

УДК 630.90:581.526.53

## УСТОЙЧИВОСТЬ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ В ЛЕСОАГРАРНЫХ ЛАНДШАФТАХ СУХОЙ СТЕПИ

<sup>1</sup>Иозус А.П., <sup>1</sup>Завьялов А.А., <sup>2</sup>Крючков С.Н.

<sup>1</sup>Камышинский технологический институт (филиал) ГОУ «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: ttp@kti.ru;

<sup>2</sup>ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», Волгоград

Важнейшим показателем жизнедеятельности растений в аридных условиях засушливого региона сухой степи является продолжительность жизни, которая определяется течением антогенеза и физиологических составляющих этого процесса. В процессе эволюции аборигенные растения выработали определенную динамику и сочетание процессов ассимиляции и диссимиляции. Продолжительность роста аборигенных видов минимально, до 35 дней, прирост побегов имеет резко выраженный пик в середине продолжения этого периода. При росте деревьев в умеренной зоне подобных пиков не отмечается. При проведении комплекса селекционных мероприятий можно значительно повысить как устойчивость, так и долговечность растений. Моделированием экстремальной обстановки путем прямого промораживания установлены критические низкие температуры для основных пород защитных лесных насаждений. Одним из основных лимитирующих факторов значительно снижающих морозоустойчивость древесных растений являются критические засухи, достаточно часто предшествующие суровым зимам. Растения не успевают подготовиться в экстремальный летний период и сильнее, чем обычно, страдают от воздействия низких зимних температур. Для повышения биологической устойчивости древесных пород лесоаграрных ландшафтов основное внимание должно отводиться селекции, направленной на выявление прошедших эволюционный процесс биотипов, высокоадаптированных к абиотическим факторам.

**Ключевые слова:** устойчивость, долговечность, защитные лесные насаждения, дуб черешчатый, ясень зеленый, клен ясенелистный, робиния лжеакация, саксаул черный

## RESISTANCE OF TREES AND SHRUBS IN FOREST-AGRARIAN LANDSCAPES OF DRY STEPPES

<sup>1</sup>Iozus A.P., <sup>1</sup>Zavyalov A.A., <sup>2</sup>Kryuchkov S.N.

<sup>1</sup>Kamyshinsky Technological Institute (branch) of the State Educational Institution «Volograd State Technical University», Kamyshin, e-mail: ttp@kti.ru;

<sup>2</sup>Federal Research Center for Agroecology, Comprehensive Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd

The most important indicator of plant life in arid conditions of arid region of the dry steppe is the life expectancy, which is determined by the course of anthogenesis and physiological components of this process. In the process of evolution, native plants have developed a certain dynamics and a combination of assimilation and dissimulation processes. The duration of growth of native species is minimal, up to 35 days, the growth of shoots has a pronounced peak in the middle of the continuation of this period. With the growth of trees in the temperate zone these peaks are not observed. When carrying out a complex of breeding activities can significantly improve both the stability and durability of plants. The critical low temperatures for the main species of protective forest plantations were established by modeling the extreme situation by direct freezing. One of the main limiting factors significantly reducing frost resistance of woody plants is a critical drought, often preceding severe winters. Plants do not have time to prepare in extreme summer and suffer more than usual from the effects of low winter temperatures. To improve the biological stability of tree species of forest-agrarian landscapes, the main attention should be paid to selection aimed at identifying biotypes that have passed the evolutionary process, highly adapted to abiotic factors.

**Keywords:** stability, durability, protective forest plantations, oak tree, green ash, maple, robinia pseudoakcation, saxaul black

Вековой опыт создания лесных насаждений в засушливых районах европейской территории России, говорит что состояние значительной части защитных лесных насаждений в регионе нельзя признать удовлетворительным. Проведенные многочисленные исследования позволили предположить, что причинами их недостаточной долговечности являются различия между видовыми потребностями в обеспечении влагой и питательными веществами

и фактическими условиями произрастания [1]. Нарушения, допущенные при составлении ассортимента, а также отклонение от научно обоснованной технологии выращивания защитных лесных насаждений в экстремальных условиях [2–4].

