт содержал активную влагу до августа.

Как показали наши исследования, оводненность всех изученных видов в течение вегетационного периода изменялась незначительно, что указывает на засухоустойчивость представителей этого родового комплекса в условиях Нижнего Поволжья.

Содержание воды в листьях каркаса в течение вегетационного периода колеблется в пределах 69,0-56,6 % (табл. 11). В более засушливый период показатели содержания воды ниже. Наибольшее содержание воды в листьях отмечается в июне, что связано с запасами активной влаги в почве. В последующие два месяца оводненность листьев снижалось у всех видов на несколько процентов вслед за падением влажности почвы. Наши исследования согласуются с данными, полученными Г. П. Архангельской и О. И. Жуковой [13].

Таблица 11

Содержание воды в листьях каркаса, % от сырого веса

<i>Celtis</i>	Возраст, лет	Дата					
		2004			2005		
		VI	VII	VIII	VI	VII	VIII
<i>australis</i>	32	62,1±0,13	61,3±0,15	58,9±0,10	64,3±0,31	61,9±0,06	57,4±0,04
	7	68,0±0,06	66,2±0,08	64,9±0,13	68,7±0,15	65,7±0,03	56,6±0,17
<i>occidentalis</i>	39	62,4±0,05	61,7±0,19	60,6±0,30	65,8±0,23	62,0±0,13	59,2±0,18
	8	69,0±0,04	65,1±0,14	63,9±0,05	67,1±0,25	64,8±0,03	59,5±0,36

Определение водного режима у каркасов в условиях Камышинского дендрария в период, когда влажность верхнего метрового слоя почвы в июле не опускалась ниже 8 %, позволило распределить коллекционный фонд каркасов по отношению к засухе на две группы. Наибольшее содержание воды в тканях листьев характерно для каркаса толстолистного, а наименьшее – для каркаса карликового. Амплитуда изменчивости этого показателя составляет 18 %. Необходимо отметить, что низким содержанием воды отличаются каркасы карликовый и кавказский, что и отражается на их росте. Луч-

шими показателями роста и оводненности в условиях каштановых почв отличаются североамериканские виды (рис. 12).

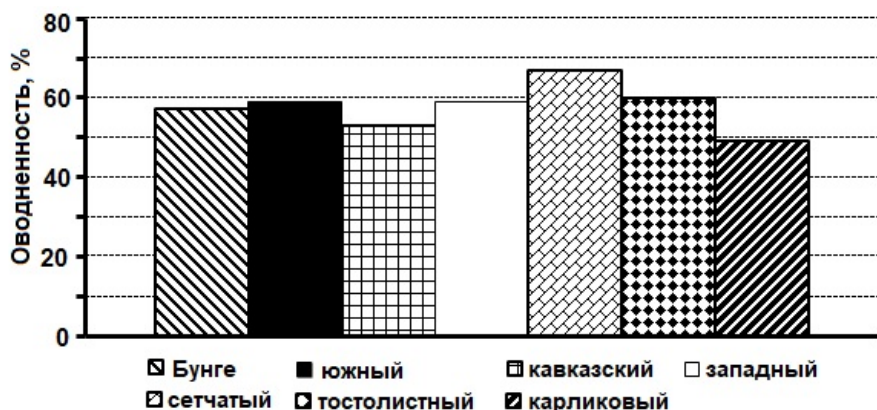


Рис. 12. Содержание воды в листьях каркаса (Камышинский дендрарий)

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

Водный дефицит листьев. Разные водообеспеченность влагой и способность удерживать и расходовать воду, разный уровень морфологической изменчивости привели к колебаниям дефицита влаги в листьях у различных видов каркасов. Он с возрастом у одних и тех же видов снижается и увеличивается на разную величину (у всех видов) по мере повышения температуры и падения влажности воздуха и почвы. Относительно водного дефицита в жизни растений имеются противоречивые данные. Цельникер Ю. Л. [228] считает, что при некотором недонасыщении клеток водой процессы жизнедеятельности идут более интенсивно, В. М. Свешникова [190], М. Д. Кушниренко [114] указывают, что водный дефицит в листьях хорошо коррелирует с водообеспеченностью.

Установлено, что критический водный дефицит растений песчаной пустыни 43-50 %, реальный – не более 25 % [18]. Более стабильны в отношении общей оводненности листьев в течение сезона, без повреждений переносили засушливые периоды за счет регулирования водного обмена изменением ширины устьиц и снижением водного дефицита в засушливых условиях до 26 %, сравнительно засухоустойчивые виды [110, 165].

Данные по водному режиму каркасов показали, что низкий

водный дефицит листьев в течение вегетационного периода, наблюдается у видов, способных регулировать свой водный обмен в засушливое время года (каркасы западный, сетчатый, толстолистный, Бунге и южный). Эти виды обладают повышенной вододерживающей способностью, что выражается в меньшей потере влаги за время завядания (табл. 12).

Таблица 12

Водный дефицит в листьях каркасов в условиях светло-каштановых почв (в %, от общего содержания в состоянии полного насыщения)

Вид каркаса	Возраст, лет	Месяц		
		VI	VII	VIII
<i>Celtis australis</i>	33	6,9 ± 0,24	10,8 ± 0,03	13,6 ± 0,40
	8	7,0 ± 0,15	13,3 ± 0,14	21,5 ± 0,26
<i>Celtis occidentalis</i>	40	8,4 ± 0,47	12,0 ± 0,20	14,2 ± 0,15
	9	10,4 ± 0,17	18,9 ± 0,48	26,0 ± 0,52
Температура воздуха в период опыта, °С	-	27,0	30,9	31,5
Запасы влаги в почве, мм	-	181,68	155,7	140,16

Результаты эксперимента по определению водного дефицита в листьях каркаса показали, что этот показатель имеет сезонную динамику и постепенно увеличивается к августу.

Дефицит воды в листьях каркаса южного оказался ниже на 1,5-5,6 %. У растений в молодом возрасте и по мере повышения температуры и падения влажности воздуха и почвы к концу вегетационного периода водный дефицит так же возрастает.

Исследование водного дефицита листьев у разных видов каркаса в Камышинском дендрарии в засушливый период позволило распределить виды по величине этого показателя (рис. 13).

Установлено, что низкий водный дефицит, небольшая обезвоженность в течение сезона наблюдается у видов, способных регулировать свой водный обмен в засушливое время года (каркасы западный, сетчатый, толстолистный, южный и Бунге). Эти виды обладают повышенной вододерживающей способностью, что выражается в меньшей потере влаги за время завядания. При од-

ном и том же времени завядания, листья с высокой водоудерживающей способностью увеличивали выход электролитов по сравнению с контролем в меньшей степени, чем листья растений с низкой водоудерживающей способностью.

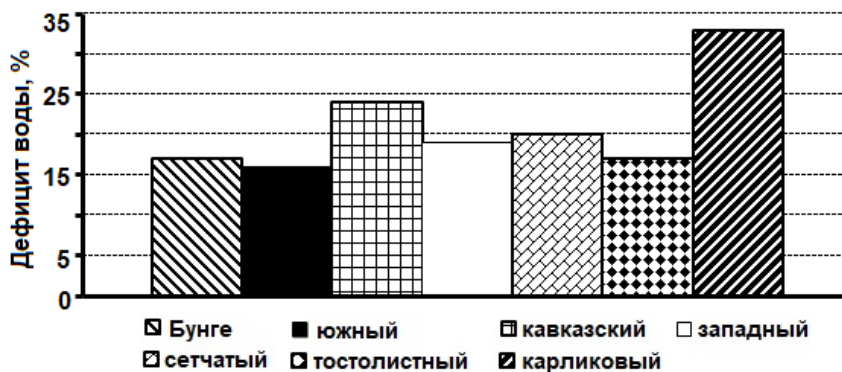


Рис. 13. Водный дефицит листьев каркасов во время засухи

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 Камышинского дендрария. Низкорослые растения (каркасы кавказский и карликовый) не достигают почвенных горизонтов, содержащих достаточное количество влаги в засушливый период. Поэтому они имели наибольший дефицит влаги в листьях (до 33 %).

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 ее дефициту. Деревья высотой 5-6 м наиболее экономны в расходовании воды.

Водоудерживающая способность листьев связана с коллоидно-осмотическими свойствами протоплазмы и является одним из показателей, указывающих на засухоустойчивость растений. Водоудерживающая способность определяется потерей воды за промежуток времени и выражается в процентах от первичного ее содержания [69, 70, 114].

Водоудерживающая способность, как и другие показатели водного режима, изменяется по величине в зависимости от видовой принадлежности, возраста и срока определения (прилож. 3). Чем дольше растение может избежать опасного уменьшения оводненности протоплазмы и обладает способностью обезвоживаться без повреждений, тем больше шансов у растений пережить крайнюю засуху. К концу вегетационного периода способность удерживать воду у изолированных листьев снижается. Они теряют больше воды на 35-40 %, по сравнению с этим показателем в начале вегетационного периода (рис. 14).

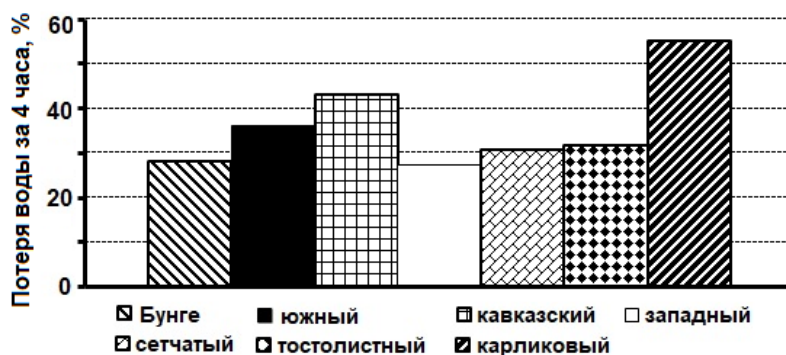


Рис. 14. Водоудерживающая способность листьев каркасов на каштановых почвах

В разные годы исследований закономерности изменения водоудерживающей способности прослеживались у всех изучаемых растений. Ее колебания зависели от общей оводненности листьев, содержания воды в почве, возраста растений и сроков взятия образцов.

Исследования водоудерживающей способности каркасов коллекции на Нижневолжской станции селекции древесных пород показали, что наиболее интенсивно отдавали воду, и, следовательно, обладали наименьшими водоудерживающими силами каркасы кавказский и карликовый.

В наших опытах наиболее интенсивно теряли воду, а следовательно, обладали наименьшими водоудерживающими силами *Celtis caucasica* и *C. pumila*. Как видно на рис. 15 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*).

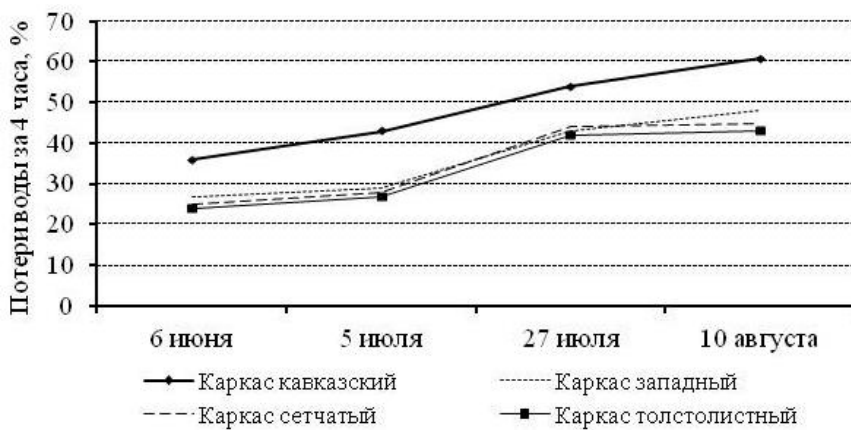


Рис. 15. Динамика водоудерживающей способности листьев каркасов на каштановых почвах

У этих видов наблюдается бóльшая оводненность и низкий водный дефицит в период снижения влажности воздуха и почвы при повышенных температурах воздуха, что говорит об их более высокой водоудерживающей способности. Недостаток воды при сильном обезвоживании приводит к повышению концентрации растворенных веществ и прогрессирующему набуханию протоплазмы. И то и другое ведет сначала к нарушению функции, затем к повреждению структуры протоплазмы. Таким образом, при обезвоживании происходит изменение коллоидно-осмотических свойств протоплазмы клеток растений, снижается способность коллоидов к набуханию. При нарушении нормального состояния коллоидов увеличивается проницаемость протоплазмы для электролитов. Различные виды имеют разную устойчивость к обезвоживанию, и, следовательно, проницаемость протоплазмы у них изменяется неодинаково [100, 179, 251].

Проницаемость протоплазмы в наших опытах определяли по изменению электропроводности экстракта из навески растительного материала, которая фиксировалась при помощи реохордного моста Р-38. 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.

В наших опытах пропорционально количеству потерянной

воды при подсушивании увеличивается относительный выход электролитов, отражающий изменения и нарушения коллоидно-осмотических свойств протоплазмы. При одном и том же времени завядания листья каркасов с высокой водоудерживающей способностью увеличивают выход электролитов по сравнению с контролем в меньшей степени, чем листья видов с низкой водоудерживающей способностью (табл. 13).

Таблица 13

Сравнительная оценка засухоустойчивости каркасов электролитическим методом (Камышинский дендрарий.)

Группа	Вид <i>Celtis</i> :	Относительный выход электролитов	Критерий достоверности Стьюдента между группами	Степень засухоустойчивости
I	<i>australis</i>	1,54 ± 0,06	t _{I-II} = 2,18	Высокая
	<i>bungeana</i>	1,62 ± 0,05		
	<i>crassifolia</i>	1,58 ± 0,03		
	<i>occidentalis</i>	1,41 ± 0,01		
	<i>reticulata</i>	1,69 ± 0,05		
	Среднее	1,57 ± 0,05		
II	<i>caucasica</i>	2,08 ± 0,09		Средняя
	<i>pumila</i>	2,41 ± 0,03		
	Среднее	2,25 ± 0,06		

Полученные нами данные позволили распределить эти виды по степени засухоустойчивости на две группы. В первую группу объединены каркасы, относительный выход электролитов у которых составил – 1,41-1,69. В нее вошли 5 видов каркасов – западный, сетчатый, толстолистный, южный и Бунге. Каркасы кавказский и карликовый, с относительным выходом электролитов – 2,08-2,41 включены во вторую группу (табл. 14).

Различия между группами по степени засухоустойчивости вполне достоверны. В условиях каштановых и светло-кашта-

новых почв лучшим ростом отличаются каркасы первой группы. Медленный рост отмечен у видов второй группы, характеризующейся более слабой степенью засухоустойчивости. Изменения проницаемости протоплазмы в период завядания показывают структурную устойчивость [194, 201]. С увеличением возраста уменьшается показатель относительного выхода, возрастает структурная устойчивость к неблагоприятным условиям среды.

Таблица 14

Сравнительная оценка засухоустойчивости каркасов электролитическим методом (Волгоград)

Вид <i>Celtis</i> :	Возраст, лет	Высота, м	Относительный выход электролитов	Критерий достоверности Стьюдента между группами	Степень засухоустойчивости
<i>australis</i>	32	6,27 ± 0,10	1,59 ± 0,08	t ₁₋₃ = 4,9 t ₂₋₄ = 3,8	Высокая
<i>occidentalis</i>	39	7,87 ± 0,34	1,52 ± 0,11		
Среднее		7,07 ± 0,28	1,55 ± 0,10		
<i>australis</i>	7	4,21 ± 0,11	2,11 ± 0,07		Средняя
<i>occidentalis</i>	8	4,82 ± 0,05	2,06 ± 0,09		
Среднее		4,51 ± 0,08	2,09 ± 0,09		

В сухой степи Нижнего Поволжья при часто повторяющихся засухах у каркасов с возрастом происходит адаптация на морфобиологическом уровне, которая способствует расширению пределов толерантности видов к неблагоприятным условиям среды. Для лесомелиоративных насаждений на засушливых светло-каштановых и каштановых почвах региона представляют интерес как наиболее засухоустойчивые виды, относящиеся к первой группе (*Celtis occidentalis*, *C. crassifolia*, *C. reticulata*, *C. australis*, *C. bungeana*).

4.2. Зимостойкость видов

Понятие зимостойкости более широкое, чем морозостойкости. Оно включает оценку повреждаемости всеми факторами зимы (абсолютные минимумы температур, продолжительность морозов,

частоту, амплитуду и продолжительность температурных перепадов, глубину снежного покрова и т. д.). Оценка зимостойкости проводилась после перезимовки в период вегетации. Анализ каркасов по зимостойкости в условиях Нижнего Поволжья проводили после воздействия суровых зим (1944/45, 1949/50, 1953/54, 1967/68, 1968/69, 1971/72, 1972/73, 1978/79, 1993/94, 2005/06).

Зимой 1968/69 г. температура января и февраля при отсутствии снежного покрова была $-20...-25$ °С. Это повлекло за собой промерзание почвы (на глубине 15 см была температура $-14,6$ °С), что явилось причиной гибели многих видов деревьев и кустарников [139]. Каркасы в молодом возрасте перенесли эти неблагоприятные условия в основном без повреждений. Подмерзание побегов наблюдалось у южных видов (*Celtis australis*). Зима 1971/72 гг., несмотря на низкие температуры, имела ровный характер их нарастания и случаев гибели каркасов в дендрариях Камышина и Волгограда не зарегистрировано. Зима 1978/79 гг. года не была суровой, но изобиловала резкими температурными перепадами. В этот период наблюдались подмерзания почек и концов побегов у *Celtis australis*.

Наблюдения и сравнительная оценка зимостойкости видов *Celtis* L. проводилась по результатам перезимовки после воздействия естественных морозов в зимы 2003-2005 гг. Оценка степени повреждения растений определялась по протяженности поврежденных частей у растений различного возраста и видовой принадлежности, выраженная в баллах (табл. 15).

Данные по зимостойкости отдельных видов показали, что каркасы достаточно устойчивы к перенесению комплекса зимних факторов. Лучше остальных перезимовывают в коллекциях североамериканские виды: западный, сетчатый, толстолистный, карликовый. Они имеют высокий балл зимостойкости. Ареал их естественного распространения находится на тех же географических широтах, что и Нижнее Поволжье. Климат региона их естественного

распространения во многом сходен с районом интродукции, поэтому они оказались вполне адаптированными к зимам. Ареал естественного распространения кавказско-средиземноморских и восточно-азиатского видов находится гораздо южнее. Поэтому каркасы южный, кавказский и Бунге хуже переносят низкие отрицательные температуры по сравнению с североамериканскими. Зимостойкость их ниже и оценивается в 2-3 балла по шкале ГБС.

Таблица 15

**Сравнительная характеристика зимостойкости видов *Celtis L.*
в Нижнем Поволжье**

Вид <i>Celtis</i> :	Год посадки	Зимостойкость, балл	
		по шкале ГБС	по шкале С. С. Пятницкого
<i>Камышинский дендрарий</i>			
<i>australis</i>	1937	2	3
<i>caucasica</i>	1990	2-3	3
<i>bungeana</i>	1981	2	3
<i>crassifolia</i>	1954	1	4
<i>occidentalis</i>	1936	1	4
	1939	1	4
	1958	1	4
<i>pumila</i>	1981	1	4-3
<i>reticulata</i>	1967	1	4
<i>Волгоградский дендрарий</i>			
<i>australis</i>	1973	2	4-3
<i>occidentalis</i>	1966	1	4
<i>Коллекционный участок Волгоградского лесничества</i>			
<i>australis</i>	1998	2	3
<i>occidentalis</i>	1997	1	3

Наиболее подвержены действию зимних морозов сеянцы в условиях орошения, они имеют длинный период вегетации и не успевают подготовиться к зиме (табл. 16).

Сеянцы каркаса южного подмерзли сильнее, чем западного. У них повреждалось до 18,4 % побега, в то время как у каркаса западного 12,2-15,9 %. Так же у южного наблюдалась очень высокая вариабельность этого признака, что дает возможности для селекции выделить зимостойкие особи. Морозами повреждается только вер-

**Оценка зимостойкости однолетних сеянцев
на светло-каштановых почвах в условиях орошения**

Вид <i>Celtis</i> :	Высота сеянцев и ее ошибка, см	Степень подмерзания		Коэффициент изменчивости, %
		$X \pm s$, см	%	
<i>australis</i>	$77,0 \pm 0,62$	$14,2 \pm 0,37$	18,4	52,1
<i>occidentalis</i>	$59,2 \pm 0,55$	$7,2 \pm 0,10$	12,2	27,0
	$57,3 \pm 0,45$	$9,5 \pm 0,13$	16,6	28,0
	$71,8 \pm 0,80$	$11,4 \pm 0,12$	15,9	21,9

хушка побега. Гибели почек, расположенных внизу, и морозобоин стволика не наблюдалось. В течение вегетационного периода сеянцы успешно отрастали. Можно отметить, что повреждение их морозами существенно не отражается на дальнейшем росте и состоянии растений. Так как каркасы являются засухоустойчивыми растениями и в условиях орошения интенсивно растут, то необходимо уже в июле прекращать полив растений для того чтобы они успешно подготовились к перезимовке.

4.3. Толерантность видов к хлоридному засолению

Из-за большой пестроты почвенного покрова, глубины залегания токсических концентраций солей каштановые и светло-каштановые почвы неоднородны по лесорастительным условиям. Почвы с участием солонцов до 25 % считаются лесопригодными. Степень засоления и состав солей варьируют в зависимости от рельефа и подстилающих пород, минерализации и глубине залегания грунтовых вод. Характерны хлоридно-сульфатный и сульфатно-хлоридный типы засоления. Поэтому для выращивания в регионе перспективны виды отличающиеся солевыносливостью.

Такие виды каркаса, как кавказский, южный, Бунге и сетчатый в естественных ареалах растут на щебнистых почвах, богатых известью [34, 50, 273]. Это свидетельствует об их способности перено-

сильное высокое содержание карбонатов в почве. Относительно солеустойчивости каркасов существуют разные мнения [152, 153, 154, 219]. Наши опыты с каркасом западным показывают о возможности этого вида произрастать на засоленных почвогрунтах (табл. 17).

Таблица 17

**Рост сеянцев каркаса западного и вяза приземистого
в условиях хлоридного засоления**

Показатель	Каркас западный		Вяз приземистый	
	0,1 ионов хлора	0,2 % ионов хлора	0,1 % ионов хлора	0,2 % ионов хлора
Высота, см	30,3	18,0	30,3	21,0
Снижение роста, %	25,6	55,8	40,5	58,7
Сохранность, %	83,8	3,8	81,6	23,4
Состояние, балл	4,4	1,0	3,2	1,7
Высота на контроле, см	40,7		50,9	

Определение степени солеустойчивости каркаса западного проводили на фоне хлоридного засоления в почвенной культуре вегетационного опыта. Для сравнения выбран вяз приземистый, вид наиболее широко распространенный в регионе. Однолетние сеянцы высаживались в вегетационные сосуды и после того, как они приживутся, проводилось засоление почвогрунта раствором NaCl разных концентраций 0,1 и 0,2 % ионов хлора. Влажность почвы поддерживалась на уровне 60 % от полной влагоемкости.

Концентрацию ионов хлора 0,1 % растения каркаса и вяза перенесли без видимых изменений. Однако ростовые процессы снизились у каркаса на 25,6 %, а у вяза на 40,5 %. Сохранность осталась высокой. Состояние каркаса было несколько лучше, по сравнению с вязом. На варианте с концентрацией 0,2 % ионов хлора большая часть растений погибла. У сохранившихся наблюдались солевые ожоги листовой пластинки в виде побурения ее краев. Растения снизили рост. Состояние каркаса западного было хуже по сравнению с вязом (1,0 и 1,7 балла соответственно), что свидетельствует о его сравнительно низкой выносливости кон-

центраций соли в 0,2 % ионов хлора. Каркас практически без повреждений переносит низкое содержание солей.

