

Анализ биоресурсов генофонда *Robinia*, *Gleditsia* для лесомелиоративных комплексов на основе изучения адаптации к стресс-факторам

Александра Викторовна СЕМЕНЮТИНА

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Волгоград, Россия
doksemenutina@mail.ru

Алексей Дмитриевич КЛИМОВ

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

Аннотация

Хозяйственно ценный генофонд видового и формового разнообразия робинии (*Robinia* L.) и гледичии (*Gleditsia* L.) представляет интерес для деградированных ландшафтов засушливого региона. В озеленении и лесомелиорации на юге страны широко используются всего один вид гледичии (*Gleditsia triacanthos* L.) и один вид робинии (*Robinia pseudoacacia* L.).

Объектами исследований являлись представители родов *Robinia* (*R. viscosa* Vent., *R. luxurians* (Dieck) S.K. Schneid., *R. pseudoacacia* L., *R. pseudoacacia* L. f. *pyramidalis* (Pepin) Rehd., *R. pseudoacacia* L. f. *unifoliola* (Talou) Rehd., *R. pseudoacacia* L. f. *umbraculifera* (DC) Rehd.) и *Gleditsia* (*G. triacanthos* L., *G. triacanthos* L. f. *inermis*, *G. aquatica* Marsh, *G. caspica* Desf, *G. sinensis* Lam., *G. texana* Sarg., *G. japonica* Miq.) из разных флористических районов в условия Волгоградской области (ФНЦ агроэкологии РАН, кадаст. №34:34:000000:122, 34:34:060061:10; Нижневолжская станция по селекции древесных пород, № 34:36:0000:14:0178).

Выявлено, что адаптация генофонда *Robinia*, *Gleditsia* к стресс-факторам имеет важное значение в районах Поволжья, где засухи, высокие и низкие температуры проявляют себя как стрессоры. С целью определения толерантности видового и формового разнообразия *Robinia*, *Gleditsia* установлена специфика их роста и развития по степени адаптации в условиях интродукции на основе многолетних исследований. Исследования осуществляли по следующим показателям: рост, сезонное развитие, отношение к стресс-факторам, экология цветения и плодоношения.

Сравнительная оценка количественных измерений хлорофилла а и b, каротиноидов, антоцианов листьев с использованием прибора DUALEX SCIENTIFIC показала адаптационные возможности растений. Доказано, что эколого-географическое происхождение образца влияет на успешность адаптации. Преимущество имеет материал из районов естественного распространения вида или из мест интродукции близких (Волгоградская область) по климатическим условиям. Материалы репродуктивного развития форм *Robinia pseudoacacia* L. в условиях сухой степи показали перспективы использования адаптированных морозоустойчивых клонов в озеленении населенных пунктов малолесных регионов.

На основе изучения адаптации к стресс-факторам представителей рода *Robinia*, *Gleditsia* выявлены перспективные виды и формы, которые могут широко использоваться в лесомелиоративных комплексах и озеленении (для обсадки улиц, в садах и парках, также в виде групп, иногда и массивов).

Ключевые слова

адаптация, рост, сезонное развитие, биоразнообразие, виды, формы, *Robinia*, *Gleditsia*, толерантность, стресс-факторы, озеленение, защитное лесоразведение, обогащение.

Исследования выполнены по теме Государственного задания №0713-2018-0004 ФНЦ агроэкологии РАН

Введение

Наиболее приемлемым способом восстановления утраченных природных функций деградированных ландшафтов является создание лесомелиоративных комплексов: «...систем всех требуемых противоэрозионных, пастбище-мелиоративных, рекреационных и др. защитных насаждений для рационализации природопользования при хозяйственном освоении территорий с низкой лесистостью и бедным видовым составом древесной флоры...» (Семенютина 2013, 266). Чем разнообразнее и сложнее структура ландшафта, тем выше устойчивость.

Хозяйственно ценные древесные виды рода робиния (*Robinia* L.) и гледичия (*Gleditsia* L.) представляют интерес для деградированных ландшафтов засушливого региона. Один вид гледичии (*Gleditsia triacanthos* L.) и робинии (*Robinia pseudoacacia* L.) широко используются в озеленении и лесомелиорации на юге страны. В пределах России интродуцировано 8 видов *Gleditsia* и 7 видов *Robinia* (Черепанов 1995, 990).