Экстремальные факторы по-разному влияют на жизнеспособность древесных видов. Поэтому их биологию следует учитывать при создании разнотипных защитных лесных насаждений.

Целью работы является оценка особенности роста и развития выявления механизмов эволюции и адаптации интродуцированных древесных пород в аридных условиях засушливого Нижнего Поволжья. Одновременно оценивается морозоустойчивость видов при предварительном воздействии экстремальных засушливых условий.

### Материалы и методы исследования

В конкретных почвенно-климатических условиях оценка генофонда проводится в основном на трех группах объектов: аборигенного (естественного), искусственного (защитные лесные насаждения и культуры), насаждения и культуры, заложенные для исследовательских целей представителями различных опытных и научных учреждений. Морозоустойчивость выделенных деревьев определялась по обмерзанию побегов и сохранности после исключительно суровых зим. В холодильных установках дополнительно проводилось искусственное промораживание 1–2-летних потомств с ненарушенной корневой системой. Поврежденные растения учитывались путем окрашивания тканей солями тетразолия по истечении 1–2 суток. При этом температура, при которой погибло 50% растений, считалась критической. Ткани древесных пород имеют разную физиологическую значимость. Это потребовало введения условных коэффициентов и общей их оценки в условных единицах. Значения коэффициентов: для камбия – 10, для флоэмы – 4, для ксилемы – 4, и для сердцевины – 2. В итоге давалась общая оценка в условных единицах.

### Результаты исследования и их обсуждение

В условиях Нижнего Поволжья (г. Волгоград) нами выявлено при проведении исследований в регионе, что продолжитель-

ность роста побегов у дуба составляет от 19 до 24 суток, и он приходится на начало мая (табл. 1).

Скорость роста побегов зависит от целого ряда факторов, важнейшими среди которых являются погодные условия и возраст растений. В среднем в сутки побеги дуба растут от незначительного 0,2 до 1,9 см. При этом в условиях недостатка влаги суммарная величина годичного прироста обычно невелика. Растения теряют способность к образованию нескольких приростов. По многолетним наблюдениям число дубков со вторыми побегами в 10–13-летнем возрасте составило 68%, в 36–39-летнем – 7%.

Отмечено, что в сухой степи дуб развивается по скороспелому типу с максимальными приростами в 10–15 лет (рис. 1), в отличие от его развития в естественном ареале на Украине и Северном Кавказе, когда самые большие приросты наблюдаются в возрасте 30–40 лет [5].

В процессе эволюции при дифференциации жизненных процессов устойчивость явилась основополагающим фактором.

Толерантность и гомеостаз древесных видов в аридных условиях произрастания отображает их способность сохранять климаксные функции при аддитивном воздействии экстремальных факторов. Некоторые породы, обладающие способностью хорошо переносить морозы, могут легко повреждаться высокими летними температурами. Следовательно, генетическая структура биотипа является определяющим фактором его устойчивости организмов и индивидуальна [6].

Таблица 1

Особенности роста побегов у дуба в онтогенезе в г. Волгограде

Показатели	10–13 лет			36–39 лет		
	1992	1994	1995	1992	1994	1995
Первый прирост						
Продолжительность роста, дней	19	24	20	19	22	19
Прирост, см:						
верхушечный	26,4	28,6	31,3	6,8	5,3	4,8
в т.ч. за сутки	1,3	1,2	1,6	0,3	0,2	0,3
Боковой	11,6	13,4	16,8	16,7	12,6	12,2
в т.ч. за сутки	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6
Второй прирост						
Продолжительность роста, дней	14	20	13	–	18	–
Прирост, см:				–		–
верхушечный	16,5	24,8	17,4	–	6,4	–
Боковой	10,2	11,4	10,8	–	16,8	–
Количество растений с двумя приростами, %	32	68	16	–	7	–