Для определения токсичных концентраций проведен опыт по росту проростков в солевых растворах NaCl разного осмотического давления (табл. 18).

Таблица 18

Влияние хлоридного засоления на рост проростков каркаса западного (по методике В. В. Полевого [179])

Уровень засоления NaCl, МПа	Длина проростка на день учета, см	Повреждение солью, балл	Сохранность, %
Контроль (без засоления)	6,2 ± 0,06	4,0	100,0
0,3	2,8 ± 0,06	3,2	100,0
0,6	2,4 ± 0,06	1,7	83,3
0,9	2,1 ± 0,07	0,2	16,7
1,2	2,0 ± 0,12	0,1	5,6

Даже небольшие концентрации хлорида натрия снижали скорость роста проростков на 40-45 %. С увеличением осмотического давления скорость роста растений снижается. При осмотическом давлении 0,6 МПа появляются бурые некротические пятна, а при 0,9 МПа большая часть проростков погибает (сохранность 16,7 %).

На основании полученных данных можно прогнозировать успешное выращивание каркаса западного на почвах с содержанием ионов хлора 0,1 %.

4.4. Экологическая валентность родового комплекса *Celtis L.*

Сохранение генетического потенциала видов при введении в культуру базируется на изучении изменчивости признаков в различных экологических условиях [133].

Исследования по экологической валентности родового комплекса *Celtis L.* в литературе отсутствуют, хотя такие работы необходимы при оценке внутривидового разнообразия. Морфологические показатели листьев определяют развитие и адаптацию к факторам среды ассимиляционного аппарата, а, следовательно,

вливают на особенности биологического потенциала родового комплекса (рис. 16).

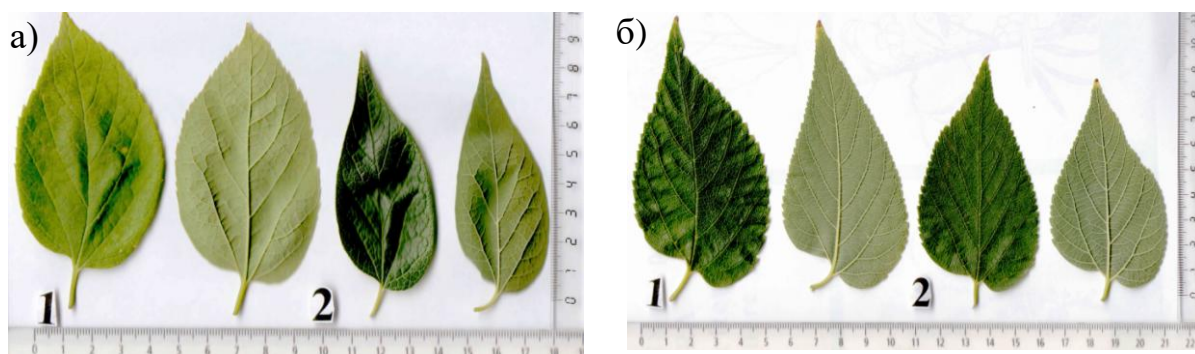


Рис. 16. Морфологическая изменчивость листовой пластинки (а – каркас южный, б – каркас западный)

Размеры листовой пластинки зависят от возраста, расположения в кроне, водообеспеченности органов, условий местопрорастания.

Рассматривая изменчивость морфологических признаков каркаса западного мы смогли проследить пути адаптации и выявить его экологическую валентность в зависимости от условий произрастания и возрастной категории (табл. 19).

В целом уровень изменчивости признаков листа оценивается по шкале С. А. Мамаева [131] как средний (с. v. 16-19 %). Большинство признаков отличается средним уровнем, а высокий характерен для расстояния от основания до самой широкой части.

Оценка коррелированности признаков показала, что тесная зависимость существует между длиной, шириной и расстоянием до самой широкой части ($R^2 = 0,94-0,98$). Связь между нижними углами листа оценивается как очень высокая ($R^2 = 0,96$). Высокий коэффициент корреляции ($R^2 = 0,71-0,80$) получен при оценке взаимосвязи между длиной черешка длиной листа и расстоянием до широкой части. Между остальными параметрами зависимости слабые ($R^2 < 0,3$). Изменчивость плодов и семян низкая (прилож. 4).

Малое количество насаждений каркаса в регионе не позволило оценить географическую изменчивость. Однако второе по-

**Изменчивость морфологических признаков листьев
ростовых побегов каркаса западного**

Признак	Камышинский дендрарий				Волгоградский			
	66 лет		47 лет		дендрарий, 39 лет		лесхоз, 8 лет	
	\lim $X \pm s$	с. v., %	\lim $X \pm s$	с. v., %	\lim $X \pm s$	с. v., %	\lim $X \pm s$	с. v., %
Длина черешка, мм (I)	$\frac{8-17}{14 \pm 0,10}$	15,7	$\frac{7-13}{10 \pm 0,10}$	16,3	$\frac{6-19}{13 \pm 0,10}$	24,6	$\frac{7-15}{10 \pm 0,10}$	24,1
Длина листа, мм (A)	$\frac{60-107}{84 \pm 0,40}$	15,0	$\frac{57-89}{73 \pm 0,60}$	12,9	$\frac{62-116}{96 \pm 0,50}$	16,9	$\frac{41-75}{59 \pm 0,30}$	14,3
Ширина листа, мм (B)	$\frac{25-56}{41 \pm 0,20}$	17,6	$\frac{31-49}{41 \pm 0,30}$	12,0	$\frac{26-68}{52 \pm 0,40}$	25,1	$\frac{23-55}{33 \pm 0,20}$	17,8
Расстояние от ос- нования до широ- кой части, мм (D)	$\frac{10-43}{25 \pm 0,30}$	33,9	$\frac{13-32}{23 \pm 0,30}$	23,8	$\frac{12-41}{30 \pm 0,30}$	27,0	$\frac{10-34}{20 \pm 0,20}$	27,1
Верхний угол листа, град. (W)	$\frac{22-51}{37,9 \pm 0,29}$	22,9	$\frac{28-60}{44,0 \pm 0,55}$	20,1	$\frac{36-61}{48,4 \pm 0,22}$	13,8	$\frac{41-64}{51,2 \pm 0,14}$	8,0
Нижний больший угол, град. (H ₁)	$\frac{64-152}{113,3 \pm 0,69}$	18,3	$\frac{55-142}{102,3 \pm 1,63}$	25,5	$\frac{88-147}{123,6 \pm 0,48}$	11,4	$\frac{68-149}{121,2 \pm 0,55}$	13,5
Нижний меньший угол, град. (H ₂)	$\frac{51-126}{76,5 \pm 0,65}$	25,5	$\frac{42-76}{61,0 \pm 0,64}$	16,7	$\frac{47-124}{82,5 \pm 0,82}$	29,9	$\frac{49-108}{78,3 \pm 0,59}$	22,7
Кол-во боковых жилок, шт. (N)	$\frac{8-16}{12,4 \pm 0,06}$	14,7	$\frac{9-13}{11,1 \pm 0,06}$	9,3	$\frac{7-11}{9,3 \pm 0,04}$	12,5	$\frac{7-12}{9,0 \pm 0,04}$	12,0
Листовой коэф- фициент (B/A)	$\frac{0,40-0,57}{0,48 \pm 0,002}$	9,4	$\frac{0,48-0,64}{0,56 \pm 0,003}$	7,3	$\frac{0,39-0,63}{0,53 \pm 0,002}$	13,0	$\frac{0,44-0,83}{0,56 \pm 0,003}$	15,0
D/A	$\frac{0,17-0,45}{0,29 \pm 0,002}$	25,2	$\frac{0,23-0,41}{0,31 \pm 0,003}$	16,0	$\frac{0,16-0,40}{0,31 \pm 0,002}$	18,5	$\frac{0,22-0,61}{0,35 \pm 0,003}$	23,2
I/A	$\frac{0,10-0,24}{0,17 \pm 0,001}$	15,3	$\frac{0,10-0,21}{0,14 \pm 0,002}$	20,4	$\frac{0,09-0,19}{0,13 \pm 0,001}$	17,6	$\frac{0,11-0,31}{0,17 \pm 0,001}$	24,6
H ₂ /H ₁	$\frac{0,39-0,98}{0,69 \pm 0,006}$	25,4	$\frac{0,45-0,79}{0,62 \pm 0,006}$	15,0	$\frac{0,37-1,02}{0,66 \pm 0,007}$	28,8	$\frac{0,40-0,96}{0,65 \pm 0,004}$	18,8

коление каркаса западного в условиях Камышинского дендрария имело листья меньшего размера на 8,7 %, а в Волгоградском дендрарии на эту величину больше, что показывает экологическую пластичность вида в разных условиях произрастания.

Для повышения устойчивости и расширения биоразнообра-

зия лесомелиоративных насаждений необходимо использовать гетерогенный материал. На это указывает изучение межвидовой изменчивости. Высокий уровень этого показателя свидетельствует о пластичности вида, и его способности изменяться под влиянием стрессовых факторов (табл. 20, прилож. 5, 6).

Усредненный коэффициент корреляции у разных видов изменялся от 14,2 до 19,0 %, что соответствует среднему уровню изменчивости. Наибольшие значения этого показателя характерны для каркасов западного, Бунге и кавказского, наименьшие – для карли-

Таблица 20

Изменчивость морфологических признаков листьев каркаса

Признак	Вид рода <i>Celtis</i> L.											
	карли- ковый		сетча- тый		толсто- лиственный		кавказ- ский		южный		Бунге	
	М	с. v., %	М	с. v., %	М	с. v., %	М	с. v., %	М	с. v., %	М	с. v., %
Длина черешка, мм (I)	4,0	12,6	10,0	24,7	12,0	22,4	8,0	25,3	10,0	12,7	7,0	19,3
Длина листа, мм (A)	35,0	11,0	105,0	15,7	94,0	13,8	81,0	16,7	76,0	15,8	53,0	20,5
Ширина листа, мм (B)	19,0	11,7	61,0	21,5	50,0	17,9	43,0	17,0	40,0	17,4	25,0	15,9
Расстояние от основания до широкой части, мм (D)	12,0	24,4	39,0	20,4	37,0	19,1	29,0	23,3	30,0	22,5	19,0	30,5
Верхний угол листа, град. (W)	56,3	14,8	61,8	13,4	60,9	16,4	61,1	11,7	63,9	14,6	48,1	9,4
Нижний боль- ший угол, град. (H1)	119,0	12,3	139,1	6,7	137,3	9,3	132,5	6,8	126,4	9,3	134,6	9,9
Нижний мень- ший угол, град. (H2)	103,9	13,4	116,5	11,1	123,5	10,1	110,0	17,1	111,9	11,4	111,9	15,7
Кол-во боковых жилок, шт. (N)	5,8	13,6	9,9	13,5	10,5	15,1	9,4	15,9	8,10	14,8	6,9	17,6
Листовой коэф- фициент (B/A)	0,54	9,6	0,58	10,2	0,53	11,5	0,54	10,9	0,53	9,4	0,48	13,3
D/A	0,35	17,0	0,37	17,1	0,39	12,8	0,36	13,5	0,39	13,5	0,35	18,3
I/A	0,13	8,2	0,09	16,6	0,13	18,4	0,10	20,6	0,13	12,8	0,14	9,7
H2/H1	0,88	9,3	0,84	10,8	0,90	9,8	0,83	12,9	0,89	9,3	0,84	16,1

кового и южного. Для защитного лесоразведения и озеленения засушливых районов перспективны виды с выраженной вариабельностью морфологических признаков, что подчеркивает их широкую экологическую валентность.

Разные виды каркасов отличаются по отношению к отдельным факторам среды. Для создания устойчивых насаждений необходимо соответствие физиологической характеристики видов лесорастительным условиям.

Данные по водному режиму каркасов показали, что низкий водный дефицит (не более 20 %) наблюдается у видов, способных регулировать свой водный обмен в засушливое время года (каркасы западный, сетчатый, толстолистный, южный и Бунге). Эти виды сохраняют нормальный ритм развития и роста в засушливые годы.

Полученные данные по коллоидно-осмотическим свойствам протоплазмы позволили разделить интродуцированные виды каркасов по степени засухоустойчивости на две группы. В первую объединены виды, относительный выход электролитов которых составил 1,41-1,69, во вторую вошли виды с относительным выходом электролитов 2,08-2,41. В условиях Нижнего Поволжья лучшим ростом, развитием и регуляцией водного обмена отличаются каркасы первой группы (западный, сетчатый, толстолистный, южный и Бунге).

Фактором, ограничивающим возможность выращивания каркасов, является морозоустойчивость, это основная причина подмерзания в экстремальные годы (1968/69 и 1971/72) видов южного происхождения (каркасы южный, кавказский и Бунге). Необходимо вводить эти виды в определенные экологические ниши с учетом орографических факторов (южные АМЛР юго-востока ЕТР РФ).

Для повышения устойчивости и расширения биоразнообразия лесомелиоративных насаждений необходимо использовать гетерогенный материал. На это указывает изучение межвидовой изменчивости. Высокий уровень этого показателя свидетельствует о пластичности видов рода *Celtis* L., и способности изменяться под влиянием стрессовых факторов.

5. РЕПРОДУКТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ РОДОВОГО КОМПЛЕКСА *Celtis L.*

5.1. Плодоношение в различных экологических условиях

В сухой степи под действием высокой солнечной радиации каркасы интенсивно развиваются и рано вступают в стадию цветения и плодоношения. Виды каркаса в защитных насаждениях на каштановых почвах вступают в репродуктивную фазу с возраста 5-6 лет. Устойчивое плодоношение наблюдается с 10-летнего возраста [237]. Цветочные почки у них формируются весной во время роста побегов в пазухах молодых листьев [130]. В верхней части побегов образуются обоеполые цветки с 4-7 тычинками и верхней одногнездной односемянной завязью и двумя крупными железистыми рыльцами. Рыльца двойные с неравными лопастями. В нижней части побега пучками располагаются тычиночные цветки. Они имеют 4-8 тычинок с хорошо развитыми пыльниками и недоразвитой укороченной завязью. Мужские цветки распускаются раньше обоеполых [241].

Цветение происходит во время распускания листьев (рис. 18). В исследуемом регионе оно начинается в конце апреля – начале мая, когда сумма положительных температур достигает для каркаса западного 350 °С, а южного 380 °С. Период созревания рылец для приема пыльцы совпадает с массовым ее вылетом. За счет этого обеспечивается хорошее перекрестное опыление. Для каркасов характерно и самоопыление.

Будущий урожай во многом определяется погодными условиями во время цветения и завязывания плодов. Исследованиями установлено, что сухая теплая слабо ветреная погода способствует

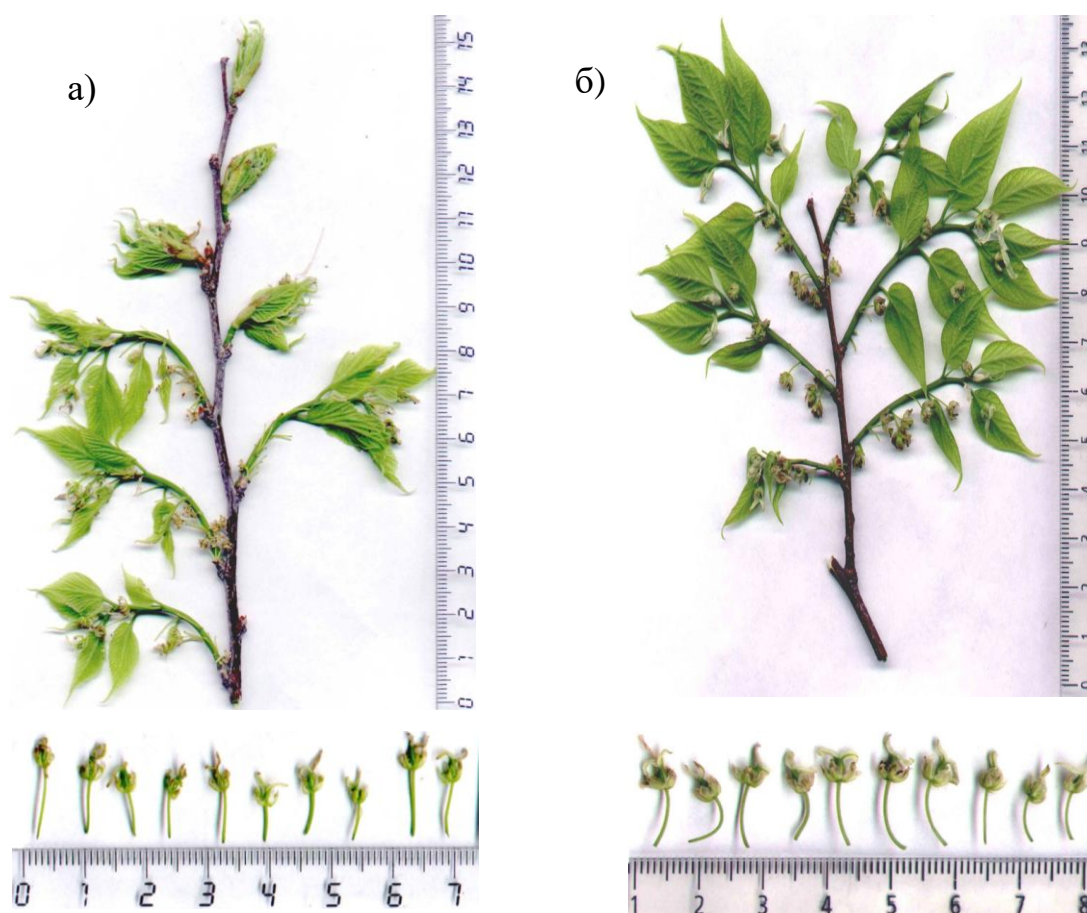


Рис. 18. Цветение каркаса западного (а) и каркаса южного (б)

лучшему их завязыванию. Холодная дождливая погода неблагоприятна для лёта пыльцы и опыления. Если она сопровождает цветение, то количество урожая резко снижается.

Многолетние наблюдения за особенностями цветения и плодоношения позволили выявить следующие закономерности в формировании урожая. Он во многом определяется погодными условиями весны. Затяжная ранняя весна с постепенным нарастанием среднесуточных температур сопровождается частыми похолоданиями в третьей декаде апреля. На это время приходится зацветание каркаса. Температура воздуха некоторые годы опускается до отрицательных величин. В таких условиях плодовая продуктивность значительно снижается. Низкая температура воздуха во время цветения увеличивает его продолжительность во времени. В таких условиях каркасы цветут на несколько дней дольше.

Ранняя весна с быстрым нарастанием среднесуточных темпе-

ратур приводит к стремительному началу вегетации и цветению каркаса в третьей декаде апреля – первой декаде мая. Теплая и обычно сухая погода благоприятствует цветению и хорошему опылению. Уменьшение урожая наблюдается в ситуациях, когда в начале мая наблюдается похолодание с отрицательными температурами.

Так как каркасы относятся к теплолюбивым породам, то наиболее благоприятные условия для успешного цветения и завязывания плодов складываются при равномерном нарастании положительных температур. Обычным для сухой степи является быстрое нарастание тепла (вторая половина апреля). При дождливой погоде во время цветения снижается завязываемость плодов на 62,8 %, что связано с доброкачественностью пыльцы.

На плодовую продуктивность влияют кроме абиотических факторов и биотические – наличие вредителей и болезней, а так же возраст деревьев и их физиологическое состояние. Неблагоприятное физиологическое состояние складывается преимущественно у старовозрастных деревьев после сильных летних засух (табл. 21).

Таблица 21

Завязываемость плодов различных видов рода *Celtis* L.

Вид <i>Celtis</i> :	Год посадки	Количество на 1 п. м плодового побега, шт.		Количество от потенциально возможного, %	
		завязей	плодов	завязей	плодов
<i>Волгоградский дендрарий</i>					
<i>australis</i>	1973	12,1	5,4	91,7	40,9
<i>occidentalis</i>	1966	24,0	9,9	90,2	37,2
<i>Коллекционный участок Волгоградского лесничества</i>					
<i>australis</i>	1998	22,8	11,9	95,8	50,0
<i>occidentalis</i>	1997	28,3	15,5	84,2	46,1

У видов *Celtis* L. уже в молодом возрасте отмечалась завязываемость плодов до 50,0 %. После опыления завязей образуется достаточно много – 84,2-95,8 %. Дальнейшее воздействие комплекса абиотических и биотических факторов приводит к потере значительной части урожая. К моменту сбора количество плодов

составляет 37,4-50,0 % от завязавшихся.

У каркаса южного цветение приурочено к более теплообеспеченному и сухому периоду. Это прослеживается в динамике плодоношения по годам. С момента образования завязей начинается рост плодов, который сначала идет очень медленно. В дальнейшем он усиливается до тех пор, пока листья достигнут максимальной величины. К концу июня плоды приобретают размеры свойственные данному виду.

Плоды созревают в сентябре. Признаками их готовности к сбору являются приобретение характерной окраски и наличие твердого ядра, состоящего из двух семядолей и зародыша. Плоды каркаса южного приобретают фиолетово-бурую или черную окраску; красновато-желтые костянки образует каркас кавказский; у каркаса западного плоды темно-пурпурные, матовые с беловатым налетом; крупные плоды с оранжево-красным перикарпием формирует каркас сетчатый; темно-пурпурные, почти черные характерны для каркаса Бунге.

Урожайность деревьев и степень плодоношения варьируют по годам (табл. 22).

Таблица 22

Динамика плодоношения каркасов в сухой степи

Вид <i>Celtis</i> :	Год посадки	Плодоношение, балл		
		2014	2015	2016
<i>Камышинский дендрарий</i>				
<i>australis</i>	1937	0,9	1,9	-
<i>caucasica</i>	1990	2,9	2,7	-
<i>bungeana</i>	1981	1,2	2,3	-
<i>crassifolia</i>	1954	4,7	1,0	-
<i>occidentalis</i>	1937	0,3	2,2	-
	1939	2,3	0,4	-
	1958	3,9	0,7	-
<i>Волгоградский дендрарий</i>				
<i>australis</i>	1973	4,0	3,0	3,9
<i>occidentalis</i>	1966	3,6	0,6	3,3
<i>Коллекционный участок Волгоградского лесничества</i>				
<i>australis</i>	1998	3,3	2,2	3,2
<i>occidentalis</i>	1997	1,5	2,0	1,7

Балл плодоношения каркаса южного более стабилен как в молодом насаждении, так и в старом. У каркаса западного наблюдаются значительные падения урожайности в отдельные годы. Следует отметить сравнительно низкое, но более стабильное плодоношение молодых растений. Урожай плодов каркаса южного, собираемый с одного молодого модельного дерева (плодоношение 3 балла) составляет 0,4 кг, а каркаса западного 0,8 кг. На старых деревьях плодов образуется значительно больше.

В зависимости от возраста изменяется интенсивность плодоношения по годам. При анализе этого показателя установлена стабильность плодоношения у каркаса западного и южного (табл. 23).