Robinia pseudoacacia L. и *Gleditsia triacanthos* L. интродуцированы на юге России в начале XIX века, ареал *Robinia* – Центральная и Северная Америка, род *Gleditsia* включает 12 видов, распространенных в северной и Южной Америке, восточной Азии и в тропической Африке (Озолин 1974, 117; Semenyutina 2013, 210).

Robinia pseudoacacia, *Gleditsia triacanthos* в полезащитном лесоразведении на черноземных почвах формируют конструкции с высоким лесомелиоративным эффектом (Краснодарский, Ставропольский край, Ростовская область), где к 30-летнему возрасту достигают 16-18 м (Кривцов 2003, 23).

Цель – дать оценку толерантности видового, формового разнообразия растений *Robinia* и *Gleditsia* на основе изучения адаптации к стресс-факторам и определить их перспективность для обогащения дендрофлоры деградированных ландшафтов Поволжья.

Материалы и методы

Среда действует на растение как единое целое, а разделение факторов и их классификация – не более чем методический прием, облегчающий изучение и изложение закономерностей взаимосвязи растения и среды. Изучение влияния на растения отдельно взятых экологических факторов позволяет выделять экологические типы растений по отношению к одному фактору. В действительности среда влияет на организмы как нераздельное целое, и адаптация вырабатывается у них ко всему комплексу факторов (Семенютина 2017, 80).

Благоприятными для роста растений являются освещение, сумма тепла, продолжительность вегетации. Малое количество осадков, высокие летние и низкие зимние температуры воздуха, низкая относительная влажность воздуха и сильные ветры обуславливают сухость почвы, что является фактором, препятствующим проведению лесомелиоративных мероприятий (Семенютина 2017, 79; Семенютина 2013, 266).

Объектами исследований являлись растения родовых комплексов *Robinia* (клеякая (*R. viscosa* Vent.), пышная (*R. luxurians* (Dieck) S.K. Schneid.), лжеакация (*R. pseudoacacia* L.), лжеакация ф. пирамидальная (*R. pseudoacacia* L. f. *pyramidalis* (Pepin) Rehd.), лжеакация ф. однолисточковая (*R. pseudoacacia* L. f. *unifoliola* (Talou) Rehd.), лжеакация ф. шаровидная (*R. pseudoacacia* L. f. *umbraculifera* (DC) Rehd.)) и *Gleditsia* (обыкновенная (*G. triacanthos* L.), обыкновенная ф. бесколючковая, (*G. triacanthos* L. f. *inermis*), водяная (*G. aquatica* Marsh), каспийская (*G. caspica* Desf), китайская (*G. sinensis* Lam.), тexasская (*G. texana* Sarg.), японская (*G. japonica* Miq.)) из разных флористических районов.

Развитие деревьев изучается в возрастной и сезонной динамике методом фенологических наблюдений. Устанавливается сумма эффективных температур, необходимая для начала роста побегов указанных видов. Сезонный прирост ветвей проводят замером линейного роста боковых побегов (через каждые 5 дней в десятикратной повторности). Сравниваются величины годового прироста. Определяется зависимость роста от гидротермического режима. Их ранжирование позволит установить закономерности развития и адаптации видов различного географического происхождения в условиях интродукции (Семенютина 2010, 56).

Для выделения засухоустойчивых и зимостойких видов, форм в условиях Нижнего Поволжья проводится оценка развития растений и анализ факторов: сроки продолжительности летней засухи и длительности влажного периода; наличие вторичного прироста; продолжительность и температурный режим осеннего периода; максимальные и минимальные температуры зимнего периода, наличие продолжительных оттепелей с последующим резким снижением температуры; ранневесенние заморозки.

Повреждающее влияние низких температур проявляется в запаздывании развития, угнетении растения в первые фазы вегетации, отмирании отдельных ветвей, генеративных органов, почек. Повреждения оцениваются по итогам перезимовки с наступлением вегетации (Семенютина 2010, 56).

Изучение водного режима проводят в динамике в течение вегетационного периода (июнь-август) по общепринятым методикам (Полевой 2001, 212) с одновременным изучением приспособления фотосинтетического аппарата к засухе путем измерения содержания в листьях хлорофилла, флавоноидов, антоцианов устройством *DUALEX SCIENTIFIC*.

Репродуктивную способность рода *Robinia*, *Gleditsia* и диапазон экологической пластичности перспективных видов выявляют по качественным и количественным параметрам плодоношения. Для анализа используют следующие показатели: возраст вступления в плодоношение, периодичность и интенсивность цветения и плодоношения, сроки заложения цветочных почек, продолжительность цветения, качество семян. При определении массы плодов, семян и др. показателей используется 10-кратная повторность. Проводят ранжирование видов и устанавливаются закономерности их изменчивости (Семенютина 2010, 56).