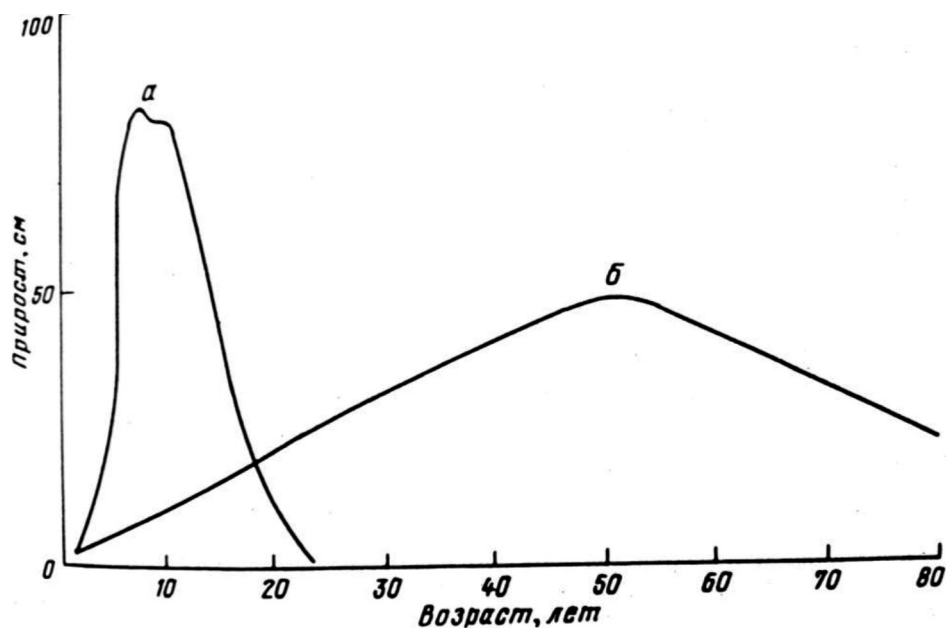


Рис. 1. Кривая прироста дуба по высоте: а) на каштановых почвах Ергеней; б) в естественных дубравах

Организм сначала приспосабливается к отдельным факторам, действующим на него, а уже затем, в процессе эволюции, к их комплексу. Селекционными мероприятиями можно изменить эффект воздействия того или иного фактора, повысить толерантность вида и биотипа и его долговечность.

Визуально физиологическое состояние дерева определяется по его кроне. В молодом возрасте кроны деревьев в основном островершинные и конусные в более старшем за счет активного роста боковых побегов. Усиленный рост верхушечного побега, образование островершинной конусовидной кроны в молодом возрасте сменяется снижением прироста верхушечного побега, возрастанием роста боковых ветвей они становятся ширококонусовидными, шаровидными и потом зонтиковидными.

Число меристемных клеток, способных к делению, увеличивается в период максимального роста, в более старшем возрасте эта способность снижается, что происходит одновременно с общим падением прироста. «Продуктивность камбия» — показатель, характеризующий способность клеток к митозу, — отношение прироста древесины по объему за год к площади поверхности камбиальной ткани [3].

Происходящие в тканях возрастные изменения вызывают падение его продуктивности.

В «период физиологической старости» дерева при частом повторении засух продуктивность камбия деградирует до состоя-

ния, когда растения не отзываются на улучшение адиотических условий [2, 3].

Отмечается быстрое прохождение онтогенеза в засушливых условиях, раннее плодоношение, старение и гибель, что может быть вызвано комплексом приспособительных реакций на резкое ухудшение гидрологических условий. Общая биологическая толерантность растения напрямую связана с его засухоустойчивостью [2–4].

Приход и расход определяет водный баланс древесных пород. Растения в процессе эволюции адаптации к почвенной засухе сокращают листовую поверхность, частично или полностью сбрасывают листву в период засухи [1, 2].