Таблица 23

**Оценка стабильности плодоношения каркаса в сухой степи
в зависимости от возраста**

Год	Плодоношение, балл	Распределение плодоношения по баллам, %						Стабильно плодоносящие (баллы ежегодно на одних и тех же деревьях), %		
		0	1	2	3	4	5	3-3	3-4	4-4
<i>Волгоградский дендрарий</i>										
<i>Celtis australis (год посадки 1973 г.)</i>										
2014	4,0±0,05	-	-	-	28,4	45,4	26,2	12,5	37,5	6,3
2015	3,0±0,06	-	6,2	18,8	50,0	18,7	6,3			
2016	3,9±0,05	-	-	-	31,2	43,8	25,0			
<i>Celtis occidentalis (год посадки 1966 г.)</i>										
2014	3,6±0,05	-	-	-	69,3	30,7	-	-	-	-
2015	0,6±0,04	42,9	50,0	7,1	-	-	-			
2016	3,3±0,03	-	-	-	71,4	28,6	-			
<i>Коллекционный участок Волгоградского лесничества</i>										
<i>Celtis australis (год посадки 1998 г.)</i>										
2014	3,3±0,13	-	13,5	16,5	40,3	29,7	-	22,2	11,1	-
2015	2,2±0,07	-	12,5	54,9	33,0	-	-			
2016	3,2±0,07	-	-	11,1	55,6	33,3	-			
<i>Celtis occidentalis (год посадки 1997 г.)</i>										
2014	1,5±0,02	35,7	21,4	14,3	16,3	12,3	-	8,3	8,7	-
2015	2,0±0,01	19,3	16,7	23,3	30,0	10,0	0,7			
2016	1,7±0,01	30,7	15,3	21,3	23,3	8,7	0,7			

Этот показатель изменяется с возрастом. У каркаса западного отмечается падение интенсивности плодоношения к 40 годам. В одни годы отмечается хороший урожай, а в другие низкий. Каркас южный более стабильно и интенсивно плодоносит в среднем возрасте. Ежегодно отмечается хороший урожай (3-5 баллов), а количество низкоурожайных деревьев невелико.

Стабильное плодоношение наблюдается через несколько лет после вступления в генеративную фазу. В Нижнем Поволжье каркасы стабильно цветут и плодоносят. Их генеративные функции изменяются в возрастной динамике. Однако для производства большое значение имеет качество семян.

Возможность дальнейшего семенного размножения, в конечном счете, зависит от качества семян, что является одним из критериев акклиматизации видов в новом районе. Сведения по доброкачественности семян не многочисленны и относятся к различным географическим пунктам [176, 207]. Важными показателями при семенном размножении каркаса являются посевные качества семян, основными из которых являются масса 1000 шт., доброкачественность и грунтовая всхожесть. Они необходимы при определении нормы высева и планового получения сеянцев.

Масса плодов и семян у одних и тех же видов варьирует по годам, снижаясь в засушливые периоды. Формирование более крупных плодов и семян наблюдается в раннем возрасте (до 15 лет).

Масса 1000 шт. плодов и семян у одних и тех же видов изменяется в зависимости от места произрастания и возраста деревьев. Например, этот показатель у каркаса западного в пределах Камышинского дендрария варьирует от 89 до 170 г. Наибольшая масса семян у каркаса южного (от 158,2 до 262,2 г), а наименьшая – у каркаса Бунге (69 г). Выход семян из плодов необходимо знать при их заготовке для сбора определенного количества. У каркаса западного он составляет 43,0-57,3 %, у южного 37,9-79,0, у толстолистного 44,0, у кавказского 43,4, у Бунге 34,5 % (табл. 24).

Посевные качества семян видов *Celtis* L.

Вид <i>Celtis</i> :	Год посадки	Масса 1000 штук		Доброкачественность, %	Грунтовая всхожесть, %
		плодов, г	семян, г		
<i>Камышинский дендрарий</i>					
<i>australis</i>	1937	486	186,0	82,0	20,0
<i>caucasica</i>	1990	332	144,0	78,7	6,0
<i>bungeana</i>	1981	200	69,0	85,7	24,0
<i>crassifolia</i>	1954	361	159,0	88,9	25,0
<i>occidentalis</i>	1937	272	89,0	90,0	57,3
	1939	211	121,0	86,0	43,0
	1958	395	170,0	89,0	36,0
<i>Волгоградский дендрарий</i>					
<i>australis</i>	1973	417	158,2	97,3	40,5
<i>occidentalis</i>	1966	295	128,1	86,0	32,0
<i>Коллекционный участок Волгоградского лесничества</i>					
<i>australis</i>	1998	332	262,2	87,3	17,0
<i>occidentalis</i>	1997	233	106,6	90,7	59,5

Масса семян не влияет на их доброкачественность. Все изученные виды растений имеют высокий показатель доброкачественности семян от 78,7 до 97,3 %. Однако, грунтовая всхожесть к моменту учета остается достаточно низкой.

Лучшей всхожестью отличаются семена каркаса западного 36,0-57,3 %, причем с увеличением возраста маточных деревьев всхожесть повышается, что объясняется более низким урожаем и лучшими условиями для формирования семян. Показатели грунтовой всхожести этого вида с деревьев местной репродукции ниже, чем у растений, выращенных из семян Тбилисского ботанического сада и завезенных из США. Грунтовая всхожесть каркасов Бунге, толстолистного и южного неудовлетворительная – 20,0-25,0 %. Плохую всхожесть и наиболее низкую доброкачественность имеют семена каркаса кавказского – 6,0 %. Процент доброкачественности семян изменялся по годам и определялся в основном погодными условиями в период их формирования.

Размеры плодов и семян важны при их заготовке, очистке от

околоплодника, хранения и посева. Их морфологические особенности изучены в возрастном и географическом аспектах. Отмечается высокий коэффициент корреляции между длиной и шириной плодов и семян ($r^2 = 0,78-0,93$). Различные виды каркаса имеют разную толщину околоплодника (мм): Бунге – 1,0, западный – 1,2-1,5, кавказский – 1,0, толстолистный – 1,1, южный – 1,1-1,4.

Данные, полученные нами в условиях Нижнего Поволжья, позволяют констатировать, что в условиях сухой степи плоды и семена варьируют по морфологическим признакам в зависимости от вида, возраста растений и условий произрастания (табл. 25).

Таблица 25

Морфологические особенности плодов и семян каркасов

Вид <i>Celtis</i> :	Возраст, лет	Размер плодов и его ошибка, мм		Длина плодовой ножки, мм	Размер семян и его ошибка, мм	
		длина	ширина		длина	ширина
<i>Камышинский дендрарий</i>						
<i>australis</i>	68	9,4 ± 0,04	9,0 ± 0,02	2,0 ± 0,02	6,7 ± 0,03	6,4 ± 0,04
<i>caucasica</i>	15	8,1 ± 0,02	8,1 ± 0,3	2,3 ± 0,02	6,0 ± 0,03	5,9 ± 0,03
<i>bungeana</i>	24	7,1 ± 0,02	6,7 ± 0,01	1,0 ± 0,01	5,1 ± 0,02	4,7 ± 0,02
<i>crassifolia</i>	51	8,9 ± 0,02	8,6 ± 0,03	2,1 ± 0,04	6,3 ± 0,02	5,9 ± 0,01
<i>occidentalis</i>	68	7,8 ± 0,02	7,6 ± 0,04	1,1 ± 0,02	4,9 ± 0,01	4,8 ± 0,01
	66	8,1 ± 0,02	7,4 ± 0,03	1,6 ± 0,02	5,7 ± 0,03	5,2 ± 0,02
	47	8,5 ± 0,03	8,0 ± 0,03	1,5 ± 0,01	6,1 ± 0,03	5,7 ± 0,03
<i>Волгоградский дендрарий</i>						
<i>australis</i>	32	9,0 ± 0,01	8,8 ± 0,02	19,0 ± 0,02	6,6 ± 0,03	6,1 ± 0,02
<i>occidentalis</i>	39	8,7 ± 0,03	7,8 ± 0,03	15,0 ± 0,01	6,4 ± 0,03	5,3 ± 0,03
<i>Коллекционный участок Волгоградского лесничества</i>						
<i>australis</i>	7	8,1 ± 0,02	7,5 ± 0,03	15,0 ± 0,02	6,4 ± 0,03	5,1 ± 0,01
<i>occidentalis</i>	8	7,5 ± 0,03	6,8 ± 0,02	12,0 ± 0,02	5,8 ± 0,04	5,1 ± 0,02

Изученные виды каркаса при интродукции в Нижнее Поволжье продуцируют преимущественно семена высокого качества, что является залогом их успешного размножения и распространения в данном регионе. Об этом свидетельствует и наличие естественного возобновления в изучаемых насаждениях.

5.2. Естественное возобновление

Наличие естественного возобновления интродуцентов в условиях сухой степи свидетельствует об их успешной адаптации в данном регионе и возможности выращивания в искусственных насаждениях. Естественное возобновление каркаса может происходить как семенным, так и вегетативным путем (прилож. 7).

В аридных условиях самосев и подрост под покровом материнских насаждений недолговечен. Среди факторов определяющих возобновительные процессы под пологом леса, находятся и орографические, и климатические, и почвенные; наряду с ними большое значение имеют биотические факторы: растительность разных ярусов, микро- и микофлора, животные.

Подросту необходимы свет и соответствующее плодородие верхнего слоя почвы. Если возрастающая потребность в свете и элементах питания не удовлетворяется, то наименее приспособленные особи начинают отмирать. Содержание влаги в почве – лимитирующий фактор жизнеспособности самосева. В насаждениях засушливых территорий, огромная угнетающая роль корневых систем материнских деревьев на развитие и сохранность самосева, отмечается многими исследователями [17, 66, 67, 82, 84, 85].

Самосев каркаса наблюдается во всех изучаемых насаждениях. Однако его благонадежность различна. Появляющийся самосев вначале лучше сохраняется в конусе тени от взрослых растений, но позднее, по мере увеличения его потребностей, он начинает испытывать все большее угнетение вследствие напряженной корневой конкуренции за влагу и питательные вещества (рис. 19).

Данные рисунка позволяют проследить динамику развития от однолетних всходов до надежного подроста 4-7-летнего возраста в условиях сухой степи на светло-каштановых почвах Волгоградского дендрария в среднем на учетную (1 м²) площадку.

Согласно шкале оценки естественного возобновления Н. М. Горшенина [39], количество надежного однолетнего само-

сева видов рода *Celtis* L. оценивается как хорошее, 4-7-летнего подростка как удовлетворительное.

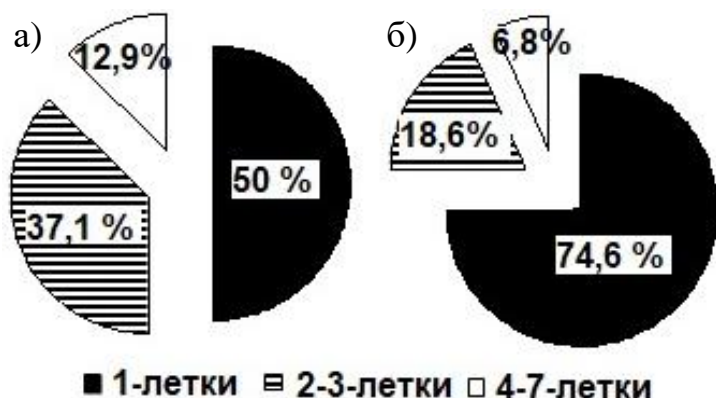


Рис. 19. Возрастная структура самосева каркаса в насаждении на светло-каштановых почвах (а – каркас западный, б – каркас южный)

С увеличением возраста самосева прослеживается тенденция его гибели. У каркаса западного к 2-3-летнему возрасту доживает 74,2 % (от количества однолеток), к 4-7-летнему – 25,8 %, а у каркаса южного к 2-3-летнему – 24,9 %, к 4-7-летнему – 9,1 %, т. е. подрост каркаса западного в изучаемых условиях более жизнеспособен. Полученные данные хорошо согласуются с исследованиями А. Е. Беспаловой [17], опыты которой установили, что подрост на светло-каштановых почвах составляет 20-25 % самосева у таких пород как вяз мелколистный, клен ясенелистный и смородины золотистой.

Вследствие комплекса факторов, в отдельные годы, механизированные уходы за насаждениями не проводились, что позволило исследовать появившийся однолетний самосев под покровом 7-8-летних культур каркаса западного и южного на коллекционном участке Волгоградского лесничества (табл. 26).

Таблица 26

Оценка естественного семенного возобновления видов *Celtis* L. в условиях сухой степи на светло-каштановых почвах

Вид <i>Celtis</i>	Возраст, лет	Высота (по состоянию на конец вегетационного периода), см	Кол-во насаждений самоосева, шт./м ²	Ошибка опыта, шт./м ²	Коэффициент вариации, %
<i>australis</i>	7	8,5 ± 0,04	12,5	1,01	32,2
<i>occidentalis</i>	8	7,3 ± 0,05	13,6	0,37	27,2

Большинство всходов уничтожалось ежегодными культивациями в течение всего вегетационного периода. В то же время культивации способствовали проникновению семян в почву.

Конкуренция самосева с взрослыми деревьями за почвенную влагу возрастает. В связи с иссушением корнеобитаемого слоя почвы корневыми системами растений и испарением, содержание воды в почве под насаждением каркаса на коллекционном участке снижается до наименьшей влагоемкости. В результате высота однолетнего самосева составляет 7,3 и 8,5 см. В оптимальных условиях питомника сеянцы этих видов каркаса достигают высоты 60 см.

Количество самосева на квадратный метр 12-14 шт., и оценивается как небольшое. Он очень неравномерно размещается по площади, на что указывает достаточно высокий коэффициент вариации этого показателя 27,2 и 32,2 %. Наибольшее число взшедших растений отмечается на расстоянии 2,0-3,0 м от стволов. В приствольных кругах самосев гибнет из-за недостатка света и влаги, так как каркас образует опущенную до земли крону, прикрывая приствольные круги густой тенью.

В условиях этого насаждения отмечается также обильная корнеотпрысковая способность у молодых растений каркаса южного и западного. Корневая система каркаса распространена также в верхнем горизонте почвы, где имеет длинные корни в виде тяжей, которые при их повреждении во время культиваций способствуют образованию обильных регенеративных отпрысков. В местах механических повреждений корней образуются почки возобновления, которые дают сразу несколько побегов из одного места (рис. 20).

Доля порослевого возобновления составляет 80-90 % от общего количества семенного и вегетативного потомства.

Доходя до поверхности почвы, наиболее мощные побеги получают преимущества в развитии. Менее жизнеспособные побеги усыхают. Образование отпрысков отмечается как на толстых корнях до 5 см диаметром, так и на тонких диаметром 3-4 мм. Скорость



Рис. 20. Корневые отпрыски каркаса (а – каркас западный; б – каркас южный)

роста отпрысков зависит от толщины корней. Они растут очень интенсивно и за вегетационный период могут достигать высоты более 1 м. Первоначально для своего роста они используют материнские корни, хорошо снабжающие их влагой и питательными веществами. Постепенно они формируют собственную корневую систему. Корни иногда появляются на материнском корне в виде нескольких боковых ответвлений, углубляющихся в почву. Только с течением времени корневые отпрыски становятся самостоятельными.

Многие авторы указывают, что в природных местообитаниях каркасы образуют корневые отпрыски [28, 34, 121, 128, 269]. Они вырастают по периметру деревьев и создают целые семейклоны. В условиях культуры корнеотпрысковая способность видов каркаса значительно слабее, чем в природе, на что указывают исследования А. А. Мавжудова [130]. У каркасов, произрастающих в Волгоградском и Камышинском дендрариях ФНЦ агроэкологии РАН не образуются корневые отпрыски.

Возобновление каркаса порослевыми отпрысками в аридной зоне более эффективно, так как шансы их выжить под прессом комплекса неблагоприятных экологических факторов выше, чем у семенного потомства.

Порослеобразовательная способность каркаса представляет

большой практический интерес. Отпрыски защищают склоны гор, оврагов и балок от эрозии. Высаженные на склонах каркасы хорошо предохраняют почву от смыва и размыва. Но по нашим наблюдениям в противоэрозионной лесной полосе Нижневолжской станции по селекции древесных пород, каркасы – южный и западный не образовывали корневых отпрысков. Можно предположить, что для их обильного образования в условиях сухой степи необходимо обязательное механическое повреждение корневой системы. Представляет особый интерес размножение каркаса корневыми отпрысками, особенно при клонировании ценных форм.

Интродуцированные каркасы в Нижнем Поволжье плодоносят ежегодно, однако, урожай плодов колеблется по годам и определяется погодными условиями. Стабильность плодоношения зависит от возраста и видовой принадлежности растений.

В условиях сухой степи интродуцированные каркасы имеют высокую энергию цветения и плодоношения. Каркасы западный, южный, сетчатый, толстолистный образуют семена высокого качества. Их доброкачественность оценивается 85,7-97,3 %.

Качественные и количественные показатели семенной продуктивности заметно варьируют. Лучшие показатели имеют виды североамериканского происхождения (каркасы западный, толстолистный и сетчатый) и средиземноморско-кавказский вид – каркас южный. Наблюдается зависимость массы семян от почвенно-гидрологических и климатических условий.

Виды каркасов североамериканского (западный, толстолистный, сетчатый) и средиземноморско-кавказского (южный) происхождения с широким ареалом имеют хорошую генеративную способность в условиях культуры в сухой степи, что указывает на возможность их выращивания и перспективность введения в лесомелиоративные насаждения.

6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ РАЗМНОЖЕНИЯ ВИДОВ РОДА *Celtis* L. ДЛЯ ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ ЦЕЛЕЙ

Успешное культивирование прошедших испытание в крайне экстремальных условиях представителей рода каркас (*Celtis* L.), невозможно без разработки эффективной и малозатратной технологии выращивания посадочного материала. Изучение плодоношения показало возможность получения в Нижнем Поволжье семян каркаса высокого качества. Существующие рекомендации по выращиванию сеянцев каркаса касаются только сроков его посева [33, 49, 130].

6.1. Влияние сроков посева на рост и развитие сеянцев в питомниках

Качественные показатели на сеянцы древесных и кустарниковых пород должны соответствовать современному уровню производства. Наиболее остро стоит проблема выращивания стандартного посадочного материала в засушливых условиях. Нами изучалась зависимость качества посадочного материала от сроков посева и технологических приемов выращивания.

Объектом для изучения определены перспективные для лесоразведения в Нижнем Поволжье перспективные виды рода каркас североамериканского происхождения [238]. Перед нами стояла задача получения посадочного материала по нормам ГОСТ [41, 42] уже в первый год выращивания и с минимальными затратами.

Светло-каштановые почвы отличаются низким содержанием гумуса. Для получения стандартного посадочного материала необходимо обеспечить растения элементами питания, что достигается применением удобрений. Одним из современных удобрений,

содержащим комплекс элементов питания является "Агровит-Кор" (марка Б, ТУ 9291-005-40561837-98).

Основным, лимитирующим фактором, влияющим на рост сеянцев, в аридном регионе является дефицит влаги. Наиболее эффективные влагосберегающие технологии выращивания посадочного материала основываются на применении гидрогелей. Эти полимерные соединения насыщаются влагой, когда ее в почве достаточно, а в засушливый период отдают ее растениям [158]. Для опытов мы использовали полиакриламид "Гидросурц", размером гранул 3-7 мм, что позволило создать более благоприятные условия роста сеянцев и улучшить их водообеспеченность.

Всходы каркаса появляются в мае, когда среднесуточная температура воздуха не превышает 10-15 °С. Оптимальные условия роста создаются при температуре 20-25 °С. Для улучшения обеспеченности сеянцев теплом в первый месяц выращивания использовались малогабаритные пленочные укрытия (парники) (рис. 21).



Рис. 21. Выращивание стандартного посадочного материала для лесомелиоративных целей (а – каркас южный; б – каркас западный)

Основные технологические операции выращивания сеянцев каркаса следующие: подготовка почвы (внесение удобрений и гидрогеля, перепашка, предпосевное боронование), подготовка семян к посеву (очистка околоплодника, стратификация и протравливание), посев, уход за всходами и сеянцами (полив, рыхление почвы, прополка, борьба с вредителями и болезнями), вы-

копка, выборка и временная прикопка.

В связи с тем, что семена отличаются глубоким покоем, то для их успешного прорастания необходима стратификация. Она может проводиться непосредственно в почве при осеннем посеве или во влажном песке при низких положительных температурах и посеве весной. Ее продолжительность и успешность зависит от видовых особенностей растений и оптимального сочетания температурного режима и влажности. В ней так же нуждаются семена находящиеся длительное время на хранении.

Стратификацию семян каркаса необходимо проводить при температуре 0...+5 °С в течение 120-140 дней [77, 76, 81, 193, 244, 254]. Сразу после сбора семена помещают во влажный песок в соотношении 1 : 3. За семенами, находящимися на стратификации проводилось периодическое наблюдение (1 раз в две недели). В это время семена перемешивались, а песок увлажнялся.

Подготовка почвы проводилась по системе зяблевой вспашки, как наиболее мало затратная. Перед вспашкой в почву вносились влагосберегающие гидрогели (полиакриламид "Гидросурц") и почвообразующие удобрения ("Агровит-Кор"). Внесение этих компонентов позволило обеспечить растения влагой, необходимыми элементами и создать благоприятные условия для роста и развития.

Посев семян каркаса производится на глубину 2-4 см (весной и осенью). Норма высева семян определялась в зависимости от их качества и составила 155 шт./п. м. Для обеспечения достаточной площади питания растениям применялся узкострочный посев. Размещение сеянцев 2 × 25 см. Ширина строчки 5 см. Выход сеянцев составил 46-58 шт./п. м.

Наблюдения показали, что семена начинают прорастать в апреле (рис. 22).

Интенсивный рост зародышевого корешка происходит в первые 5-7 дней, который до выхода на поверхность проростка углубляется в почву на 10-15 см. Уже через 9-10 дней от начала роста

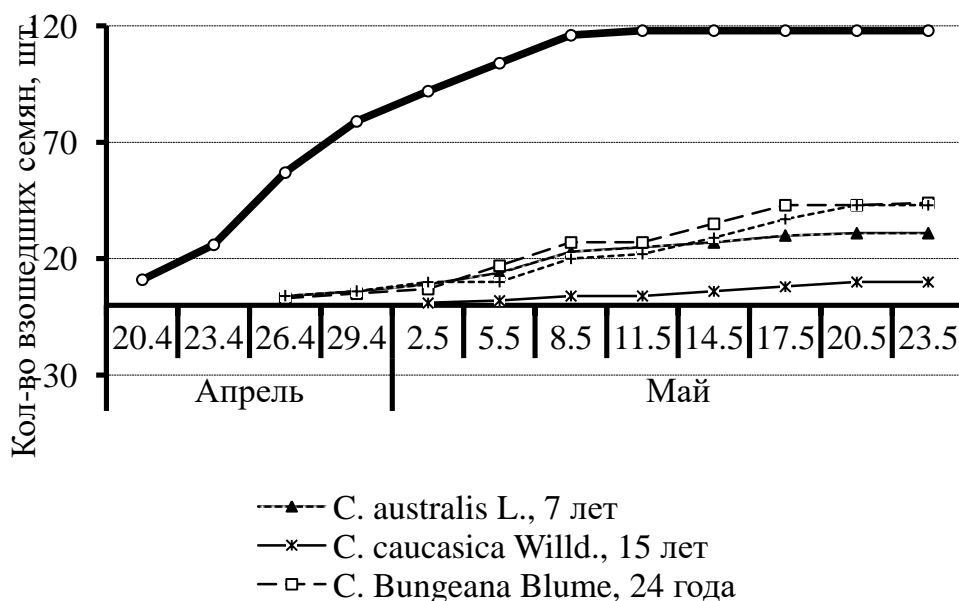


Рис. 22. Динамика появления всходов видов рода *Celtis* L.

корешка на быстро удлиняющемся главном корне становятся заметными боковые корни первого порядка. Только после этого начинается рост надземной части сеянцев. Период от появления первых до массовых всходов составляет 15-24 дня (рис. 23).



Рис. 23. Стадии развития проростков каркаса западного (1 – семя, 2 – семя с зачатком корневой системы, 3 – зачатки семядолей, 4-5 – появление семядолей и развитие подсемядольного колена, 6 – формирование первых настоящих листьев)

Наиболее интенсивно и дружно прорастают семена каркаса западного. Первые всходы у него появляются на 5 дней раньше, чему у других. Медленно прорастают семена каркаса кавказского. Остальные виды всходят примерно в одно и то же время.

Рост сеянцев каркаса западного изучался в зависимости от сроков посева, укрытия полиэтиленовой пленкой в первый месяц выращивания и норм внесения гидрогелей и удобрений (табл. 27).