В отношении засухоустойчивости древесных видов можно предположить, что разные растения, даже одного вида не отличаются одинаковой потребностью к абиотическим факторам и под влиянием внешней среды могут в известных пределах адаптироваться [2, 6].

Одной из самых распространенных реакций растений на недостаток влаги в сухой степи является редукция листовой пластинки. Как и для всех ксерофитных растений, признаками, которые постепенно приобретаются в процессе эволюции, являются наличие водоносной и запасующей тканей, толстая кутикула, наличие в клетках слизи, масел, кристаллов, утолщение стенок эпидермиса, развитие столбчатой паренхимы, общая мелкоклеточность и плотность тканей.

В экстремальных условиях роста у листьев устойчивых древесных пород поддерживается на высоком уровне обмен веществ, увеличивается число сосудов в проводящих системах, и они значительно приближаются друг к другу собираясь в своеобразный пучок, одновременно повышается вязкость протоплазмы, что позволяет сохранять тургор и избежать ожогов у листьев дуба, вяза приземистого и граболистного, ясеня ланцетного, робинии лжеакация даже в экстремальные засухи 1972, 1975 и 2010 гг. [2].

Низкая температура – абиотический фактор, значительно снижающий долговечность защитных лесных насаждений в аридной зоне. Вымерзание корневых систем в малоснежные зимы часто приводит к гибели древесных растений [2]. Правильный подбор и районирование древесных видов в данном случае является основным мероприятием против вымерзания [7]. Необходимо подбирать древесные породы с определенным «запасом морозоустойчивости», обеспечивающим их сохранность при абсолютных минимальных температурах данного региона. Для сохранения ассортимента древесных пород в условиях минимальных температур предложено выделить температуру, при которой погибает около 50% растений, и назвать их критическими – сложное

динамическое свойство, складывающееся из многих компонентов, так как в природных условиях на растения действует много факторов во время всего периода вегетации и среди них нелегко выделить основные. В процессе селекционной оценки растений на морозоустойчивость и зимостойкость трудно выделить основные факторы среди массы влияющих на этот процесс [2, 4]. Поэтому решили моделировать экстремальную обстановку путем прямого промораживания в климакамере. Установлено, что у ясеня ланцетного и саксаула черного низкие температуры до  $-16...-18^{\circ}\text{C}$  в период зимнего покоя не вызывают отпада, частичное повреждение отмечено у дуба и робинии при температуре  $-10...-12^{\circ}\text{C}$ ; а при  $-13 -14^{\circ}\text{C}$  отпад более 50% растений, полное вымерзание наблюдалось при температурах  $-18...-19^{\circ}\text{C}$ . При температурах  $-20...-24^{\circ}\text{C}$  и ниже происходит гибель растений ясеня, клена и саксаула (табл. 2).

Морозоустойчивость достигает максимума в январе и снижается к концу зимы у ясеня ланцетного, дуба черешчатого, клена ясенелистного, робинии лжеакация, саксаула черного в течение осенне-зимнего периода является величиной непостоянной и напрямую зависит от изменения температуры воздуха и почвы (табл. 3).

**Таблица 2**

Аддитивное влияние факторов среды на морозоустойчивость древесных пород, г. Волгоград

Виды	Сохранность (%) после искусственного промораживания растений, предварительно выращенных в условиях													
	Оптима								Засухи			Засоления		
	$-8^{\circ}$	$-10^{\circ}$	$-12^{\circ}$	$-14^{\circ}$	$-16^{\circ}$	$-18^{\circ}$	$-20^{\circ}$	$-22^{\circ}$	$-8^{\circ}$	$-10^{\circ}$	$-12^{\circ}$	$-8^{\circ}$	$-10^{\circ}$	
Дуб черешчатый	100	96	50	50	30	6	0	0	64	40	18	0	0	
Ясень зеленый	100	100	100	100	100	100	100	84	100	100	100	67	9	
Клен ясенелистный	100	100	100	100	100	96	89	80	100	90	80	0	0	
Робиния лжеакация	100	91	82	43	40	0	0	0	73	47	80	35	18	
Саксаул черный	100	100	100	100	100	87	–	–	100	100	100	87	58	