Зависимость сроков посева, всхожести семян и показателей роста однолетних сеянцев каркаса западного от агротехники выращивания

Срок посева	Режим выращивания	Вариант опыта	Дата появления всходов		Высота сеянцев, см	Грунтовая всхожесть, %
			первых	массовых		
Весна	Под полиэтиленовым укрытием	"Агровит-Кор" + гидрогель	12.05	01.06	66,7 ± 0,43	34,6
		Контроль	13.05	31.05	63,5 ± 0,42	37,0
	В открытом грунте	"Агровит-Кор" + гидрогель	17.05	04.06	46,3 ± 0,44	37,6
		Контроль	18.05	7.06	39,3 ± 0,30	46,3
Осень	В открытом грунте	Контроль	20.04	08.05	60,2 ± 0,74	59,5

Интенсивный рост растений под полиэтиленовым укрытием в первый месяц выращивания связан с лучшей их водо- и теплообеспеченностью. Наши наблюдения показали, что их прирост в высоту увеличился на 20,4-24,2 см по сравнению с открытым грунтом. Влажность воздуха под парником составляла 83-95 %, а температура воздуха днем поднималась до 30 °С. В результате сеянцы получали больше тепла и влаги, что отразилось на их размерах. Под парником создаются более благоприятные условия для роста каркаса, но только в мае. В июне температура воздуха под укрытием поднималась до 35 °С, что приводило к тепловым ожогам молодых листьев.

Применение гидрогеля и удобрения несколько усиливает рост сеянцев, но под укрытием увеличение размеров за счет препаратов "Агровит-Кор" и "Гидросурц" было незначительным (3,2 см). В открытом грунте использование гидрогеля в сочетании с удобрением более эффективно. Длина сеянцев на опытной делянке превышала контроль на 7 см. Низкая эффективность применения препаратов подтверждает данные о нетребовательности каркаса к плодородию почвы.

Сроки посева влияют как на грунтовую всхожесть, так и на рост сеянцев. При весеннем посеве грунтовая всхожесть ниже, чем при осеннем. Эта закономерность наблюдалась как под укрытием, так и в открытом грунте. Наиболее эффективным оказался осенний посев свежесобранными и нестратифицированными семенами. Такой прием показал высокую грунтовую всхожесть (до 59,5 %). Это объясняется тем, что семена, высеянные в грунт в осенний период, до появления весенних всходов под действием пониженных температур успешно проходят стратификацию, а всходы закаливаются в непрогретой почве.

6.2. Вегетативное размножение каркасов

Опыты по укоренению зеленых и одревесневших черенков каркасов не дали положительного результата, так же как и копулировка. Единственно доступный способ вегетативного размножения каркаса – корневыми отпрысками.

Отпрыски каркаса разнокачественные по развитию, многоствольные и в первые годы жизни не имеют собственной развитой корневой системы. Использование их в качестве посадочного материала невозможно без доращивания в школьном отделении питомника.

Заготовку корневых отпрысков необходимо производить осенью или весной, когда температура воздуха находится в пределах +5...+10 °С. Их выкапывают вручную, осторожно окапывая лопатой по периметру и отделяя от основного корня секатором или острым ножом. При этом необходимо следить, чтобы корень не размочалился и не расщепился. Отпрыски с расщепившимися корнями отбраковываются. Соотношение длины коря и побега 1 : 2 или 1 : 3 обеспечивает хорошую приживаемость растений. После выкопки отпрыски сортируют, связывают в пучки по 20 шт., а корни обмакивают в глиняную болтушку. Затем их укрывают полиэтиленовой пленкой, мешковиной или соломой.

Отпрыски высаживают в школьное отделение на доращивание в течение года. За это время они образуют хорошо сформированную корневую систему и ветвление главного побега второго порядка. Высота их достигает до 1,5 м. Недостатком размножения отпрысками является многоствольность саженцев. Поэтому при выращивании в школке необходимо формировать штамп и удалять поросль.

Примерная норма выхода с 1 га школьного отделения укорененных отпрысков, предназначенных для озеленения должна составлять 17-19 тыс. шт./га. Этот способ не может иметь широкого распространения в защитном лесоразведении в связи с незначительным объемом заготовки корневых отпрысков. Для получения планового выхода посадочного материала требуется семенное размножение.

6.3. Оценка стандартности сеянцев каркасов

Для создания защитных лесных насаждений необходим стандартный посадочный материал. Технические требования к сеянцам включают их соответствие размерам, предусмотренным ГОСТом. В настоящее время имеются технические условия только на сеянцы каркаса кавказского (ГОСТ 3317-90 [42]).

В связи с этим нами проводились исследования по изучению закономерностей роста сеянцев различных видов каркаса в условиях каштановых почв для оценки соответствия их показателей стандартным. Исследовалась сезонная динамика роста сеянцев следующих видов каркаса – южного, западного, кавказского, толстолистного и Бунге. Семена были собраны с маточных деревьев, произрастающих в коллекциях Волгоградского и Камышинского дендрариев, а так же в насаждениях Волгоградского лесхоза.

Эксперимент по выращиванию этих видов позволил выявить различия между видами, определить критические периоды их развития. Продолжительность роста побегов различается меж-

ду видами. Сравнительно продолжительный рост имеют североамериканские виды – каркас западный и толстолистный. Они продолжали вегетировать 102-110 дней. Кавказские и среднеазиатские виды растут 95-99 дней. В пределах вида наблюдается вариабельность продолжительности ростовых процессов в пределах 13 дней у каркаса южного и 8 дней у западного (табл. 28).

Таблица 28

**Динамика роста однолетних сеянцев каркасов
в течение вегетационного периода**

Вид <i>Celtis</i> :	Место сбора семян	Возраст маточника, лет	Дата появления всходов	Прирост, см			Продолжительность роста побегов, дн.
				июнь	июль	август	
<i>australis</i>	Лесополоса, Камышин	66	26.04	9,9	14,2	14,7	99
	Дендрарий, Волгоград	32	02.05	9,1	17,8	14,9	95
	Волгоградское лесничество	7	25.04	9,9	35,7	21,1	107
<i>caucasica</i>	Дендрарий, Камышин	15	03.05	9,5	18,8	21,8	99
<i>bungeana</i>	Дендрарий, Волгоград	24	26.04	11,1	22,0	20,4	99
<i>crassifolia</i>	Дендрарий, Камышин	51	26.04	9,8	13,6	15,3	100
<i>occidentalis</i>	Лесополоса, Камышин	66	26.04	10,1	22,7	23,1	-
	Дендрарий, Камышин	66	20.04	12,3	20,2	15,0	102
	Дендрарий, Камышин	47	21.04	10,7	17,5	18,0	108
	Дендрарий, Волгоград	39	20.04	11,5	22,3	26,1	108

Закономерностей между ростом сеянцев и возрастом маточных деревьев не прослеживается. Связь размеров сеянцев и датой появления всходов выражена нечетко. Максимальный прирост в высоту наблюдается в июле или августе. У сеянцев, выращенных из семян сравнительно молодых маточных растений (возрастом до 32 лет) наибольшие показатели прироста приходятся на июль.

Прирост сеянцев, выращенных из семян старовозрастных деревьев приблизительно одинаков и в июле и в августе.

Первые два месяца скорость роста сеянцев всех видов примерно одинаковая. В июне их высота составляет около 20 см. В июле она начинает дифференцироваться в зависимости от видовой принадлежности. Лучшие показатели роста характерны для каркасов Бунге, западного и кавказского. За вегетационный период они достигают высоты 60 см. Несколько ниже (до 50 см) вырастают сеянцы каркасов толстолистного и южного. Сравнительная оценка роста сеянцев выявила незначительные различия между видами.

Качество сеянцев определяется соответствием по своим параметрам одному из классов на основании ГОСТ 3317-90 [42]. Стандарт разработан только на сеянцы каркаса кавказского для европейской части и Средней Азии. Он предусматривает получение стандартных размеров в течение 1-2 лет выращивания. Стандартными являются сеянцы с диаметром у корневой шейки не менее 3 мм и высотой не менее 20 см.

Выращивание сеянцев в сухой степи при обилии света и тепла в условиях орошения делает возможным при осеннем посеве получить стандартный посадочный материал за один вегетационный период. В нашем опыте все виды каркасов в однолетнем возрасте достигают стандартных размеров (рис. 24).



Рис. 24. Развитие сеянцев каркаса на каштановых почвах в условиях орошения

При выращивании посадочного материала необходимо собирать семена с маточных деревьев, отличающихся регулярным плодоношением и хорошим качеством семян. Сбор семян с деревьев разного географического происхождения и выращивание из них сеянцев в наших опытах показали сравнительно высокую вариабельность. Этот показатель у сеянцев каркаса западного из семян различного происхождения варьировал от 57,3 до 71,8 см, а южного от 48,6 до 77,0 см. Диаметр корневой шейки изменяется незначительно от 3,9 до 4,4 мм. Только сеянцы каркаса западного, выращенные из семян коллекционного участка Волгоградского лесничества имели диаметр 4,9 мм (табл. 29).

Таблица 29

Оценка качества сеянцев каркасов

Вид <i>Celtis</i> :	Место сбора семян	Возраст маточника, лет	Диаметр корневой шейки, мм	Высота, см
<i>australis</i>	Лесополоса, Камышин	66	3,9 ± 0,06	48,6 ± 0,70
	Дендрарий, Волгоград	32	-	51,3 ± 0,73
	Волгоградское лесничество	7	4,9 ± 0,09	77,0 ± 0,62
<i>caucasica</i>	Дендрарий, Камышин	15	-	59,9 ± 0,96
<i>bungeana</i>	Дендрарий, Волгоград	24	-	63,1 ± 0,40
<i>crassifolia</i>	Дендрарий, Камышин	51	-	49,0 ± 0,85
<i>occidentalis</i>	Дендрарий, Камышин	66	4,2 ± 0,05	59,2 ± 0,55
	Дендрарий, Камышин	47	4,0 ± 0,04	57,3 ± 0,45
	Дендрарий, Волгоград	39	4,0 ± 0,05	71,8 ± 0,80
	Волгоградское лесничество	8	4,4 ± 0,07	60,2 ± 0,74

Между высотой и диаметром существует тесная зависимость ($r^2 = 0,68$).

По своим биометрическим показателям однолетние сеянцы каркаса соответствуют 2-3-летним саженцам II сорта, так как имеют диаметр не менее 4,0 мм и высоту не менее 35 см по ГОСТ 24835-81 [41] (рис. 25).



Рис. 25. Развитие однолетних сеянцев разных видов каркасов на светло-каштановых почвах (Волгоградская обл.)

В результате двухлетнего срока выращивания сеянцы каркаса сильно перерастают стандартные размеры, достигая высоты до 1 м (табл. 30). В течение второго года выращивания диаметр каркаса западного увеличивается на 54-70 %, а южного на 54-86 %. Высота сеянцев возрастает на 35-38 %, у западного – на 59-66 %. У сеянцев каркаса западного прирост по диаметру корневой шейки интенсивнее, чем по высоте по сравнению с другими видами.

Сеянцы хорошо сформированы. У них появляется ветвление второго порядка, благодаря прорастанию почек нижней части побега. По биометрическим показателям они соответствуют саженцам I сорта по ГОСТ 24835-81 [41].

Таким образом, сеянцы каркасов, выращенные в открытом грунте на питомнике ФНЦ агроэкологии РАН и предназначенные для механизированной и ручной посадки в защитном лесоразведении и озеленении, соответствуют требованиям стандартов – ГОСТ 3317-90 [42], ГОСТ 24835-81 [41]. Маточными деревьями для сбора семян и выращивания из них посадочного материала каркасов рекомендуются насаждения Волгоградского лесничества и 25-40-летние экземпляры деревьев видов рода *Celtis* L. Волгоградского и Камышинского дендрариев.

Биометрические показатели сеянцев при 2-летнем сроке выращивания

Вид <i>Celtis</i> :	Место сбора семян	Возраст маточника, лет	1-летние		2-летние	
			диаметр корневой шейки, мм	высота, см	диаметр корневой шейки, мм	высота, см
<i>australis</i>	Лесополоса, Камышин	66	3,9 ± 0,06	48,6 ± 0,70	6,6 ± 0,08	86,0 ± 1,01
	Волгоградское лесничество	7	4,9 ± 0,09	77,0 ± 0,62	9,1 ± 0,15	127,7 ± 0,95
<i>occidentalis</i>	Лесополоса, Камышин	66	4,1 ± 0,05	65,4 ± 0,44	6,4 ± 0,09	100,9 ± 0,92
	Дендрарий, Камышин	66	4,2 ± 0,05	59,2 ± 0,55	6,5 ± 0,08	94,2 ± 0,65
	Дендрарий, Камышин	47	4,0 ± 0,04	57,3 ± 0,45	6,7 ± 0,08	95,7 ± 0,83
	Дендрарий, Волгоград	39	4,0 ± 0,05	71,8 ± 0,80	6,8 ± 0,08	99,3 ± 1,09

При выращивании сеянцев необходимо применять осенний посев свежесобранными семенами. Это позволяет увеличить грунтовую всхожесть, получить ранние всходы и более рослый посадочный материал. При осеннем посеве не требуется дополнительных затрат на хранение и подготовку семян.

Сеянцы всех видов каркаса вырастают до стандартных размеров в течение 1 года выращивания. Их средняя высота колеблется от 48,6 до 77,0 см, а диаметр корневой шейки от 3,9 до 4,9 мм, что соответствует саженцам II класса качества. На второй год выращивания неперешколенные сеянцы достигают высоты до 1 м.

Влияние удобрения "Агровит-Кор" и гидрогеля "Гидросорурц" на рост и развитие сеянцев не велико и составляет 2-3 %.

Положительный результат показало укрытие всходов пленочным парником в первый месяц выращивания. Благодаря этому приему сеянцы увеличивают интенсивность роста, а их размеры в конце вегетационного периода в 1,4 раза больше чем на контроле.

7. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИДОВ РОДА *Celtis* L. В ЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ И ОЗЕЛЕНЕНИИ

В системе мер по стабилизации и оздоровлению экологической обстановки рациональному использованию и охране земельных ресурсов в районах с низкой лесистостью (3-5 %) и бедным видовым составом естественной дендрофлоры хозяйственное значение каркасов велико. Обогащение защитного лесоразведения этого региона новыми видами каркасов (западный, южный, сетчатый, толстолистный, Бунге) способствует восстановлению биоресурсов и деградирующих компонентов ландшафтов. Большое значение имеют каркасы для улучшения почвенного плодородия.

Наши исследования, проведенные по выявлению влияния видов рода *Celtis* L. на мелиоративное состояние почв заключались в изучении закономерностей накопления опада насаждениями с участием каркаса на светло-каштановых и каштановых почвах. Установлено, что количество опада увеличивается с возрастом. В смешанных насаждениях каркасов (западного и южного) с участием клена остролистного масса опада колеблется в пределах 3,5-4,0 т./га. В изменении химических и физических почв светло-каштановых супесчаных почв и каштановых легкосуглинистых отчетливо проявляется роль изученных видов (рис. 26).

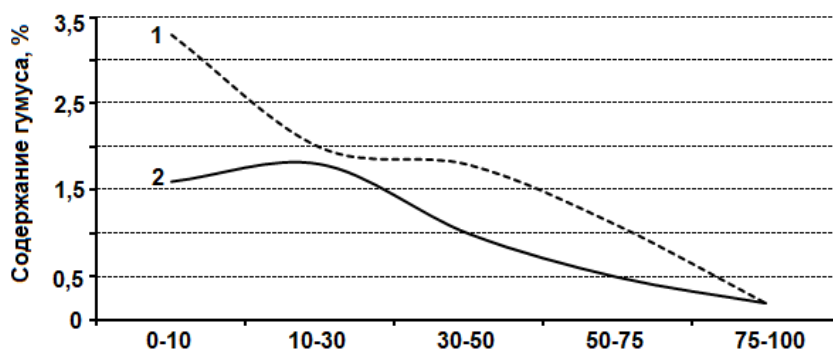


Рис. 26. Динамика изменения содержания гумуса под насаждениями с преобладанием каркаса (1 – смешанное насаждение, 2 – безлесный участок)

За 33-летний период воздействие насаждений из представителей видов рода *Celtis* L. почва изменила свои морфологические характеристики. Образовалась лесная подстилка толщиной до 5 см, увеличилось содержание гумуса и азота по всем горизонтам, стали эффективнее проходить процессы структурообразования.

Особенно они могут быть перспективны для противоэрозионных и водоохраных насаждений. Каркасы издавна известны как прекрасный материал для различных видов насаждений, они хорошо возобновляются корневой порослью. Мощная сильно разветвленная корневая система хорошо закрепляет склоны и в значительной степени предотвращает эрозию. Каркас западный не оценим для лесной мелиорации, в первую очередь, для создания полезащитных лесных полос при богарном земледелии.

Опыт использования каркаса западного в лесомелиоративных насаждениях на Украине, где он легко приживается, обладает быстрым ростом, отличается засухоустойчивостью и долговечностью, получил высокую оценку специалистов. Каркас западный входит в списки рекомендуемых пород.

В Нижнем Поволжье так же имеется положительный опыт использования каркаса западного и южного в противоэрозионной лесной полосе Нижневолжской станции селекции древесных пород. Устойчивость к вредителям и болезням выгодно отличает эту породу от других.

Исследования, проводимые по изучению физико-механических показателей и анатомическому строению древесины каркаса показали хорошие результаты. Древесина каркаса до сих пор используется незначительно [14, 23, 61, 172]. Древесина не находит широкого хозяйственного применения из-за редкой встречаемости. Хотя она отличается высокой декоративностью и хорошо окрашивается, пригодна для разных столярных и токарных работ, изготовления черенков для ножей и т.д. В зарубежных странах она находит более широкое применение [272, 273].

Каркас может использоваться как лекарственное сырье и

кормовое растение [215, 283]. Плоды каркаса поедаются дикими птицами, поэтому виды, имеющие сравнительно толстый околоплодник (западный, южный, сетчатый, толстолистный, кавказский) рекомендуется вводить в ремизные насаждения для привлечения полезной орнитофауны [257].

Особого внимания заслуживают каркасы в озеленении [29, 68, 76, 149]. Каркасы западный, сетчатый, толстолистный можно рекомендовать для создания тенистых аллей, групповых посадок и в качестве солитеров. Каркасы южный, Бунге и кавказский рекомендуется вводить под полог деревьев с ажурными кронами (гледичии трехколючковой, робинии лжеакация, ореха черного и др.) для создания многоярусных ценозов (рис. 27).

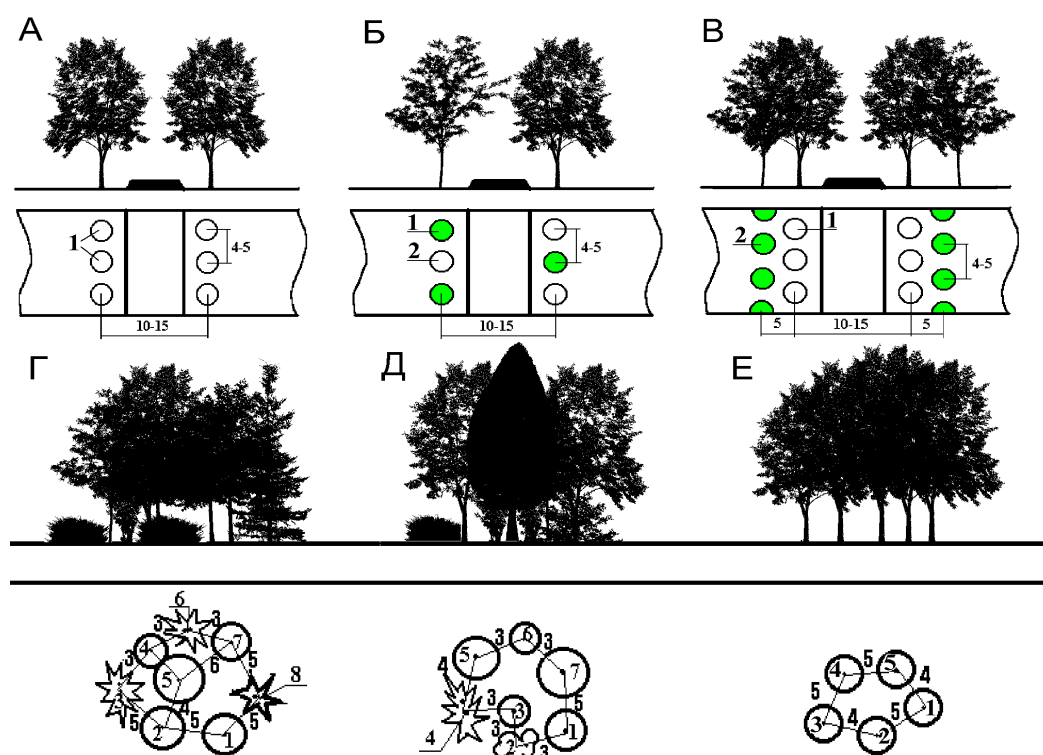


Рис. 27. Применение каркасов в озеленении населенных пунктов: **аллеи:** А – из каркаса западного, толстолистного, сетчатого; Б – из каркаса западного (1) и робинии лжеакация (2) смешением в ряду; В – из каркаса южного (1) и гледичии трехколючковой (2) смешением рядами; **группы:** Г – 1 – каркас западный, 2 – каркас сетчатый, 3 – можжевельник казацкий, 4 – спирея Ван-Гутта, 5 – каркас западный, 6 – биота восточная, 7 – софора японская, 8 – ель колючая; Д – 1 – каркас южный, 2 – чубушник венечный, 3 – робиния лжеакация ф. пирамидальная, 4 – можжевельник казацкий, 5 – каркас западный, 6 – магония падуболистная, 7 – гледичия трехколючковая; Е – 1 – 5 каркас западный.

Каркас может использоваться в опушечных посадках. Каркас Бунге, благодаря низко опущенной кроне, пригоден для создания густых не продуваемых опушек в санитарно-защитных насаждениях. Каркасы южный, кавказский и карликовый пригодны для создания живых изгородей (рис. 28). Они легко переносят стрижку, превращаясь в трудно проницаемые, густые и красивые изгороди.

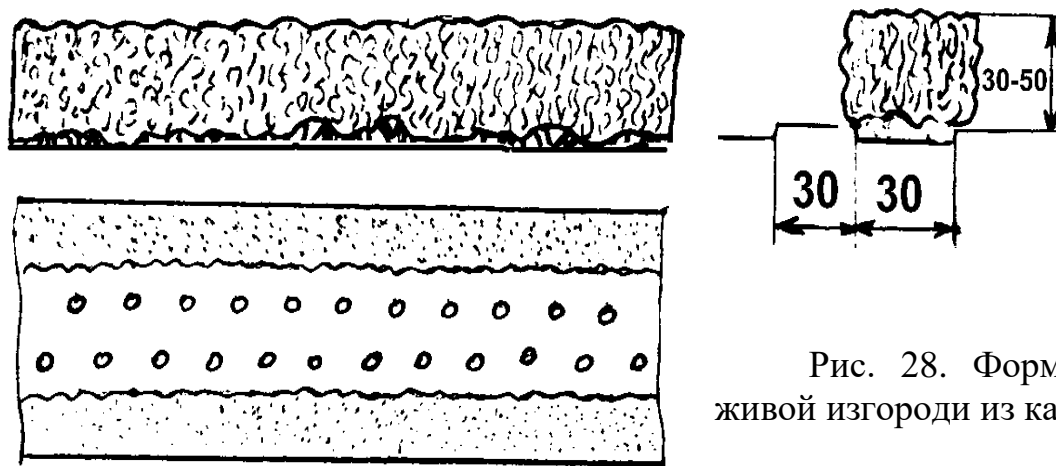


Рис. 28. Формирование живой изгороди из каркасов

Исследования по наличию и характеру просветов между стволами и в кронах у различных видов каркасов в существующих насаждениях на каштановых почвах показали, что они образуют преимущественно плотную (не продуваемую) конструкцию. В результате фотофиксации противоэрозионной полосы из каркаса западного и южного в облиственном состоянии не наблюдаются просветы по всему продольному профилю.