**Таблица 3**

Динамика морозоустойчивости древесных пород в осенне-зимний период

Виды	Температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ), при которых гибнет 50% растений по срокам промораживания		
	декабрь	январь	февраль – март
Ясень ланцетный	$-18...-20$	$-25$ и ниже	$-13...-14$
Дуб черешчатый	$-10...-11$	$-14...-16$	$-7...-8$
Клен ясенелистный	$-18...-20$	$-24$ и ниже	$-14...-15$
Робиния лжеакация	$-13...-14$	$-13...-14$	$-7...-8$
Саксаул черный	$-14...-14$	$-22...-24$	$-10...-11$

Ясень ланцетный показал более высокую устойчивость к морозу, чем дуб черешчатый и робиния.

Периодические засухи, предшествующие суровым зимам, также снижают морозоустойчивость древесных видов. После глубокой засухи при благоприятном водном режиме почвы и достаточном теплом режиме происходит возобновление роста побегов у робинии лжеакация, что значительно ослабляет растение и снижает его морозоустойчивость. У ясеня ланцетного, клена ясенелистного, дуба черешчатого и саксаула черного подобные процессы не отмечались. Вследствие чего, робиния лжеакация после наступления низких температур имела отпад при снижении температуры до  $-8^{\circ}\text{C}$ . У других видов морозоустойчивость не показала такой прямой зависимости от засухи.

Изучение зависимости влияния экологических факторов позволяет комплексно оценить адаптивные возможности разных видов и рекомендовать их для культивирования в определенных почвенно-климатических условиях.

### Выводы

1. Древесные растения в аридной зоне развиваются по ускоренному типу, они раньше вступают в стадию плодоношения, более интенсивно плодоносят, хотя качество семян обычно невысокое. У них более высокая активность камбия и интенсивный рост по диаметру. Раньше на 20–30% наступает старение и гибель, чем в зоне экологического оптимума.

2. Моделированием экстремальной обстановки путем прямого промораживания в климакамере установлены критические низкие температуры для основных пород защитных лесных насаждений.

3. Засухи перед экстремальными зимами значительно снижают морозоустойчивость древесных видов. Растения ослаблены, не успевают подготовиться в экстремальный летний период и сильнее, чем обычно, страдают от воздействия низких зимних температур.

### Список литературы

1. Кулик К.Н., Семенютина А.В., Белицкая М.Н., Подковыров И.Ю. Современные проблемы и перспективы функционирования адаптивной системы озеленения // Известия. Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. Вып. № 3 (31). С. 24–29.
2. Иозус А.П., Крючков С.Н., Морозова Е.В. Селекция и репродукция древесных пород для защитного лесоразведения: монография. Волгоград: ВолгГТУ, 2016. 184 с.
3. Семенютина А.В., Терешкин А.В. Защитные лесные насаждения: анализ видового состава и научные основы повышения биоразнообразия дендрофлоры // Успехи современного естествознания. 2016. № 4. С. 99–104.
4. Крючков С.Н., Морозова Е.В., Иозус А.П. Основные направления и результаты селекции древесных видов для защитного лесоразведения в засушливых условиях юго-востока Европейской России // Успехи современного естествознания. 2018. № 3. С. 65–69.
5. Гурский А.В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. М.-Л.: АН СССР, 1957. 301 с.
6. Царев А.П. Программы лесной селекции в России и за рубежом: монография. М.: Изд-во Московского гос. ун-та леса, 2013. 164 с.
7. Об утверждении Методических указаний по осуществлению лесозащитного районирования: Приказ Рослесхоза от 25.04.2017 № 179. URL: <http://base.garant.ru/71723350> (дата обращения: 22.09.2018).