Эколого-биологическое изучение интродуцированных каркасов в условиях Нижнего Поволжья позволило отобрать и рекомендовать для внедрения в зеленое строительство и защитное лесоразведение следующие наиболее адаптивные виды: западный (*C. occidentalis* L.), толстолистный (*C. crassifolia* Lam.), сетчатый (*C. reticulata* Torr.), Бунге (*C. bungeana* Blume.), кавказский (*C. caucasica* Willd.), южный (*C. australis* L.) (табл. 31).

Из них очень эффективные плодоношением и осенней окраской листьев западный, южный и сетчатый (рис. 29).

Каркас южный пригоден для разведения в садах и парках, для

озеленения улиц и для лесоразведения, применим для закрепления откосов во всех агролесомелиоративных районах засушливой зоны крайнего юго-востока европейской территории России (ЕТР).

Таблица 31

**Распределение ассортимента видов рода *Celtis* L.
по агролесомелиоративным районам (АЛМР)**

Номер АЛМР	Название АЛМР	Рекомендуемый вид каркаса
16.	Волго-Донской сухостепной	Западный, сетчатый, толстолистный
17.	Волго-Уральский сухостепной	
19.	Ергенинско-Сарпинский полупустынный	Западный, сетчатый, толстолистный, Бунге, южный, кавказский
20.	Волго-Уральский полупустынный	Западный, сетчатый, толстолистный, южный, кавказский, Бунге

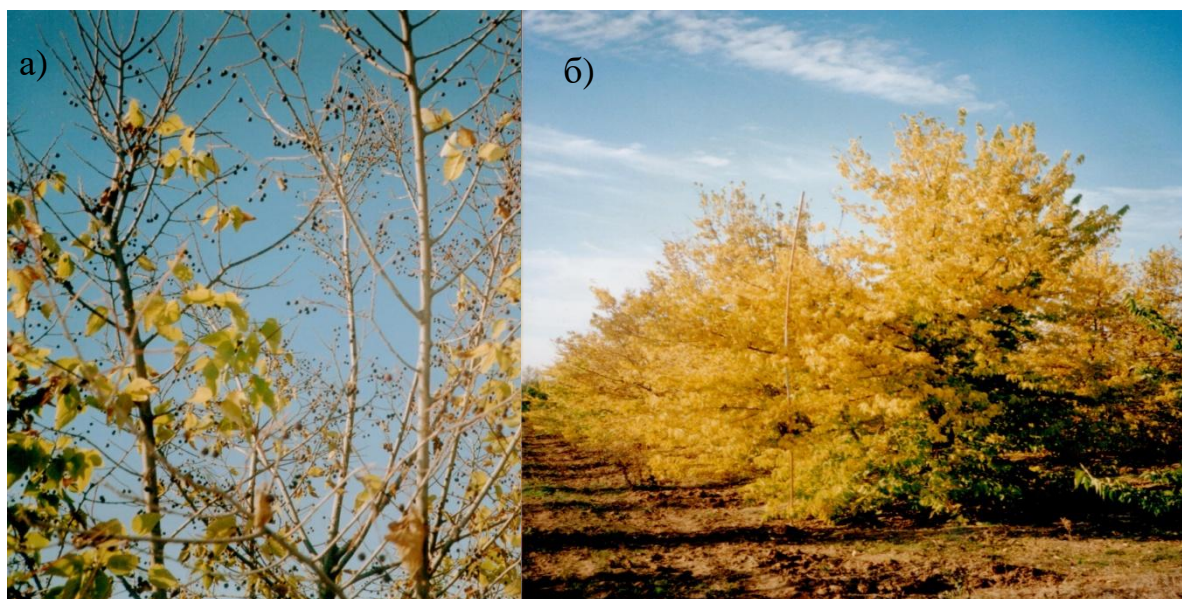


Рис. 29. Осенняя раскраска плодов (а) и листьев (б) у *Celtis occidentalis* L. рекомендуемого для ремиз и озеленения

Каркас кавказский особых декоративных качеств не имеет, ценится как особо засухоустойчивая порода. В условиях Нижнего Поволжья в суровые зимы могут подмерзнуть кончики побегов, пригоден для укрепления склонов, откосов оврагов и балок. Каркасы южный и кавказский имеют очень мощную корневую сис-

тому, распространяющуюся во все стороны и на большую глубину, дают обильные и сильные корневые отпрыски [57].

Каркас западный, как наиболее зимостойкий вид, рекомендуется для лесоразведения в сухой степи, также широко может быть применен при формировании зеленых зон пригородных ландшафтов в богарных условиях (табл. 32).

Таблица 32

Виды *Celtis L.* для лесомелиоративных насаждений

Насаждения	Вид <i>Celtis</i>					
	южный	кавказский	Бунге	толстолистный	западный	сетчатый
На сельскохозяйственных землях						
<i>Полезационные насаждения</i>						
Ветроломные	+			+	+	+
Озеленительные	+	+	+	+	+	+
Стокорегулирующие	+	+	+	+	+	+
Аллеи вдоль дорог	+			+	+	+
<i>Почвозащитные насаждения</i>						
Приовражные	+	+	+	+	+	+
Прибалочные	+	+	+	+	+	+
По берегам балок и откосам оврагов	+	+	+	+	+	+
На несельскохозяйственных землях						
Техногенные земли	+	+	+	+	+	+
Государственные лесные полосы	+			+	+	+
Вдоль железных и автомобильных дорог	+			+	+	+
Зеленые зоны городов	+	+	+	+	+	+
СЗЗ промышленных предприятий	+	+	+	+	+	+

Каркас толстолистный выделяется ярко-зеленой блестящей листвой, красивой бледно-желтой осенней раскраской, оранжево-пурпурной окраской плодов, обладающий быстрым ростом в условиях орошения, пригоден для парковых и противоэрозионных насаждений. Каркас сетчатый декоративен красными шаровидными

плодами, серо-синей бороздчатой корой и широко раскидистой округлой кроной и пригоден как засухоустойчивый вид для зеленых зон пригородных ландшафтов и противоэрозионных насаждений. Каркас Бунге, как засухоустойчивый вид пригоден для лесомелиоративных целей в засушливых районах юго-востока ЕТР.

Каркас рекомендуется высаживать с такими видами, как дуб черешчатый, ясень пенсильванский, робиния лжеакация, гледичия трехколочковая, софора японская [118, 119, 219, 227]. Наши исследования показали его хороший рост совместно с кленом остролистным. Мелиоративные свойства видов определяются строением их крон и эколого-биологическими возможностями. На основании этого построено распределение по использованию каркасов в насаждениях различных типов.

Изученные виды рода каркас благодаря мощной поверхностной корневой системе и корням уходящим глубоко в почву, в условиях недостаточного увлажнения, оказались исключительно засухоустойчивыми и нетребовательными к почвенным разностям.

Внедрение каркасов в озеленительные и защитные насаждения Нижнего Поволжья улучшит их мелиоративные свойства. Раннее вступление в стадию плодоношения и возможность выращивания посадочного материала с низкими затратами указывает на целесообразность создания маточных насаждений и обогащения лесомелиоративных насаждений перспективными видами рода *Celtis* L.

8. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБОГАЩЕНИЮ ВИДАМИ РОДА *Celtis* L. ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Экономическое обоснование и разработка мероприятий по обогащению видами рода *Celtis* L. лесомелиоративных насаждений направлены на повышение биоразнообразия и базируются на выращивании и введении в культуру новых хозяйственно ценных видов, которые имеют экологическую и социальную значимость. До настоящего времени отсутствовали производственные технологии выращивания сеянцев каркасов на предприятиях лесного хозяйства в сухой степи и полупустыни [238]. Опыт выращивания сеянцев этой культуры показал, что стандартный посадочный материал возможно получать с использованием ресурсосберегающих технологий. Важной особенностью этой технологии является плановое получение сеянцев с минимальными затратами на орошение, уход. Это достигается использованием осеннего посева свежесобранными семенами, при котором всходы эффективнее используют тепловые и водные ресурсы и уже в первый год выращивания достигают стандартных размеров.

Затраты на выращивание посадочного материала складываются из стоимости семян, удобрений и ядохимикатов, подготовки их к посеву, посева, ухода за сеянцами, выкопки и временной прикопки. Разработаны технологические карты, в которые входят заготовка семян каркасов и выращивание сеянцев. Расчеты произведены на основе наших исследований по нормам высева, грунтовой всхожести и выходу посадочного материала с 1 га (табл. 33).

**Экономические показатели технологии выращивания сеянцев
разных видов каркаса по природным зонам**

Показатель	Срок посева	Ед. изм.	Природная зона и вид каркаса			
			сухая степь		полупустыня	
			западный	южный	западный	южный
Прямые затраты по заготовке и переработке семян	-	руб./га	49236,62	67806,11	49236,62	67806,11
Затраты на пополнение производственных запасов	-	руб./га	7287,13	7723,25	38087,13	38523,25
Прямые затраты по выращиванию посадочного материала	Весна	руб./га	374503,89	361675,56	486740,32	462454,19
	Осень	руб./га	380685,43	367669,79	498509,99	473867,20
Суммарные затраты на выращивание посадочного материала (на плановый выход)	Весна	руб./га	431027,63	437204,92	574064,06	568783,56
	Осень	руб./га	437209,17	443199,15	585833,73	580196,56
Выход стандартных сеянцев с 1 га	Весна	тыс. шт.	799	525	799	525
	Осень	тыс. шт.	931	653	931	653
Себестоимость 1 тыс. шт. стандартных сеянцев	Весна	руб.	539,46	832,77	718,48	1083,39
	Осень	руб.	469,61	678,72	629,24	888,51
Выручка от реализации товарной продукции с 1 га	Весна	руб./га	878900,00	577500,00	878900,00	577500,00
	Осень	руб./га	1024100,00	718300,00	1024100,00	718300,00
Прибыль на 1 га (от реализации товарной продукции)	Весна	руб./га	447872,37	140295,08	304835,94	8716,44
	Осень	руб./га	586890,83	275100,85	438266,27	138103,44
Рентабельность производства продукции	Весна	%	103,9	32,1	53,1	1,5
	Осень	%	134,2	62,1	74,8	23,8
Годовой экономический эффект осеннего посева	-	руб./га	65030,35	100590,73	83074,99	127254,03

Прямые затраты на заготовку и переработку плодов не меняются в зависимости от природных зон. Различия в стоимости заготовки семян связаны с объемами их сбора. Потребность се-

мян *Celtis australis* L. больше на 41,4 %, что отражается на их стоимости, которая составляет 67806,11 руб./га. Прямые затраты на выращивание посадочного материала в зоне полупустыни больше на 28-31 %. При весеннем посеве выход стандартных сеянцев ниже на 128 и 132 тыс. шт./га у каркасов западного и южного соответственно. Поэтому себестоимость их значительно дороже (на 14,9-22,7 %). Суммарные затраты на выращивание посадочного материала (на плановый выход) в зоне полупустыни больше на 30,1-34,0 %.

Планируемая прибыль от реализации товарной продукции с 1 га составляет для каркаса западного 304835,94-586890,83 руб., а для южного 8716,44-275100,85 руб.

Расчет условного годового экономического эффекта осеннего посева перед весенним при выращивании планового количества стандартных сеянцев каркаса проводился по формуле [11]:

$$\text{Э}_Г = (C_1 - C_2) \cdot B,$$

где $\text{Э}_Г$ – годовая сумма эффекта, руб./га; C_1 – себестоимость единицы продукции осеннего посева, руб.; C_2 – себестоимость единицы продукции весеннего посева, руб.; B – годовой объем продукции (выход стандартных сеянцев каркаса осеннего посева).

Годовая сумма эффекта осеннего посева по сравнению с весенним в зоне сухой степи для каркаса западного составила 65030,35 руб./га, а каркаса южного 100590,73 руб./га. В зоне полупустыни этот показатель выше за счет дополнительных приемов по мелиорации земель и составляет соответственно 83074,99 и 127254,03 руб./га.

Общая экономическая эффективность по своему содержанию равнозначна понятию "рентабельность", т. е. доходность, прибыльность. Проектируемая рентабельность производства продукции, найденная как отношение прибыли на единицу продукции к себестоимости производства единицы продукции, выраженное в процентах, при осеннем посеве составила 23,8 и 134,2 %, а при весеннем ниже 1,5 и 103,9 % в зависимости от вида каркаса.

Разработанные технологические приемы позволяют повысить качество посадочного материала и снизить его себестоимость. Применение осеннего посева в Нижнем Поволжье является экономически выгодным и эффективным при выращивании посадочного материала для лесомелиоративных насаждений.

Так как в засушливой зоне лесные насаждения создаются с целью мелиорации угодий и сокращения ущерба от эрозионно-дефляционных процессов и повышения продуктивности угодий, то обогащение видами рода *Celtis* L. носит и природоохранный эффект. Работы по лесовосстановлению и лесоразведению в сухой степи и полупустыни необходимо проводить регулярно, но в настоящее время объем посадок невелик. При адаптивно-ландшафтном обустройстве территории эти мероприятия требуют экономического обоснования.

При планировании этих работ особенно важно знать затраты на их проведение. Нами составлены технологические карты по созданию защитных лесных насаждений из каркаса в зонах сухой степи и полупустыни. Для каждой природной зоны рассчитаны варианты по лесоразведению (создание насаждений на целине) и лесовосстановлению (создание насаждений на вырубках). Представленная технология в целом согласуется с принятой в Агентствах лесного хозяйства Республики Калмыкия и Волгоградской обл. (табл. 34).

Расчет технологических карт позволил определить затраты в пересчете на 1 га, которые составляют: на выращивание посадочного материала каркаса 1263,20-1669,56 руб. (при густоте 2,2 тыс. шт./га), на подготовку почвы на целине – 7261,85-7431,12 руб., на вырубках – 24230,89-24606,89 руб., на посадку леса 1973,14-2140,47 руб., на уход в течение 30 лет 37469,54-52216,93 руб. (рис. 30).

Калькулирование затрат на создание лесомелиоративного насаждения и уход за ним позволяет дать точную экономическую оценку их количества и проводить плановый поиск решений по их снижению. Необходимым моментом является выявление резервов

**Затраты на работы по выращиванию 1 га
лесомелиоративных насаждений из видов рода *Celtis* L.**

Показатель	Ед. изм.	Природная зона, вид лесокультурной площади			
		сухая степь		полупустыня	
		на целине	на вырубках	на целине	на вырубках
Себестоимость 2,2 тыс. шт. семян (средняя между видами)	руб./га	1263,20	1263,20	1669,56	1669,56
Подготовка почвы	руб./га	7261,85	24230,89	7431,12	24606,89
Посадка	руб./га	1973,14	1973,14	2140,47	2140,47
Уход за насаждением:	руб./га	37469,54	37469,54	52216,93	52216,93
1 год	руб./га	4558,42	4558,42	5005,51	5005,51
2-3 год	руб./га	5495,31	5495,31	5798,78	5798,78
4-5 год	руб./га	3549,57	3549,57	3639,11	3639,11
6-30 год	руб./га	23866,24	23866,24	37773,54	37773,54
Всего затрат	руб./га	47967,72	64936,76	63458,08	80633,85

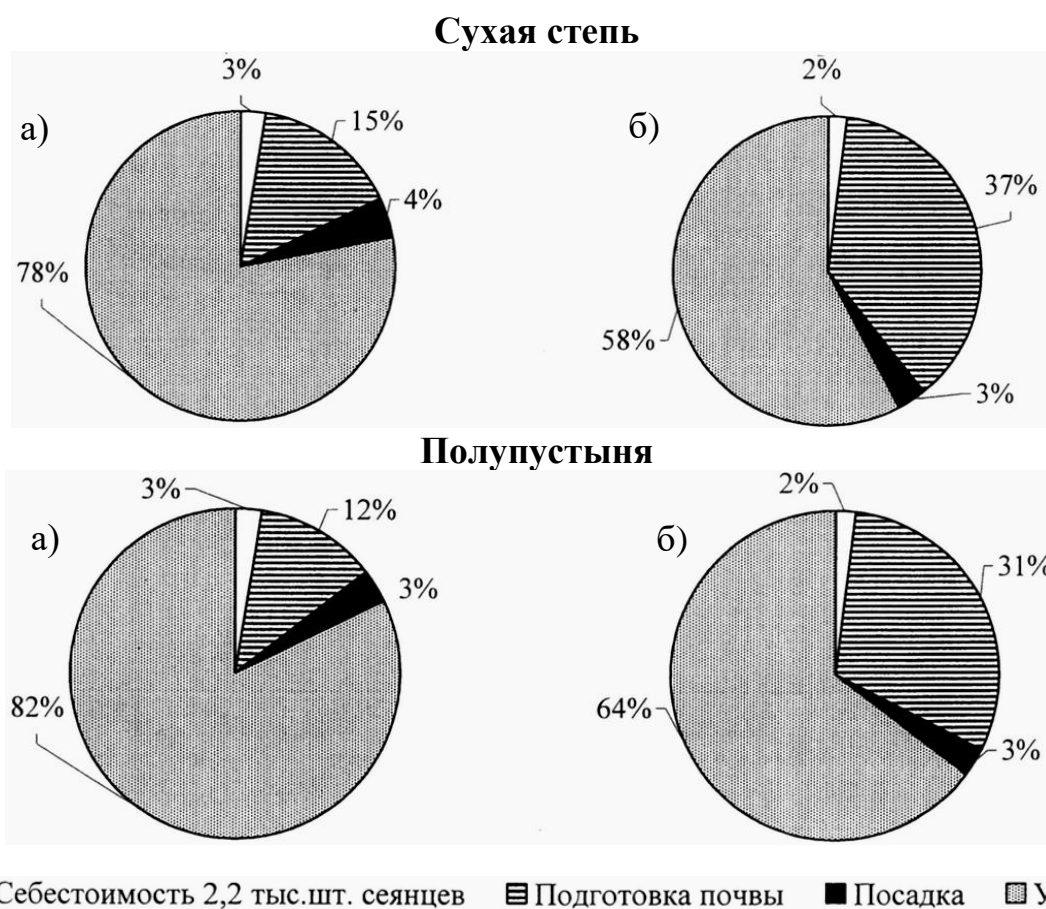


Рис. 30. Структура затрат на выращивание лесомелиоративных насаждений (а – на целине, б – на вырубках)

экономии материальных, трудовых и финансовых ресурсов. Анализ доли затрат на отдельные технологические приемы выявил наиболее дорогостоящие операции (уход за насаждениями и подготовка почвы).

При создании лесомелиоративных насаждений по целине затраты на уходы достигают 78-82 % от общей стоимости. Так же значительны затраты на подготовку почвы по вырубкам (31-37 %) за счет проведения энергоемких операций по раскорчевке и расчистке. Создание и содержание насаждений по вырубкам дороже, чем по целине на 27,1-35,4 % в зависимости от природной зоны.

Выращивание сеянцев каркаса западного рентабельнее по сравнению с южным. Рентабельность производства сеянцев этого вида составляет 74,8-134,2 % и зависит от природной зоны и сроков посева. Рентабельность производства сеянцев каркаса южного в 2-3 раза ниже – 23,8-62,1 %.

В зоне сухих степей создание и содержание в течение 30 лет 1 га защитных лесных насаждений с участием видов рода *Celtis* L. оценивается в 47967,72-64936,76 руб./га, а в полупустыне – 63458,08-80633,85 руб./га.

Анализ структуры затрат позволил выделить наиболее дорогие операции – уходы и подготовка почвы при создании насаждений на вырубках. Необходим поиск малозатратных и эффективных технологических решений для сокращения затрат на энергоемкие операции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нижнее Поволжье отличается сложными почвенно-климатическими условиями: частым повторением засух, суховеев, морозных зим, недостаточным количеством осадков, засолением и солонцеватостью почв. Эти факторы лимитируют рост и развитие лесомелиоративных насаждений и требуют тщательного подбора ассортимента древесных видов.

Установлено, что перспективными для повышения устойчивости и долговечности лесомелиоративных насаждений в регионе являются виды рода *Celtis* L. В Нижнем Поволжье интродуцировано 7 видов каркаса различного географического происхождения. Насаждения разного возраста (8, 24, 39, 68) произрастают в коллекциях Волгоградского и Камышинского дендрариев ФНЦ агроэкологии РАН и испытываются на Нижневолжской станции по селекции древесных пород и в Волгоградском лесничестве.

Каркасы в Нижнем Поволжье отличаются сравнительно хорошими таксационными показателями на светло-каштановых и каштановых почвах. Величина прироста по диаметру и проекция кроны варьируют в зависимости от схемы посадки и видовой принадлежности. Наибольших размеров высоты (5,7-8,0 м), диаметра (17-20 см) и проекции крон (7 × 6 м) достигают виды североамериканского происхождения в возрасте 40-60 лет.

Дифференцированное использование различных видов рода *Celtis* L. в зависимости от лесомелиоративного районирования базируется на соответствии биоэкологии видов факторам среды (климатическим, эдафическим, орографическим). Для повышения устойчивости и расширения биоразнообразия лесомелиоратив-

ных насаждений необходимо использовать гетерогенный материал. Высокий уровень изменчивости морфологических параметров свидетельствует о пластичности видов рода *Celtis* L., и способности изменяться под влиянием стрессовых факторов.

Фактором, ограничивающим возможность выращивания каркасов, является морозоустойчивость, это основная причина подмерзания в экстремальные годы (1968/69 и 1971/72) видов южного происхождения (каркасы южный, кавказский и Бунге). Необходимо вводить эти виды в определенные экологические ниши с учетом орографических факторов (Ергенинско-Сарпинский полупустынный, Черноземельско-Прикаспийский пустынный АМЛР ЕТР РФ).

Полученные данные по водному режиму и коллоидно-осмотическим свойствам протоплазмы позволили разделить интродуцированные виды каркасов по степени засухоустойчивости на две группы. В первую группу объединены виды, перспективные для лесомелиорации. Они имеют низкий водный дефицит (не более 20 %) и относительный выход электролитов (1,41-1,69) в условиях Нижнего Поволжья, отличаются лучшим развитием и регуляцией водного обмена. К этой группе относятся каркасы – западный, сетчатый, толстолистный.

В условиях сухой степи каркасы имеют высокую генеративную способность. Лучшие показатели имеют виды североамериканского происхождения (каркасы западный, толстолистный и сетчатый) и каркас южный, что указывает на возможность их выращивания и перспективность применения в защитном лесоразведении и озеленении засушливого региона.

Разработана технология выращивания посадочного материала для лесомелиоративных насаждений. Она обеспечивает получение стандартных сеянцев (высота 48,6-77,0 см, диаметр корневой шейки до 0,5 см) на светло-каштановых почвах в течение одного года при минимальных затратах.

Мелиоративное состояние каштановых почв Нижневолжской станции по селекции древесных пород зависит от влияния противоэрозионных лесонасаждений плотной конструкции, в состав которых введены каркас западный и южный. За 33 года жизни лесонасаждений образовалась лесная подстилка толщиной до 5 см, увеличилось содержание гумуса в 1,7 раза.

Экономическая оценка выращивания посадочного материала показала преимущество осеннего посева над весенним. В сухой степи плановая прибыль от реализации сеянцев составляет 275100,85-586890,83 руб./га, а в полупустыне – 138103,44-438266,27 руб. /га. Годовой экономический эффект равен 65030,35-127254,03 руб./га. В зоне сухих степей создание и содержание в течение 30 лет 1 га защитных лесных насаждений с участием видов рода *Celtis* L. оценивается в 47967,72-64936,76 руб. /га, а в полупустыне – 63458,08-80633,85 руб. /га.

Для применения в защитном лесоразведении и зеленом строительстве Нижнего Поволжья перспективны следующие виды: западный (*C. occidentalis* L.), сетчатый (*C. reticulata* Torr.), толстолистный (*C. crassifolia* Lam.) – для Волго-Донского и Волго-Уральского сухостепных районов; Бунге (*C. bungeana* Blume.), кавказский (*C. caucasica* Willd.), южный (*C. australis* L.) – для Ергенинско-Сарпинского и Волго-Уральского полупустынных районов.

Обогащение защитного лесоразведения Нижнего Поволжья новыми видами каркасов (западный, южный, Бунге, сетчатый, толстолистный) способствует восстановлению деградирующих компонентов ландшафтов. Введение каркасов в насаждения повысит их мелиоративные функции.

Виды рода *Celtis* L. (*C. occidentalis* L., *C. crassifolia* Lam., *C. reticulata* Torr.) в Нижнем Поволжье рекомендуются, как для полезащитных, так и смешанных овражно-балочных насаждений (с ясенем пенсильванским, кленом остролистным и боярышником однопестичным). Рекомендуемые виды рода *Celtis* L. могут при-

меняться при древесно-теневом и древесно-тенево-кустарниковом типах смешения.

Виды рода *Celtis* L. (западный, сетчатый, толстолистный, кавказский, южный) имеющие сравнительно толстый околоплодник, рекомендуется вводить в ремизные насаждения для привлечения полезной орнитофауны при реконструкции старовозрастных ильмовых насаждений.

При создании озеленительных насаждений, рекомендуется для аллей, групповых посадок и в качестве солитеров – каркасы западный, сетчатый, толстолистный. Виды каркасов – южный, Бунге и кавказский рекомендуется вводить под полог деревьев с ажурными кронами (гледичии трехколочковой, робинии лжеакации, ореха черного и др.) для формирования многоярусных ценозов. Каркас Бунге, имеющий низко опущенную крону, пригоден для создания густых непродуваемых опушек в санитарно-защитных насаждениях, а каркасы южный, кавказский и карликовый – для создания живых изгородей.

Для получения планового выхода стандартного посадочного материала каркасов при малозатратных технологиях выращивания рекомендуется посев семян проводить осенью сразу после их сбора, что позволяет увеличить грунтовую всхожесть на 13,2 % и получить более ранние всходы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаев Ю. М. Анатомические показатели засухоустойчивости каркаса // Доклады академии наук АзССР. – 1956. – Т. XII. – № 9. – С. 13-17.
2. Агамиров У. М. Новые древесные породы для озеленения Апшерона. – Баку: Элм, 1977. – 117 с.
3. Агроклиматический справочник по Волгоградской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 143 с.
4. Агролесомелиорация / Под ред. А. В. Альбенского и П. Д. Никитина. – М.: Сельхоз. лит-ра, 1956. – 744 с.
5. Альбенский А. В. Ход роста экзотов. – М.: Всесоюзный НИИ агролесомелиорации, 1939. – 47 с.
6. Альбенский А. В., Дьяченко А. Е. Разведение быстрорастущих и ценных деревьев и кустарников. – М.: Сельхозгиз, 1940. – 220 с.
7. Альбенский А. В. Отдельные гибриды деревьев селекции ВНИАЛМИ // Итоги работы института, опытных станций и пунктов. – Волгоград, 1961. – Т. 1. – Вып. 35. – С. 149-170.
8. Андронов Н. М. Деревья и кустарники дендрологического сада Ленинградской лесотехнической академии им. С. М. Кирова. – Л., 1962. – 112 с.
9. Анучин Н. П. Лесная таксация: учеб. для вузов. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 552 с.
10. Ареалы деревьев и кустарников СССР / С. Я. Соколов [и др.]. – В 3 т. – Л.: Наука, 1977. – Карта № 90.
11. Арещенко В. Д., Янушко А. Д. Экономика и организация лесохозяйственного производства Белоруссии. – Минск: Ураджай, 1972. – 168 с.
12. Архангельская Г. П. Комплексная оценка засухоустойчивости древесных растений // Агролесомелиорация: проблемы, пути их решения, перспективы: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2001. – С. 269-270.
13. Архангельская Г. П., Жукова О. И. Особенности адаптации перспективных интродуцентов в аридных условиях // Вековой опыт формирования лесных экосистем в агроландшафтах засушливого пояса России: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2003. – С. 35-40.

14. Атрохин В. Г., Калуцкий К. К., Тюриков Ф. Т. Древесные породы мира. – Т. 3: Древесные породы СССР. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 264 с.
15. Балашов П. К. Перспективность каркаса, гледичии, дуба красного и липы в условиях Камышина // Сб. науч.-исслед. работ по защитному лесоразведению. – Камышин: Камышинский лесомелиорат. оп. пункт ВНИАЛМИ, 1961. – Вып. 3. – С. 3-34.
16. Башинджакели Н. Д., Германюк В. Я. Деревья и кустарники Тбилисского ботанического сада. – Тбилиси: Мецниереба, 1971. – 170 с.
17. Беспалова А. Е. Естественное возобновление клена ясенелистного и других древесных пород в лесных полосах Калмыцкой АССР // Повышение устойчивости защитных насаждений в полупустыне: сб. науч. тр. / Лаборатория лесоведения АН СССР. – М.: Наука, 1981. – С. 160-172.
18. Бобровская Н. И. Водный режим деревьев и кустарников пустынь. – Л.: Наука, 1985. – 96 с.
19. Богун А. П. Пути повышения устойчивости вязовых насаждений сухой степи на светло-каштановых почвах Ергеней. – Волгоград, 1990. – 165 с.
20. Богун П. Ф. Лесоводственный уход в полезащитных лесополосах. – Волгоград: Нижневолж. межотраслтерритор. ЦХТИ, 1977. – Инф. лист № 194-77. – 4 с.
21. Богун П. Ф. Технология выращивания полезащитных лесных полос в Калмыцкой АССР // Полезащитное лесоразведение. – Волгоград, 1984. – Вып. 1(81). – С. 31-41.
22. Большев Н. Н. Происхождение и свойства почв полупустыни. – М.: МГУ, 1972. – 196 с.
23. Булыгин Н. Е. Дендрология: учеб. пособие для вузов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 280 с.
24. Вадюнина А. Ф. Агрофизическая и мелиоративная характеристика каштановых почв юго-востока Европейской части СССР. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 325 с.
25. Валягина-Малютина Е. Т. Деревья и кустарники зимой. Определитель древесных и кустарниковых пород по побегам и почкам в безлистном состоянии. – М.: Изд-во КМК, 2001. – 281 с.
26. Верзунов А. И., Маловик С. В., Муканов Б. М. Интродукция древесных растений и состояние защитных насаждений в Джаныбекском стационаре // Новости науки Казахстана. – Алматы, 2000. – Вып. 1. – С. 37-39.
27. Вехов Н. К. Быстрота роста экзотов в условиях степи. – М. – Л.:

Гослесбумиздат, 1949. – 84 с.

28. Винтерголлер Б. А. К биологии каркаса кавказского в Заилийском Алатау // Бюл. ГБС. – М., 1969. – Вып. 72. – С. 57-60.

29. Воинов Г. В., Кулицкий К. М. Деревья и кустарники в г. Феодосии // Бюл. ГБС. – М., 1963. – Вып. 49. – С. 22-29.

30. Воробьёв Г. И., Мухамедшин К. Д., Девяткин Л. М. Лесное хозяйство мира. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 352 с.

31. Воробьёв Д. В. Каркас и бундук // Труды Государственного заповедника Веселые Боковеньки. – Киев, 1950. – Вып. I. – С. 18-23.

32. Высоцкий Г. Н. Ергеня. Культурно-фитологический очерк // Труды Бюро по прикладной ботанике. – СПб., 1915. – 331 с.

33. Гартман Х. Т., Кестер Д. Е. Размножение садовых растений; пер. с англ. Н. А. Емельяновой, Н. С. Тарасенко. – М.: Сельхозиздат., 1963. – 471 с.

34. Гачечиладзе К. А. Новые материалы по распространенному в Грузии виду *Celtis caucasica* Willd. и его применению // Вестник Тбилисского ботан. сада. – 1949. – Вып. 58. – С. 169-189.

35. Генкель П. А. Диагностика засухоустойчивости культурных растений и способы ее повышения. – М.: АН СССР, 1956. – 69 с.

36. Генкель П. А. Физиология сельскохозяйственных растений. – В 12 т. – Т. 3: Устойчивость растительных организмов. – М.: АН СССР, 1967. – С. 87 – 265.

37. Генкель П. А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. – М.: Наука, 1982. – 280 с.

38. Голоскоков В. П. Каркас кавказский в Джунгарском Алатау // Бот. журн. – 1957. – Т. 42. – № 1. – С. 32-40.

39. Горшенин Н. М., Швиденко А. И. Лесоводство: учеб. – Львов: Львов. гос. ун-т, 1977. – 304 с.

40. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Волгоградской области в 2000 году. – Волгоград, 2001. – 197 с.

41. ГОСТ 24835-81. Саженьцы деревьев и кустарников. Технические условия. – Введ. 1981-17-06. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 20 с.

42. ГОСТ 3317-90. Сеянцы деревьев и кустарников. Технические условия. – Введ. 1990-27-03. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 44 с.

43. Грисюк Н. М. Культуры гледичии на Украине // Быстрорастущие и хозяйственно-ценные древесные породы: материалы науч.-метод. совещ. – М.: Изд-во мин-ва с.-х. СССР, 1958. – С. 286 – 297.

44. Гроздова Н. Б., Некрасов В. И., Глоба-Михайленко Д. А. Деревья,

- кустарники и лианы: Справочное пособие. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – 349 с.
45. Грудзинская, И. А. *Ulmaceae* и обоснование выделения *Celtidoideae* в самостоятельное семейство *Celtidaceae* Link // Ботан. журн. – 1967. – Т. 52. – № 12. – С. 1723-1749.
46. Грудзинская И. А. Характеристика семейств *Ulmaceae* Mirb. и *Celtidaceae* Link // Новости систематики высш. раст. – 1968. – С. 95-98.
47. Гуйджев Б. Х. Интродукция родового комплекса каркас (*Celtis* L.) в Туркменистане // Тез. доклада науч.-практ. конф. молодых ученых СНГ. – Ашгабат, 1992. – С. 97-98.
48. Гуйджев Б. Х., Севертока И. И. Интродукция видов рода *Celtis* L. в Центральный ботанический сад АНТ // Изв. АН Туркменистана. Серия биол. наук. – 1993. – № 4. – С. 3-8.
49. Гуйджев Б. Х. Биоэкологические особенности представителей рода *Celtis* L., интродуцированных в Туркменистане: автореф. дис. ... к. б. н. – Ашгабат, 1994. – 28 с.
50. Гулисашвили В. З. Горное лесоводство для условий Кавказа. – М. – Л.: Гослесбумиздат, 1956. – 355 с.
51. Гулисашвили В. З. Особенности роста древесных растений у верхнего и нижнего пределов распространения // Лесоведение. – М.: Наука, 1976. – № 3. – С. 37-43.
52. Гурский А. В. Корневые системы древесных пород на степных и пустынных почвах // Доклады ВАСХНИЛ. – 1939. – № 5-6. – С. 45-49.
53. Гурский А. В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР; Бот. ин-т им. В. Л. Комарова, АН Тадж. ССР. – М. – Л.: АН СССР, 1957. – 303 с.
54. Гусев В. И. Определитель повреждений деревьев и кустарников, применяемых в зеленом строительстве. – М.: Агропромиздат, 1989. – 9 с.
55. Деревья и кустарники Батумского ботанического сада / Д. В. Манджавидзе [и др.]. – Тбилиси: Мецниереба. – 1968. – 153 с.
56. Деревья и кустарники Батумского ботанического сада / В. Р. Папунидзе [и др.]. – Тбилиси: Мецниереба. – 1988. – С. 57-58.
57. Деревья и кустарники для защитного лесоразведения / Г. П. Озоллин [и др.]. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 152 с.
58. Деревья и кустарники Киргизии. – Фрунзе: АН КиргССР. – Вып. 2. – 1961. – С. 186-190.
59. Деревья и кустарники. Краткие итоги интродукции в Главном ботаническом саду АН СССР / И. А. Комаров [и др.]. – М.: АН СССР. – 1959. – 192 с.

60. Деревья и кустарники, культивируемые в Украинской ССР. Покрытосеменные. – Киев: Наук. думка, 1986. – 719 с.
61. Деревья и кустарники СССР. Справочник-определитель / Н. А. Бородин [и др.]. – М.: Мысль, 1966. – 637 с.
62. Деревья и кустарники Туркменского ботанического сада / Под ред. И. С. Гаевской. – Ашхабад: Ылым, 1972. – 294 с.
63. Добровольский, И. А. Дендрарий Криворожского педагогического института // Бюл. ГБС АН СССР. – 1967. – Вып. 65. – С. 8-13.
64. Долгилевич М. И. Полезащитное лесоразведение в США (обзор литературы). – Волгоград, 1974. – 16 с.
65. Древесные растения Центрального ботанического сада АН БССР / Е. З. Боборенко [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1982. – 295 с.
66. Дьяченко А. Е. Взаимоотношение пород в насаждениях Уральского стационара // Искусственные насаждения и их водный режим в зоне каштановых почв: сб. науч. тр. / Лаборатория Лесоведения АН СССР. – М.: Наука, 1966. – С. 141-185.
67. Деревья и кустарники в опытных культурах Уральского стационара / А. Е. Дьяченко [и др.] // Искусственные насаждения и их водный режим в зоне каштановых почв: сб. науч. тр. / Лаборатория Лесоведения АН СССР. – М.: Наука, 1966. – С. 44-88.
68. Дюваль-Строев М. Р. Результаты акклиматизации деревьев и кустарников в г. Краснодаре // Бюл. ГБС. – М., 1963. – Вып. 49. – С. 15-22.
69. Еремеев Г. Н. Состояние вопроса засухоустойчивости плодовых культур // Садоводство. – 1960. – № 12. – С. 12-18.
70. Еремеев Г. Н. Лабораторно-полевой метод оценки засухоустойчивости плодовых и других растений и краткие результаты его применения // Сб. науч. трудов ВАСХНИЛ. – М., 1964. – Т. 37. – С. 472-488.
71. Ерусалимский В. И. Лесоразведение в степи. – М: ВНИИЛМ, 2004. – 176 с.
72. Жизнь растений. В 6-ти томах. – Т. 5. Ч. 1. Цветковые растения / Под ред. А. Л. Тахтаджяна. – М.: Просвещение, 1980. – 430 с.
73. Жукова Л. А. Многообразие путей онтогенеза в популяциях растений // Экология. – 2001. – № 3. – С. 169-176.
74. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
75. Закорко Н. Г. Анатомические особенности черешков и узлов у представителей порядка *Urticales* в связи с их систематикой: автореф. дис.

... к. б. н. – Ленинград, 1988. – 19 с.

76. Захарченко С. А. Каркас в степном лесоразведении // Лесн. хоз-во. – 1958. – № 12. – 73 с.

77. Звиргзд А. В. Предварительная схема подготовки и посева семян деревьев и кустарников при интродукции // Бюл. ГБС. – М.: Наука, 1967. – Вып. 65. – С. 18-23.

78. Зонн С. В. Почвы // Юго-восток европейской части СССР. – М.: Наука, 1971. – С. 170-193.

79. Казьмина Н. А. Из опыта устройства дендрария в Главном ботаническом саду // Бюл. ГБС. – М., 1955. – Вып. 21. – С. 7-15.

80. Калуцкий К. К., Болотов Н. А., Михайленко Д. М. Древесные экзоты и их насаждения: Справочное издание. – М.: Агропромиздат, 1986. – 271 с.

81. Кальной П. Г. Лесной питомник: учеб. пособие. – Киев: Укр. сельхоз. академия, 1977. – 124 с.

82. Карандина С. Н., Эрперт С. Д. Влияние травяного покрова и материнского полога на рост семенного подростка клена ясенелистного // Сообщ. Лабор. Лесоведения АН СССР. – 1961. – Вып. 5. – 12 с.

83. Карандина С. Н., Эрперт С. Д. Климатическое испытание древесных пород в прикаспийской полупустыне. – М., 1972. – 128 с.

84. Карпов В. Г. О корневой конкуренции древостоя в насаждениях засушливой степи // Докл. АН СССР. – 1955. – № 3. – С. 104.

85. Карпов В. Г. О некоторых физиологических особенностях сеянцев дуба в условиях корневой конкуренции // Бот. журн. – 1956. – № 9. – С. 41.

86. Касьянов Ф. М. Богдинская научно-исследовательская агролесомелиоративная опытная станция // Агролесомелиоративные исследования. Итоги работы института, опытных станций и пунктов. – Сталинград: Сталинградское кн. из-во, 1961. – Т. II. – Вып. 35. – С. 42-64.

87. Качалов А. А. Деревья и кустарники. – М.: Лесн. пром-сть, 1969. – 408 с.

88. Качинский Н. А. О причинах массового усыхания лесных насаждений на Юго-Востоке европейской части СССР и их восстановление // Почвоведение. – 1971. – № 3. – С. 99-114.

89. Качинский Н. А. Основные выводы из работы комплексной экспедиции МГУ 1967-1968 гг. о причинах усыхания вяза мелколистного и некоторых других пород в каштановой зоне. Приемы агротехники, обеспечивающие выращивание лесных полос в этой зоне // Полезащитное лесоразведение на каштановых почвах. – М.: МГУ, 1971. – Вып. 2. – С. 218-225.

90. Киреев А. Ф. Родная природа. – Волгоград: Нижне-Волжское изд-во, 1967. – 269 с.
91. Кичина В. В. Генетика и селекция ягодных культур. – М.: Колос, 1984. – 277 с.
92. Ключник П. И. Грибные болезни экзотов // Лесн. хоз-во. – 1950. – № 7. – С. 71-72.
93. Коверга А. С., Анисимова А. И. Деревья и кустарники для озеленения северокрымского канала, водоемов, населенных пунктов и курортов Крыма. – Симферополь: Крымиздат, 1951. – 219 с.
94. Колесников А. И. Декоративная дендрология. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 704 с.
95. Комаров В. Л. Флора Маньчжурии. Ч. 2. Избр. соч. – М. – Л.: АН СССР, 1950. – Т. 4. – 768 с.
96. Коновалов, И. Н. О физиологии морозоустойчивости интродуцируемых древесных растений // Успехи интродукции древесных растений. – М.: Наука, 1973. – С. 257-266.
97. Кормилицин А. И. Генетическое родство флор как основа подбора древесных растений для их интродукции и селекции // Труды Гос. Никитского бот. сада. – Симферополь, 1969. – Т. XI. – С. 145-164.
98. Косулина Л. Г., Луценко Э. К., Аксенова В. А. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды: учеб. пособие. – Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1993. – 240 с.
99. Краевой С. Я. Эколого-физиологические основы защитного лесоразведения в полупустыне. – М.: Наука, 1970. – 240 с.
100. Крамер П. Д., Козловский Т. Т. Физиология древесных растений / Пер. с англ. И. Г. Завадская, Д. П. Викторова, М. В. Райхинштейн. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 464 с.
101. Красавцев О. А. Переохлаждение как способ адаптации растений к отрицательным температурам // Успехи современной биологии. – 1985. – Т. 100. – Вып. 3(6). – С. 450-464.
102. Кретинин В. М. Влияние лесных полос на почвы светло-каштановой подзоны // Почвоведение. – 1967. – № 12. – С. 24-32.
103. Кретинин В. М., Дубовская Л. И. Отношение древесных пород к солонцеватости почвы // Бюл. ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1979. – Вып. 3(31). – С. 65-67.
104. Кретинин В. М., Дубовская Л. И. Отношение древесных пород к хлоридному засолению почвы // Бюллетень ВНИАЛМИ. – 1982. – Вып. 2(38).

– С. 68-71.

105. Кретинин В. М. Лесопригодность почв агролесомелиоративных районов // Лесомелиорация и ландшафт: сб. науч. тр. – Волгоград, 1993. – Вып. 1(105). – С. 50-59.

106. Кретинин В. М. Агролесомелиоративное почвоведение. Гл. 6 // Агролесомелиоративная наука в XX веке / ВНИАЛМИ. – Волгоград, 2001. – С. 224-241.

107. Кривда С. А. Природные условия и выращивание защитных лесных насаждений на юге Ергеней. – Элиста, 1964. – 43 с.

108. Крючков С. Н. Влияние биологических и экологических факторов на репродуктивное развитие плюсовых деревьев вяза и дуба в сухой степи // Бюл. ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1982. – Вып. 2 (38). – С. 22 – 25.

109. Крючков С. Н. Особенности селекционного семеноводства в лесомелиорации // Агролесомелиорация: проблемы, пути их решения, перспективы: материалы науч.-практ. конф. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2001. – С. 265-266.

110. Кулик К. Н., Свинцов И. П., Семенютина А. В. Эколого-экспериментальная интродукция хозяйственно ценных растений для агролесомелиорации // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – № 3. – С. 19-23.

111. Защитные лесные насаждения на крайнем юго-востоке и повышение их эффективности / Н. Ф. Кулик [и др.] // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1974. – С. 79-90.

112. Кулик Н. Ф. Лесомелиорация песчаных земель и их хозяйственное освоение: учеб. пособие. – Новочеркасск: НИМИ, 1987. – С. 5-23.

113. Кушниренко М. Д. Водный режим и возрастное состояние плодовых растений // Физиология зимостойкости и засухоустойчивости плодовых и винограда: сб. науч. тр. / Ин-т физиологии и биохимии растений АН Молдав. ССР. – Кишинев, 1969. – С. 3-33.

114. Методы сравнительного определения засухоустойчивости плодовых растений / М. Д. Кушниренко [и др.] // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. – Л.: Колос, 1976. – С. 87-101.

115. Лапин П. И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюл. ГБС АН СССР. – 1967. – Вып. 65. – С. 13-18.

116. Лапин П. И., Александрова М. С. О методиках коллективного изучения адаптации интродуцированных древесных растений в ботанических садах // Бюл. ГБС АН СССР. – 1982. – Вып. 125. – С. 3-6.

117. Левина Ф. Я. Растительность. Зона полупустыни // Юго-восток европейской части СССР. – М.: Наука, 1971. – С. 230-239.

118. Логгинов Б. И. Основы полезащитного лесоразведения. – Киев: УАСН, 1961. – 352 с.

119. Логгинов Б. И., Устиновская Л. Т. Выращивание высокопродуктивных лесонасаждений в степных районах СССР. – М.; ЦНИИТЭИлеспром, 1966. – 40 с.

120. Логгинов Б. И., Стройная С. А. Защитные насаждения вдоль Северо-Крымской оросительной системы. – М.; ЦБНТИ, 1973. – 32 с.

121. Лозина-Лозинская А. С. *Ulmaceae* Mirb. – Ильмовые // Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции / АН СССР, Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова. – М. – Л., 1951. – Т. 2. – С. 493-523.

122. Лозовой Д. И., Имедадзе М. Б. О двух новых вредителях семян клена и каркаса в Грузии // Вест. Тбилисск. бот. сада. – Тбилиси, 1950. – Вып. 59. – С. 134-138.

123. Лозовой Д. И. Каркас и повреждающие его насекомые в условиях Тбилиси // Сообщ. АН СССР. – 1953. – Т. XIV. – № 3. – С. 23-25.

124. Лучник З. И. Влияние различных погодных условий на перезимовку древесных растений в Алтайском крае // Научное обоснование повышения устойчивости и рационального использования продукции сибирских садов / СО ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1987. – С. 4-19.

125. Лысова Н. В. Некоторые особенности роста и развития древесных растений в сухой степи // Бюл. ГБС АН СССР. – М., 1973. – Вып. 88. – С. 8-12.

126. Лысова Н. В. Цветение и плодоношение древесных растений в условиях сухой степи // Бюл. ГБС АН СССР. – М., 1976. – Вып. 101. – С. 3-10.

127. Любимов В. Б., Зиновьев В. Г. Интродукция деревьев и кустарников в засушливые регионы. – Воронеж – Белгород: БелГУ, 2002. – 224 с.

128. Мавжудов А. А. Каркас кавказский и перспективы его культуры в Узбекистане // Узбек. биол. журн. – 1962. – № 2. – С. 34-36.

129. Мавжудов А. А. Представители рода *Celtis* L. в условиях Ташкента // Узбек. биол. журн. – 1963. – № 3. – С. 32-37.

130. Мавжудов А. А. Виды рода *Celtis* L., интродуцированные Ботаническим садом АН УзССР // Дендрология Узбекистана: сб. науч. тр. / Ботанический сад АН УзССР. – Ташкент, 1976. – Т. 7. – С. 59-125.

131. Мамаев С. А. О закономерностях внутривидовой изменчивости у древесных растений. – М., 1973. – 284 с.

132. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – М.: Наука, 1973. – 183 с.
133. Мамаев С. А., Семериков Л. Ф. Актуальные проблемы популяционной биологии растений // Экология. – 1981. – № 2. – С. 5-14.
134. Мамедова К. А. Рост и развитие некоторых видов каркаса на Апшероне // Бюл. ГБС АН РФ. – 1992. – Вып. 164. – С. 18-21.
135. Маслов Ю. М. Лесоразведение в Калмыкии на службу животноводству. – Элиста, 1970. – 112 с.
136. Маслов Ю. М. Лес в степи. Лесные насаждения для животноводства в Калмыцкой АССР. – Элиста: Калмиздат, 1979. – 91 с.
137. Маслов Ю. М. К вопросу о перспективе садоводства в Калмыкии // Биология и технология возделывания сельскохозяйственных культур в интенсивном земледелии Калмыкии. – Элиста, 1994. – С. 74-78.
138. Маслов Ю. М., Иванников В. А. Новое направление в лесоразведении на Ергенях // Научное обеспечение агропромышленного комплекса Республики Калмыкия. – Элиста: Ботхн, 1996. – Т. 1. – С. 198-201.
139. Маттис Г. Я. Об устойчивости посадочного материала к морозам в степных лесопитомниках // Бюл. ВНИАЛМИ. – 1975. – Вып. 2(18). – С. 49-52.
140. Маттис Г. Я. Байрачные леса полупустыни // Природа Волгоградской области. – Волгоград: Ниж.-Волж. кн. изд-во, 1977. – С. 99-106.
141. Маттис Г. Я., Крючков С. Н., Степанов А. М. Концепция повышения устойчивости защитных лесных насаждений в экстремальных условиях произрастания. – Волгоград, 1994. – 26 с.
142. Маттис, Г. Я. Растительные ресурсы / Г. Я. Маттис, А. В. Семенютина, С. Н. Крючков // Природные условия и ресурсы Волгоградской области. – Волгоград, 1995. – С. 179 – 199.
143. Маттис Г. Я. Перспективные породы для лесоразведения в аридных условиях // Лесное хозяйство. – 2000. – № 5. – С. 41-42.
144. Маттис Г. Я. Биология древесных пород // Агролесомелиорация в XX веке / ВНИАЛМИ. – Волгоград, 2001. – С. 266-294.
145. Маттис Г. Я. Особенности семеноводства для лесоразведения в аридной зоне. // Лесная генетика и селекция на рубеже тысячелетий: тез. докл. / Мин. природ. ресурсов, НИИЛГиС. – Воронеж, 2001. – С. 55.
146. Маттис Г. Я. Повышение устойчивости защитных лесных насаждений в экстремальных условиях произрастания // Агролесомелиорация: проблемы, пути их решения, перспективы: материалы науч.-практ. конф. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2001. – С. 263-265.

147. Маттис Г. Я. Комплексное повышение качества и эффективности искусственных лесных насаждений в аридном регионе европейской территории России // Вековой опыт формирования лесных экосистем в агроландшафтах засушливого пояса России: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2003. – С. 20-26.
148. Маттис Г. Я., Крючков С. Н. Лесоразведение в засушливых условиях. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2003. – 292 с.
149. Матюк И. С. Каркас американский – *Celtis occidentalis* L. // Советская ботаника. – 1941. – № 4. – С. 121-125.
150. Методика фенологических наблюдений в Ботанических садах СССР // Бюл. ГБС АН СССР. – 1979. – Вып. 113. – С. 3-8.
151. Методические указания по семеноведению интродуцентов. – М.: Наука, 1980. – 64 с.
152. Мигунова Е. С. Лесопригодность засоленных почв и выращивание на них защитных насаждений. – Харьков, 1975. – 20 с.
153. Мигунова Е. С. Сравнительная оценка солевыносливости деревьев и кустарников // Лесоведение. – М.: Наука, 1976. – № 3. – С. 50-56.
154. Мигунова Е. С. Лесонасаждения на засоленных почвах. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 144 с.
155. Мисник Г. Е. Сроки и характер цветения растений. – Киев, 1976. – 392 с.
156. Молчанов А. А. , Смирнов В. В. Методика изучения прироста древесных растений. – М.: Наука, 1967. – С. 59-67.
157. Мухаев Б. А. Методические указания по электрофизиологической оценке древесных растений на устойчивость к неблагоприятным условиям среды: метод. указания рекомендованы для издания метод. бюро ВНИАЛМИ 09.04.1981 г., протокол № 11. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1982. – 24 с.
158. Мухаев Б. А. Применение полимеров в агролесомелиорации. – М.: Россельхозакадемия, 1999. – 97 с.
159. Некрасов В. И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений. – М.: Наука, 1980. – 102 с.
160. Нетребенко В. Г. Состояние полезащитного лесоразведения в Краснодарском крае // Агролесомелиорация: проблемы, пути их решения, перспективы: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2001. – С. 101-103.
161. Никитин С. А. Защитные насаждения полупустыни. – М.: Наука, 1971. – 78 с.

162. Нобел П. Физиология растительной клетки. – М.: Мир, 1973 – 288 с.
163. Одум Ю. Экология: В 2-х т. Т. 1. / Пер. с англ. Ю. М. Фролов. – М.: Мир, 1986. – 328 с.
164. Озолин Г. П. Селекция ильмовых пород на устойчивость к голландской болезни // Труды СредазНИИЛХ.– Ташкент, 1958. – Вып. IV. – С. 1-84.
165. Озолин Г. П., Семенютина А. В. Результаты интродукции боярышника в Нижнем Поволжье // Бюл. ГБС. – М., 1988. – С. 36-44.
166. Оловянная И. Н., Сиземская М. Л. Влияние искусственного микрорельефа на изменение растительного покрова и свойств солончаковых солонцов // Повышение продуктивности полупустынных земель Северного Прикаспия: сб. науч. тр. – М., 1989. – С. 69-92.
167. О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР. – М.: ОГИЗ Гос. изд-во полит. лит-ры, 1948. – 47 с.
168. Павловский Е. С. Проблемы экологии полезащитных насаждений на с.-х. землях // Агролесомелиоративные насаждения, их экология и значение в лесоаграрном ландшафте. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1983. – С. 17-25.
169. Павловский Е. С. Экологические и социальные проблемы агролесомелиорации. – М.: Агропромиздат, 1988. – 178 с.
170. Павловский Е. С., Петров Н. Г., Маттис Г. Я. Концептуально-программные аспекты развития агролесомелиорации в России. – М.: Россельхозакадемия, 1995. – 70 с.
171. Пак К. П. Солонцы СССР и пути повышения их плодородия. – М.: Колос, 1975. – 384 с.
172. Паланджян В. А. Древесина кавказских представителей сем. ильмовых и перспективы ее применения в лесной промышленности Армянской ССР: автореф. дис. ... к. б. н. – Ереван, 1952. – 24 с.
173. Петров В. И. Динамика водно-солевых режимов, ландшафтные условия Прикаспия // Лесомелиорация и рациональное использование малопродуктивных земель аридной зоны. – Волгоград, 1989. – Вып. 1(56). – С. 3-9.
174. Петров В. И. Лесоаграрное освоение пустынь // Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад, 1989. – № 1. – С. 19-25.
175. Петров В. И., Зюзь Н. С. Концепция адаптивного лесоаграрного природопользования в аридной зоне (на примере Российского Прикаспия). – Волгоград, 1996. – 32 с.

176. Плоды и семена деревьев и кустарников, культивируемых в Украинской ССР / Н. А. Кохно [и др.]. – Киев: Наук. думка, 1991. – 320 с.

177. Подковыров И. Ю. Повышение эффективности ильмовых лесных насаждений в Нижнем Поволжье на основе эколого-биологической оценки видов, гибридов и форм: автореф. дис. ... к. с.-х. н. – Волгоград, 2002. – 20 с.

178. Подковыров И. Ю., Цембелев М. А. Перспективы использования каркаса западного и караганы пирамидальной в защитном лесоразведении и озеленении Нижнего Поволжья // Вековой опыт формирования лесных экосистем в агроландшафтах засушливого пояса России: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2003. – С. 92-97.

179. Практикум по росту и устойчивости растений: учеб. пособие / В. В. Полевой [и др.]. – СПб.: Изд-во СПб ун-та, 2001. – 212 с.

180. Природные условия и ресурсы Волгоградской области, 1995.

181. Пятницкий С. С. Практикум по лесной селекции: учеб. пособие. – М.: Изд-во сельхоз. лит-ры, журналов и плакатов, 1961. – 271 с.

182. Руководство по селекционному семеноводству древесных видов для защитного лесоразведения в аридных условиях европейской территории России / Г. Я. Маттис [и др.]. – М.: Россельхозакадемия, 2001. – 72 с.

183. Русанов Ф. Н. Опыт 15 лет интродукции экзотов условиях Ташкента // Труды бот. сада. – 1949. – Вып. 1. – С. 21-27.

184. Русанов Ф. Н. Новые виды боярышника, интродуцированные в Ташкент // Дендрология Узбекистана. – Ташкент, 1972. – С. 304-365.

185. Савельева Л. С. Устойчивость деревьев и кустарников в защитных лесных насаждениях. – М.: Лесн. пром-сть, 1975. – 168 с.

186. Сагалаев В. А. Флора степей и пустынь Юго-востока Европейской России, ее генезис и современное состояние: автореф. дис. ... д. б. н. – М., 2000. – 42 с.

187. Сажин А. Н. Современные климатические тенденции в Нижнем Поволжье // Природа и хозяйственная деятельность в Нижнем Поволжье: сб. науч. тр. – Волгоград, 1986. – С. 28-36.

188. Сажин А. Н. Природно-климатический потенциал Волгоградской области: научное исследование природно-климатических ресурсов области за 100-летний период. – Волгоград: изд-во Волгогр. с.-х. ин-т, 1993. – 28 с

189. Самыгин Г. А. Причина вымерзания растений. – М.: Наука, 1974. – 192 с.

190. Свешникова В. М. Водный режим растений и почв высокогорных

пустынь Памира // Труды ботан. ин-та АН ТаджССР. – 1962. – Т. 19. – С. 247.

191. Свинцов И. П. Реализация конвенции ООН по борьбе с опустыниванием // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1999. – № 3. – С. 8-9.

192. Свинцов И. П. Организация комплексных исследований борьбы с опустыниванием // Научное обеспечение устойчивого развития сельскохозяйственного производства в засушливых зонах России: сб. науч. тр. – М., 2000. – С. 562-569.

193. Семенное размножение интродуцированных древесных растений / Н. А. Бородина [и др.]. – М.: Наука, 1970. – 320 с.

194. Семенютина А. В. О засухоустойчивости различных видов боярышников в Нижнем Поволжье // Бюл. ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1979. – Вып. 3(31). – С. 23-24.

195. Семенютина А. В. Интродукционные ресурсы и повышение биологического разнообразия культур фитоценозов // Проблемы сохранения биоразнообразия аридных регионов России: матер. межд. науч.-практ. конф. – Волгоград, 1998. – С. 203-205.

196. Рекомендации по обогащению агролесомелиоративных комплексов кустарниками многоцелевого назначения / А. В. Семенютина [и др.]. – М., 1999. – 62 с.

197. Семенютина, А. В. Ассортимент деревьев и кустарников для мелиорации агро- и урболандшафтов засушливой зоны: науч.-метод. рек.; ВНИАЛМИ, РАСХН. – М., Волгоград, 2002. – 60 с.

198. Семенютина А. В. Интродукционная оптимизация и повышение уровня биологического разнообразия дендрофлоры агроландшафтов // Агроэкологическая оптимизация земледелия: сб. Международ. науч.-практ. конф, посвященный 75-летию Россельхозакадемии и 100-летию со дня рождения С. С. Соболева. – Курск, 2004. – С. 117-120.

199. Семенютина А. В., Цембелев М. А. Изменчивость каркаса западного в искусственных популяциях // Роль науки в развитии АПК: материалы науч.-практ. конф. – Пенза: Пензенск. гос. с.-х. акад, 2005. – С. 215-217.

200. Семенютина А. В., Храповицкий С. С. Интродукция древесных видов для оптимизации лесных мелиораций степной зоны // Защитное лесоразведение в среднем Поволжье: материалы. Всерос. науч.-практ. конф. посвящ. 75-летию Поволжской агролесомелиоративной опытной станции. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2005. – С. 117-126.

201. Семенютина А. В. Лесомелиорация и обогащение дендрофлоры

аридных регионов России: автореф. дис. ... д. с.-х. н. – Волгоград, 2005. – 46 с.

202. Сергеев Л. И. Морфо-физиологические исследования зимостойкости древесных растений // Физиология зимостойкости древесных растений: сб. науч. тр. / Ин-т биологии Башкирск. филиал АН СССР. – М.: Наука, 1964. – С. 5-20.

203. Сергеев Л. И. Биологические ритмы и зимостойкость древесных растений // Физиология и биохимия древесных растений. – Уфа, 1974. – С. 3-13.

204. Сироткина Р. Г. Семейство ильмовых. Интродуцированные деревья и кустарники Белорусской ССР. – Минск: Ин-т биологии АН БССР, 1960. – 26 с.

205. Смирнов И. А. Интродукция древесных пород в пустынной зоне. – Алма-Ата: Кайнар, 1972. – 144 с.

206. Смирнов И. А. Ритм развития и устойчивость древесных растений к низким температурам // Бюл. ГБС. – 1985. – Вып. 136. – С. 21-25.

207. Смирнова Н. Г. Рентгенографическое изучение семян лиственных древесных растений. – М.: Наука, 1978. – 143 с.

208. Смирнова О. В., Бобровский М. В. Онтогенез дерева и его отражение в структуре и динамике растительного и почвенного покрова // Экология. – 2001. – № 3. – С. 177-181.

209. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Волгоградская, Ростовская, Астраханская области, Краснодарский и Ставропольский края, Калмыцкая, Кабардино-Балкарская, Чечено-Ингушская и Северо-осетинская АССР. Ч. 2. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 492 с.

210. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Волгоградская, Ростовская, Астраханская области, Краснодарский и Ставропольский края, Калмыцкая, Кабардино-Балкарская, Чечено-Ингушская и Северо-осетинская АССР. Ч. 3. Ветер. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 331 с.

211. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Волгоградская, Ростовская, Астраханская области, Краснодарский и Ставропольский края, Калмыцкая, Кабардино-Балкарская, Чечено-Ингушская и Северо-осетинская АССР. Ч. 4. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 356 с.

212. Справочник по лесосеменному делу / Под ред. А. И. Новосельцевой. – М.: Лесная пром-ть, 1978. – 336 с.

213. Субрегиональная национальная программа действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) для Юго-востока европейской части Российской Федерации.

ской Федерации. – Волгоград, 1999. – 313 с.

214. Сукачев В. А. Дендрология с основами лесной геоботаники: учеб. – Л.: Гослестехиздат, 1934. – 614 с.

215. Съедобные целебные растения Кавказа: справочник / Г. И. Молчанов [и др.]. – Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1989. – 464 с.

216. Ташнинова Л. Н. Освоение почв пониженной лесопригодности в зоне сухих степей Калмыкии // Тез. докл. науч. конф., посв. 100-летию плана В. В. Докучаева по борьбе с засухой и преобразования степей России. – Новосибирск, 1992. – 164 с.

217. Ташнинова Л. Н., Химица Е. Г., Богун А. П. Биоэкологические условия роста защитных лесонасаждений на юге Ергеней. – Элиста: Джангар, 1998. – 106 с.

218. Термена Б. К., Выклюк М. И., Горук О. И. О сезонном развитии древесных растений в связи с их адаптационными возможностями // Бюл. ГБС. – М.: Наука, 1984. – Вып. 130. – С. 23-29.

219. Технические указания по созданию защитных лесонасаждений в тяжелых лесорастительных условиях из наиболее устойчивых и долговечных пород / Н. Т. Макарычев [и др.]. – М.: Транспорт, 1993. – 48 с.

220. Ткаченко В. И. Деревья и кустарники североамериканской флоры в условиях Ботанического сада города Фрунзе. – Фрунзе: изд. Киргиз. ССР, 1960. – 132 с.

221. Топографическая карта. Атлас Волгоградской области. М 1:200 000 / Военно-топографическое управление Генерального штаба, 1997. – С. 66-67.

222. Троицкая О. В. Растительность Грузии как естественно-производственная сила // Труды по приклад. ботанике, генетике и селекции. – 1929-30. – Т. XXII. – Вып. V. – С. 14-19.

223. Туманов И. И. Зимостойкость растений / Ин-т растениеводства – М. – Л., 1931. – 117 с.

224. Туманов И. И. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1940. – 365 с.

225. Туманов И. И. Физиология закаливания и морозостойкости растений. – М.: Наука, 1979. – 352 с.

226. Устиновская Л. Т. Лесонасаждения в степи. – М.: Лесн. пром-сть., 1969. – 134 с.

227. Устиновская Л. Т. Степное лесоразведение. – М.: Лесн. пром-сть., 1979. – 288 с.

228. Цельникер Ю. Л. Водный режим листьев дуба и ясеня пушисто-

го в Деркульской степи и влияние на него полива // Труды Ин-та леса АН СССР. – 1955. – № 27.

229. Цельникер Ю. Л. Пути приспособления древесных пород к перенесению засухи в условиях степи // Физиология устойчивости растений. – М.: АН СССР, 1960. – С. 450-454.

230. Цембелев М. А. Перспективы селекции каркаса западного и караганы пирамидальной формы в защитном лесоразведении и озеленении // Повышение устойчивости биоресурсов на адаптивно-ландшафтной основе: материалы Международ. науч.-практ. конф. (25-26 июн. 2003 г.). – Оренбург: Оренбург. гос. аграрный ун-т, 2003. – Ч. 2. – С. 216-219.

231. Цембелев М. А. Адаптивные способности видов каркаса для защитного лесоразведения // Агроэкологическая оптимизация земледелия: сб. докладов междунар. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию Россельхозакадемии и 100-летию со дня рождения С. С. Соболева, 14-16 сент. 2004 г. – Курск: Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии РАСХН, 2004. – С. 121-123.

232. Цембелев М. А. Интродукция видов рода каркас в Нижнем Поволжье // Оптимизация агроландшафтов, проблемы и перспективы развития агролесомелиорации и защитного лесоразведения: материалы науч.-практ. конф., Волгоград, 30 нояб. 2004 г. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. – С. 168-172.

233. Цембелев, М. А. Обогащение защитных лесонасаждений видами рода *Celtis* L. // Состояние и перспективы развития земледелия, агролесомелиорации и экономики землепользования в АПК ЦЧЗ: материалы Региональной конф. (28-30 июн. 2004 г.) / НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева. – Каменная степь – СПб, 2004. – С. 59-61.

234. Цембелев М. А. Оптимизация агроэкологической эффективности защитных лесонасаждений в Нижнем Поволжье // Инновационные технологии XXI века для рационального природопользования, экологии и устойчивого развития: материалы форума / Неправительственный экологический фонд им. В. И. Вернадского. – М.: Ноосфера, 2004. – С. 335-336.

235. Цембелев М. А. Устойчивость видов каркаса в Нижнем Поволжье // Известия Оренбург. гос. аграрного ун-та. – 2004. – № 3. – С. 72-73.

236. Цембелев М. А. Интродукция видов рода каркас для защитного лесоразведения и озеленения // Оптимизация ландшафтов зональных и нарушенных земель: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Воронеж, 22-24 сент. 2004 г. – Воронеж: Воронеж. гос. лесотехн. акад., 2005. – С. 84-85.

237. Цембелев М. А. Новые перспективные древесные виды для озе-

ления Калмыкии // Экология и экономика: материалы круглого стола, г. Волгоград, 30 март. 2005 г. – Волгоград: ВолГУ, 2005. – С. 147-150.

238. Цембелев М. А. Технологические приемы выращивания стандартного посадочного материала в сухой степи // Актуальные проблемы развития АПК: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию Победы в ВОВ (19-21 апр. 2005 г.). – Волгоград: Волгогр. гос. с.-х. акад, 2005. – С. 132-134.

239. Черепанов С. К. Сосудистые растения СССР. – Л.: Наука, 1981. – 510 с.

240. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и семья-95, 1995. – 990 с.

241. Черняк В. В. Анатомо-морфологические особенности строения репродуктивных органов представителей семейств *Ulmaceae* Mirb. и *Celtidaceae* Link: автореф. дис. ... к. б. н. – Ленинград, 1977. – 17 с.

242. Хижняк Н. И., Семенютина А. В. Деревья и кустарники Волгоградского дендрария ВНИАЛМИ. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1984. – 48 с.

243. Хижняк Н. И., Семенютина А. В., Мухаев Б. А. Деревья и кустарники дендрария Поволжской АГЛОС Куйбышевской области. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1984. – 40 с.

244. Холявко В. С., Глоба-Михайленко Д. А. Дендрология и основы зеленого строительства: учебник. – М.: Высш. школа, 1976. – 238 с.

245. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР. – М.: Колос, 1967. – 335 с.

246. Шемберг М. А. Береза каменная (систематика, география, изменчивость). – Новосибирск: Наука, 1986. – 175 с.

247. Шутилов В. А. Список растений Камышинского дендрария ВНИАЛМИ. – Камышин: ВНИАЛМИ, 1984. – 38 с.

248. Шутилов В. А. Полувековой опыт фенологических наблюдений в Камышинском дендрарии ВНИАЛМИ // Вековой опыт формирования лесных экосистем в агроландшафтах засушливого пояса России: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2003. – С. 86-92.

249. Эсау К. Анатомия растений. – М., 1969. – 564 с.

250. Якубов Т. Ф. Песчаные пустыни и полупустыни Северного Прикаспия. – М.: АН СССР, 1955. – С. 120-150.

251. Якушина Н. И. Физиология растений: учеб. пособие. – М.: Просвещение, 1993. – 335 с.

252. Ярошенко Г. Д., Таирян Н. А. Результаты опытов интродукции некоторых древесных и кустарниковых пород в Ботаническом саду // Бюл. Бот. сада АН АрмССР. – 1948. – № 5. – С. 9-15.

253. Albertson F. W., Weaver J. E. Injury and death or recovery of trees in prairie climate // Ecological Monographs. – 1945. – N. 15. – P. 393-433.

254. Bonner F. T. *Celtis* L. Hackberry. In: Schopmeyer, C. S., technical coordinator. Seeds of woody plants in the United States / U. S. Department of Agriculture, Forest Service: Agric. Handb. 450. – Washington, 1974. – P. 298-300.

255. Burlison V. H. Trees against the wind. PNW Bulletin. – 1975. – N. 5, January. – 47 p.

256. Cross J. M. Windbreaks for beefsteaks // Soil Conservation. – 1974. – V. 39. – N. 9. – P. 18-19.

257. Dittberner Phillip L., Olson Michael R. The plant information network (PIN) data base: Colorado, Montana, North Dakota, Utah, and Wyoming. FWS/OBS-83/86. / U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. – Washington, 1983. – 786 p.

258. Eyre F. H. Forest cover types of the United States and Canada. – Washington, DC: Society of American Foresters, 1980. – 148 p.

259. Ferber A. E. Windbreak plantings continue as farmers profit from shelterbelt experience // Soil Conservation. – 1969. – V. 35. – N. 3. – P. 51-54.

260. Ferber A. E. Windbreaks for conservation U. S. Department of agriculture soil conservation service. Agriculture information bulletin. – 1969. – N. 339. – 30 p.

261. George Ernest J. Thirty-one-year results in growing shelterbelts on the Northern Great Plains. Circular N. 924 / Ernest J. George; U. S. Department of Agriculture. – Washington, 1953. – 57 p.

262. Harlow W. M., Harrar E. S. Textbook of dendrology. Coverin the important Forest Trees of the United States and Canada. – New York, Toronto, London: Third Edition, 1950. – 555 p.

263. Harrison L. C., Weiser C. J., Burke M. J. Environmental and seasonal factors afferting the frost-induced stage of cold acclimation in *Cornus Stolonifera* Michx // Plant Physiol. – 1978. – V. 62. – № 6. – 246 p.

264. Haverbeke, D. F., Chesnin L., Miller D. R. Feedlot waste runoff and mortality of windbreak trees // Journal of Soil and water conservation. – 1976. – V. 31. – N. 1. – P. 14-17.

265. Hepting George H. Diseases of forest and shade trees of the United States. U. S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 386. Washing-

ton, 1971. – 657 p.

266. Hosie R. C. Native trees of Canada. 7th ed. – Ottawa: Canadian Forestry Service, Department of Fisheries and Forestry, 1969. – 380 p.

267. Hosie R. C. Native trees of Canada. 7th ed. Canadian Forestry Service, Department of the Environment. – Montreal, 1975. – 380 p.

268. Johnston Barry C. Plant associations of Region Two: Potential plant communities of Wyoming, South Dakota, Nebraska, Colorado, and Kansas. 4th ed. R2-ECOL-87-2. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Region. – Lakewood, 1987. – 429 p.

269. Krajicek John E. Silvical characteristics of hackberry. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Central States Forest Experiment Station. – Misc. Release 31. [St. Paul, MN], 1958. – 11 p.

270. Krajicek John E. Hackberry (*Celtis occidentalis* L.) // In Silvics of forest trees of the United States: Agriculture Handbook 271 / H. A. Fowells, comp. U. S. Department of Agriculture. – Washington, 1965. – P. 140-143.

271. Little, Elbert L. Checklist of United States trees (native and naturalized) / Elbert L. Little; U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 541. – Washington, 1979. – 375 p.

272. Myers Charles C., Buchman Roland G. Manager's handbook for elm-ash-cottonwood in the North Central States. Gen. Tech. Rep. NC-98. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station. – St. Paul, 1984. – 11 p.

273. Pinchot Gifford. Hackberry (*Celtis occidentalis*). Circular 75. / U. S. Department of Agriculture, Forest Service. – Wahsington, 1907. – 3 p.

274. Quam V. C., Herman D. E., Behrens E. Common hackberry – *Celtis occidentalis* // Trees and shrubs of North Dakota. – 1991. – July. – P. 10.

275. Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America. – New York: The Macmillan Company, 1949. – 996 p.

276. Reichman O. J. Forests // In: Konza Prairie: A tallgrass natural history / University of Kansas. – Lawrence KS, 1987. – P. 115-124.

277. Sanser D. H. Soil Water and Tree Growth in a Great Plains Windbreak // Soil science. – 1970. – V. 110. – N. 2. – P. 128-135.

278. Schroeder W. R., Walker D. S. Establishment of a hackberry provenance test // 1993 Report of the PFFPA Shelterbelt Center. – Indian Head, Saskatchewan, 1993. – P. 7-8.

279. Stickney Peter F. Seral origin of species originating in northern Rocky Mountain forests / U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain

Research Station, Fire Sciences Laboratory. – Missoula, 1989. – 10 p.

280. Thornburg Ashley A. Plant materials for use on surface-mined lands / U. S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. – Washington, 1982. – 88 p.

281. Tree planting specifications. U. S. Department of Agriculture soil Conservation service. – Nebraska Publication, 1974. – January. – 15 p.

282. Trees and shrubs for wind breaks // Gardeners chronicle the horticultural trade journal. – 1970. – V. 168. – N. 6. – P. 19.

283. Watt G. A. Dictionary of the economic products of India. – London-Calcutta, 1892. – V. 6. – 1 p.

284. Welker B. Windbreaks for Iowa farms // Wallaces Farmer. – 1973. – V. 98. – N. 5. – P. 34.

285. Wright Y. W. Introduction to Forest right. – New York; San Francisco; London, 1976. – P. 313-357.

286. Molecular phylogenetics and character evolution of Cannabaceae / M.-Q. Yang [et al.] // Taxon. – 2013. – V. 62. – N. 3. – P. 473-485.

ПРИЛОЖЕНИЕ

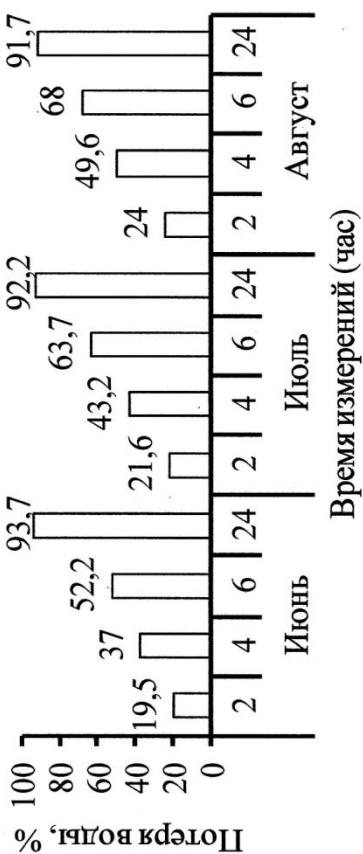
Основные климатические показатели подзон

Метеорологический показатель	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<i>Подзона сухих степей</i>													
Среднемесячная температура воздуха, °С	-9,0	-8,5	-2,0	8,0	16,5	21,0	24,0	22,5	15,5	7,5	0,5	-6,0	7,5
Влажность воздуха, %	85,0	85,0	84,0	65,0	56,0	49,0	47,0	51,0	57,0	71,0	82,0	86,0	68,0
Осадки, мм	24,0	18,0	18,0	18,0	30,0	32,0	30,0	27,0	24,0	24,0	27,0	27,0	299,0
Абсолютные минимумы температуры воздуха, °С	-35,0	-31,0	-26,0	-14,0	-4,0	4,0	9,0	6,0	-2,0	-14,0	-25,0	-31,0	-35,0
Абсолютные максимумы температуры воздуха, °С	11,0	10,0	23,0	31,0	35,0	40,0	42,0	43,0	36,0	32,0	22,0	12,0	43,0
<i>Зона полупустыни</i>													
Среднемесячная температура воздуха, °С	-10,6	-8,4	-3,3	10,3	17,8	23,7	25,8	24,7	16,7	8,8	-0,5	-6,2	8,2
Влажность воздуха, %	86,0	85,0	82,0	62,0	52,0	47,0	44,0	48,0	54,0	71,0	82,0	86,0	66,0
Осадки, мм	24,0	15,0	17,0	15,0	19,0	24,0	25,0	24,0	17,0	22,0	19,0	22,0	243,0

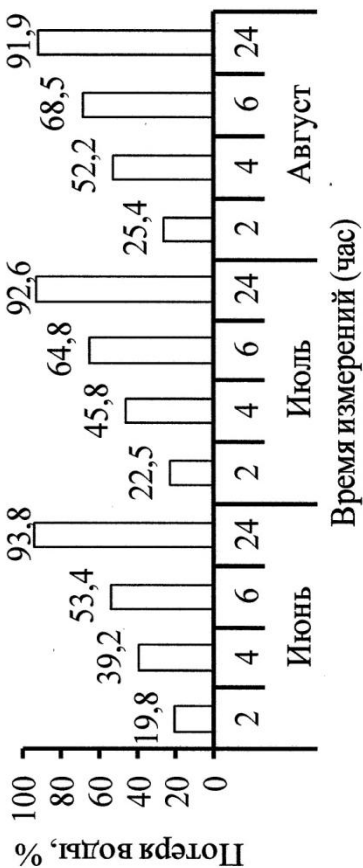
Характеристика лесопригодности зональных почв [105]

Зона	Группа лесопригодности	Почвы
Степная	I. Вполне удовлетворительно лесопригодные	Черноземы обыкновенные и южные средне и маломощные, включая мигцеллярно-карбонатные слабоэродированные и слабосолонцеватые
	II. Удовлетворительно лесопригодные	Те же почвы средне- и сильноэродированные солонцеватые с участием средних и мелких солонцов до 10 %
	III. Условно лесопригодные	Те же почвы очень сильно эродированные, с участием средних и мелких солонцов до 25 %
	IV. Нелесопригодные	Те же почвы с участием солонцов свыше 25 %
Сухостепная	I. Вполне удовлетворительно лесопригодные	Темно-каштановые и каштановые несолонцеватые и слабосолонцеватые, глубокозасоленные в комплексе с солонцами до 5 %
	II. Удовлетворительно лесопригодные	Те же почвы солонцеватые слабоэродированные средnezасоленные в комплексе с солонцами до 15 %
	III. Условно лесопригодные	Те же почвы эродированные, солонцеватые и засоленные в комплексе с солонцами до 25 %
	IV. Нелесопригодные	Те же, в комплексе с солонцами свыше 25%
Полупустынная	I. Вполне удовлетворительно лесопригодные	Светло-каштановые несолонцеватые и слабосолонцеватые, глубокозасоленные с участием солонцов до 5 %
	II. Удовлетворительно лесопригодные	Те же почвы слабо- и среднеэродированные, слабо- и среднесолонцеватые, средне-засоленные с участием солонцов до 10 %
	III. Условно лесопригодные	Те же почвы эродированные, средне- и сильносолонцеватые, засоленные с участием солонцов до 25 %
	IV. Нелесопригодные без коренных мелиораций	Те же, в комплексе с солонцами свыше 25%

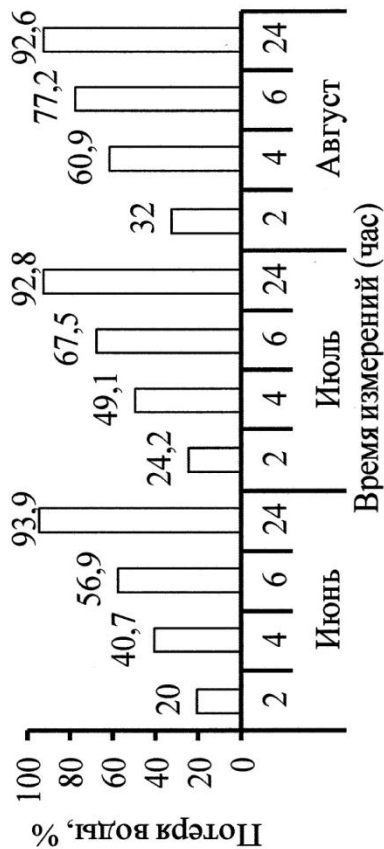
Вододерживающая способность изолированных листьев видов рода *Celtis* L.



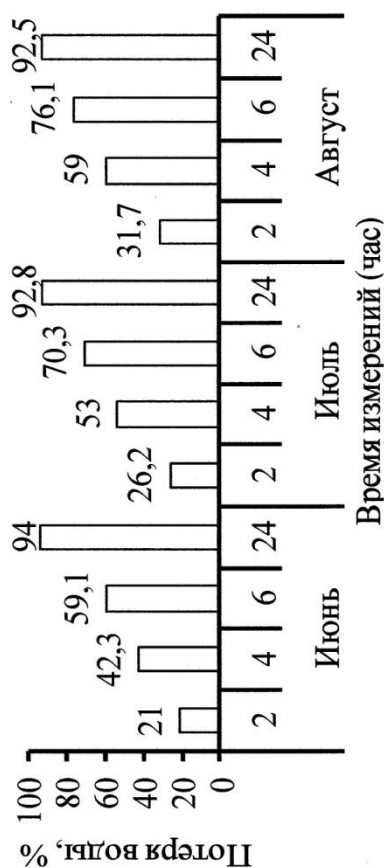
Каркас южный, 32 года



Каркас западный, 39 лет



Каркас южный, 7 лет



Каркас западный, 8 лет

Изменчивость морфологических признаков плодов и семян каркасов

Вид <i>Celtis</i> :	Возраст, лет	Размер плода, мм				Длина плодоножки, см			Размеры семян, мм			
		длина		ширина		плодоножки, см	длина	ширина		с.в., %	с.в., %	
		X ± s	с.в., %	X ± s	с.в., %			X ± s	с.в., %			
<i>Камышинский дендрарий</i>												
<i>australis</i>	68	9,4±0,04	4,2	9,0±0,02	2,6	2,0±0,02	12,2	6,7±0,03	4,3	6,4±0,04	5,7	
<i>caucasica</i>	15	8,1±0,02	3,0	8,1±0,03	3,6	2,3±0,02	8,8	6,0±0,03	5,0	5,9±0,03	5,1	
<i>bungeana</i>	24	7,1±0,02	3,1	6,7±0,01	1,8	1,0±0,01	14,3	5,1±0,02	3,6	4,7±0,02	4,1	
<i>crassifolia</i>	51	8,9±0,02	2,4	8,6±0,03	3,1	2,1±0,04	8,7	6,3±0,02	3,6	5,9±0,01	1,4	
<i>occidentalis</i>	68	7,8±0,02	3,2	7,6±0,04	4,7	1,1±0,02	14,8	4,9±0,01	2,6	4,8±0,01	3,1	
	66	8,1±0,02	1,9	7,4±0,03	4,2	1,6±0,02	11,6	5,7±0,03	5,3	5,2±0,02	3,9	
	47	8,5±0,03	3,9	8,0±0,03	3,3	1,5±0,01	6,0	6,1±0,03	4,4	5,7±0,03	5,3	
<i>Волгоградский дендрарий</i>												
<i>australis</i>	32	9,0±0,01	1,4	8,8±0,02	2,4	1,9±0,02	12,0	6,6±0,03	4,7	6,1±0,02	3,9	
<i>occidentalis</i>	39	8,7±0,03	3,8	7,8±0,03	4,0	1,5±0,01	7,8	6,4±0,03	4,3	5,3±0,03	6,0	
<i>Коллекционный участок Кировского лесничества Волгоградского лесничества</i>												
<i>australis</i>	7	8,1±0,02	2,1	7,5±0,03	3,7	1,5±0,02	11,7	6,4±0,03	5,5	5,1±0,01	1,9	
<i>occidentalis</i>	8	7,5±0,03	4,4	6,8±0,02	3,3	1,2±0,02	13,9	5,8±0,04	6,5	5,1±0,02	3,3	

**Изменчивость морфологических признаков листьев
ростовых побегов североамериканских видов каркаса**

Признак	Виды рода <i>Celtis</i> L.					
	карликовый		сетчатый		толстолистный	
	\lim $X \pm s$	с. v., %	\lim $X \pm s$	с. v., %	\lim $X \pm s$	с. v., %
Длина черешка, мм (I)	$\frac{4-6}{4 \pm 0,01}$	12,6	$\frac{6-15}{10 \pm 0,02}$	24,7	$\frac{4-17}{12 \pm 0,01}$	22,4
Длина листа, мм (A)	$\frac{26-42}{35 \pm 0,01}$	11,0	$\frac{73-137}{105 \pm 0,11}$	15,7	$\frac{59-121}{94 \pm 0,04}$	13,8
Ширина листа, мм (B)	$\frac{13-23}{19 \pm 0,01}$	11,7	$\frac{36-90}{61 \pm 0,09}$	21,5	$\frac{32-65}{50 \pm 0,03}$	17,9
Расстояние от осно- вания до широкой части, мм (D)	$\frac{7-19}{1,2 \pm 0,01}$	24,4	$\frac{24-51}{3,9 \pm 0,05}$	20,4	$\frac{21-51}{37 \pm 0,02}$	19,1
Верхний угол листа, град. (W)	$\frac{46-89}{56,3 \pm 0,28}$	14,8	$\frac{49-79}{61,8 \pm 0,55}$	13,4	$\frac{43-89}{60,9 \pm 0,33}$	16,4
Нижний больший угол, град. (H ₁)	$\frac{79-144}{119 \pm 0,49}$	12,3	$\frac{121-153}{139,1 \pm 0,62}$	6,7	$\frac{101-160}{137,3 \pm 0,43}$	9,3
Нижний меньший угол, град. (H ₂)	$\frac{73-124}{103,9 \pm 0,46}$	13,4	$\frac{81-134}{116,5 \pm 0,86}$	11,1	$\frac{89-143}{123,5 \pm 0,41}$	10,1
Кол-во боковых жи- лок, шт. (N)	$\frac{5-8}{5,8 \pm 0,03}$	13,6	$\frac{8-13}{9,9 \pm 0,09}$	13,5	$\frac{8-14}{10,5 \pm 0,05}$	15,1
Листовой коэффици- ент (B/A)	$\frac{0,36-0,63}{0,54 \pm 0,002}$	9,6	$\frac{0,48-0,66}{0,58 \pm 0,004}$	10,2	$\frac{0,42-0,65}{0,53 \pm 0,002}$	11,5
D/A	$\frac{0,23-0,51}{0,35 \pm 0,002}$	17,0	$\frac{0,23-0,47}{0,37 \pm 0,004}$	17,1	$\frac{0,30-0,51}{0,39 \pm 0,002}$	12,8
I/A	$\frac{0,11-0,15}{0,13 \pm 0,000}$	8,2	$\frac{0,06-0,12}{0,09 \pm 0,001}$	16,6	$\frac{0,04-0,17}{0,13 \pm 0,001}$	18,4
H ₂ /H ₁	$\frac{0,67-1,03}{0,88 \pm 0,003}$	9,3	$\frac{0,61-0,96}{0,84 \pm 0,006}$	10,8	$\frac{0,77-1,25}{0,90 \pm 0,003}$	9,8

**Изменчивость морфологических признаков листьев
ростовых побегов евроазиатских видов каркаса**

Признак	Виды рода <i>Celtis</i> L.					
	Бунге		кавказский		южный	
	$\frac{\text{lim}}{X \pm s}$	с. v., %	$\frac{\text{lim}}{X \pm s}$	с. v., %	$\frac{\text{lim}}{X \pm s}$	с. v., %
Длина черешка, мм (I)	$\frac{5-10}{7 \pm 0,01}$	19,3	$\frac{6-13}{8 \pm 0,01}$	25,3	$\frac{7-12}{10 \pm 0,01}$	12,7
Длина листа, мм (A)	$\frac{30-67}{53 \pm 0,06}$	20,5	$\frac{55-105}{81 \pm 0,07}$	16,7	$\frac{52-97}{76 \pm 0,04}$	15,8
Ширина листа, мм (B)	$\frac{16-30}{25 \pm 0,02}$	15,9	$\frac{29-52}{43 \pm 0,04}$	17,0	$\frac{30-54}{40 \pm 0,02}$	17,4
Расстояние от осно- вания до широкой части, мм (D)	$\frac{9-29}{19 \pm 0,03}$	30,5	$\frac{20-42}{29 \pm 0,03}$	23,3	$\frac{19-47}{30 \pm 0,02}$	22,5
Верхний угол лис- та, град. (W)	$\frac{41-57}{48,1 \pm 0,25}$	9,4	$\frac{51-76}{61,1 \pm 0,36}$	11,7	$\frac{48-85}{63,9 \pm 0,31}$	14,6
Нижний больший угол, град. (H ₁)	$\frac{114-157}{134,6 \pm 0,74}$	9,9	$\frac{112-146}{132,5 \pm 0,45}$	6,8	$\frac{86-146}{126,4 \pm 0,39}$	9,3
Нижний меньший угол, град. (H ₂)	$\frac{76-143}{111,9 \pm 0,98}$	15,7	$\frac{73-139}{110,0 \pm 0,94}$	17,1	$\frac{79-132}{111,9 \pm 0,43}$	11,4
Кол-во боковых жилок, шт. (N)	$\frac{5-9}{6,9 \pm 0,07}$	17,6	$\frac{7-12}{9,4 \pm 0,07}$	15,9	$\frac{6-11}{8,1 \pm 0,04}$	14,8
Листовой коэффи- циент (B/A)	$\frac{0,41-0,61}{0,48 \pm 0,004}$	13,3	$\frac{0,45-0,64}{0,54 \pm 0,003}$	10,9	$\frac{0,41-0,66}{0,53 \pm 0,002}$	9,4
D/A	$\frac{0,24-0,50}{0,35 \pm 0,004}$	18,3	$\frac{0,27-0,44}{0,36 \pm 0,002}$	13,5	$\frac{0,30-0,51}{0,39 \pm 0,002}$	13,5
I/A	$\frac{0,11-0,17}{0,14 \pm 0,001}$	9,7	$\frac{0,07-0,14}{0,10 \pm 0,001}$	20,6	$\frac{0,09-0,15}{0,13 \pm 0,001}$	12,8
H ₂ /H ₁	$\frac{0,59-1,13}{0,84 \pm 0,007}$	16,1	$\frac{0,61-0,99}{0,83 \pm 0,005}$	12,9	$\frac{0,66-1,00}{0,89 \pm 0,003}$	9,3

Семенное (естественное) и вегетативное возобновление видов рода *Celtis* L. на коллекционном участке Кировского лесничества Волгоградского лесничества (а, в) и в Волгоградском дендрарии (б, г)



а)



б)



в)



г)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Современное состояние проблемы	5
1.1. Интродукция видов рода Каркас для лесомелиоративных целей..	5
1.2. Краткая характеристика рода <i>Celtis</i> L.....	11
2. Природные условия и лесомелиоративное районирование Нижего Поволжья	21
2.1. Климатические ресурсы.....	21
2.2. Почвы и их лесопригодность.....	25
2.3. Растительность и лесомелиоративное районирование.....	33
3. Рост и сезонное развитие каркасов в условиях сухой степи	38
3.1. Объекты исследований.....	38
3.2. Рост видов <i>Celtis</i> L. в насаждениях региона.....	40
3.2. Сезонная динамика роста и особенности развития.....	46
4. Отношение различных видов рода <i>Celtis</i> L. к факторам среды..	53
4.1. Водный режим видов рода <i>Celtis</i> L. в зависимости от условий произрастания.....	53
4.2. Зимостойкость видов.....	62
4.3. Толерантность видов к хлоридному засолению.....	65
4.4. Экологическая валентность родового комплекса <i>Celtis</i> L.....	67
5. Репродуктивная способность родового комплекса <i>Celtis</i> L.	72
5.1. Плодоношение в различных экологических условиях.....	72
5.2. Естественное возобновление.....	80
6. Технологические приемы размножения видов рода <i>Celtis</i> L. для лесомелиоративных целей	85
6.1. Влияние сроков посева на рост и развитие сеянцев в питомниках	85
6.2. Вегетативное размножение каркасов.....	90
6.3. Оценка стандартности сеянцев каркасов.....	91
7. Перспективы использования видов рода <i>Celtis</i> L. в лесомелио- рации и озеленении	97
8. Эколого-экономическая эффективность мероприятий по обо- гащению видами рода <i>Celtis</i> L. Лесомелиоративных насаждений.	104
Заключение	110
Литература	114
Приложения	135

*Цембелев Мерген Анатольевич,
Семенютина Александра Викторовна*

БИОЭКОЛОГИЯ ВИДОВ РОДА *CELTIS* L. В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Компьютерная верстка В. Г. Гирявенко

Подписано в печать 26.06.2019.

Формат 60×84 1/16

Объем 7,4 уч.-изд. л. Заказ 7.

Тираж 100.

400062, Волгоград, Университетский проспект, 97.
Копировально-множительное бюро ФНЦ агроэкологии РАН