В качестве обобщающего показателя семенной продуктивности при обработке данных используется индекс, определяющий число всхожих семян с растения. Для его расчета берется масса семян с одного растения, масса их тысячи и всхожесть в процентах. Этот показатель включает как количественную сторону семеношения и размножения, так и качественную характеристику семян различных видов и форм.

Для математической обработки данных используются стандартные алгоритмы: средняя арифметическая с абсолютной и относительной ошибками; коэффициент вариации для оценки особенностей репродуктивных процессов; достоверность различий между отдельными показателями.

Результаты и обсуждение

Изучение роста и развития, отношения к лимитирующим факторам, экологических основ семеноведения, хозяйственно ценных качеств древесных видов в малолесных регионах позволяют выявить новые экологические аспекты улучшения биоресурсов генофонда (Маттис 2003, 40; Семенютина 2016, 80).

Робиния лжеакация (акация белая, *Robinia pseudoacacia* L.) – ценный древесный вид семейства бобовых, интродуцированный в начале XIX века из Центральной и Северной Америки (рисунок 1).

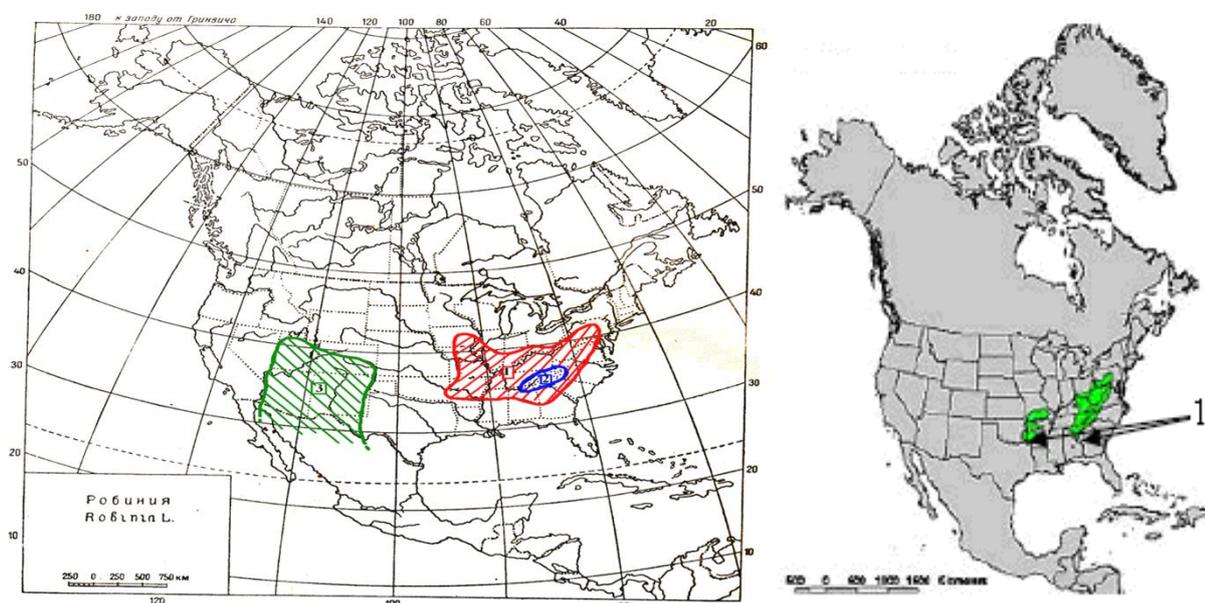


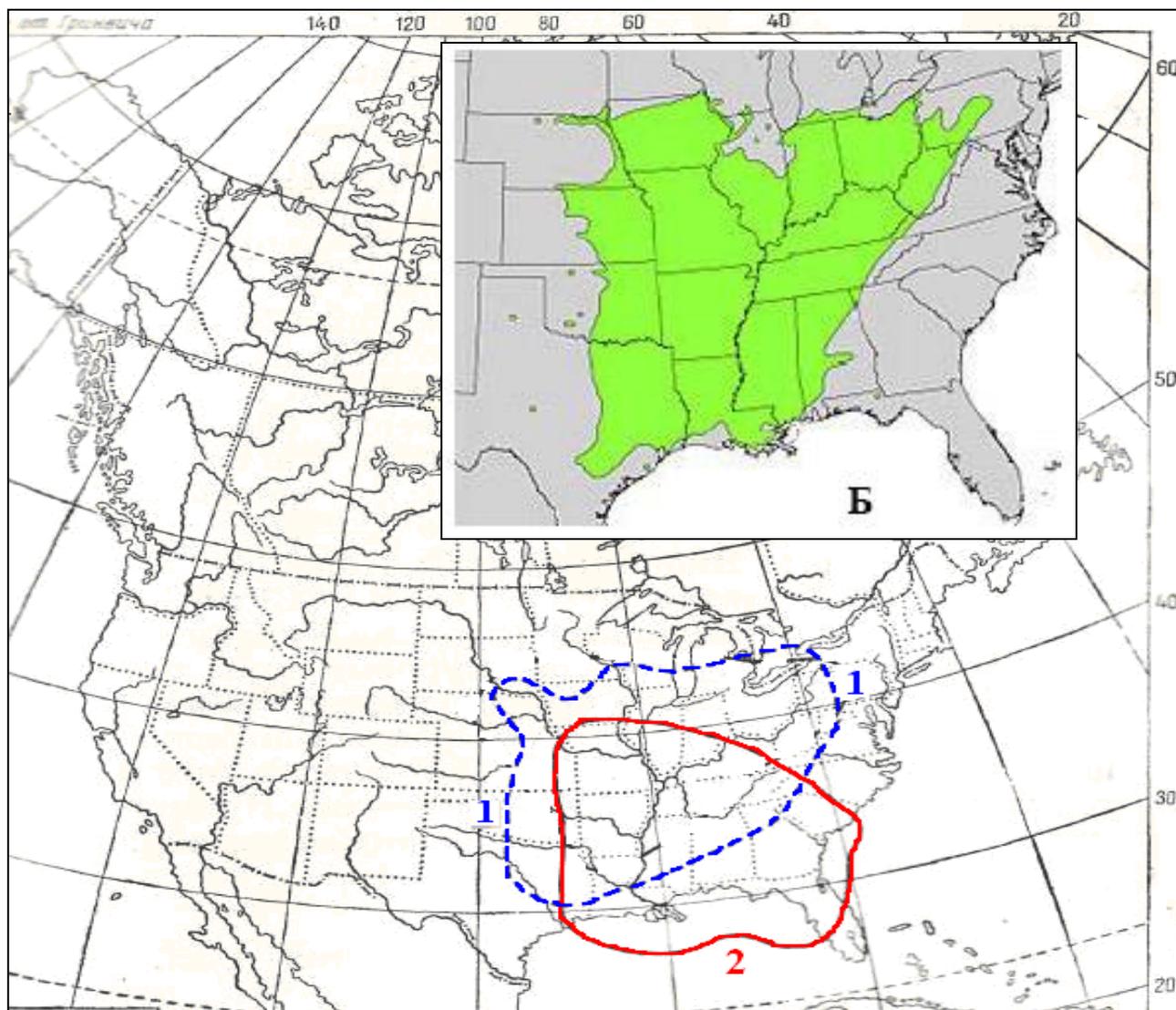
Рисунок 1. Ареал распространения видов *Robinia*

Получила широкое распространение на Северном Кавказе, в России, Украине, Молдавии, Средней Азии (Бабий, 2005, 33; Левон, 2007, 645).

Наибольшую ценность *Robinia pseudoacacia* представляет для лесозащитного лесоразведения на черноземных почвах Краснодарского, Ставропольского краев и Ростовской области. К 30-летнему возрасту белоакациевые лесные полосы в лучших условиях имеют высоту 16-18 м, формируют конструкции с высоким лесомелиоративным эффектом. На почвах каштанового типа в Нижнем Поволжье показатели роста и долговечности *Robinia pseudoacacia* значительно ниже. В 20-летнем возрасте на лугово-каштановых почвах деревья достигают высоты 15 м, на светло-каштановых 7-8 м (Озолин, 1974, 117).

Нижнее Поволжье можно назвать условной северо-восточной границей широкого распространения робинии на европейской части страны. После суровых зим здесь наблюдается обмерзание неодревесневших побегов, вымерзание корневой системы и, как следствие, массовая гибель защитных насаждений из *Robinia pseudoacacia* (Жукова, 2016, 524; Климов, 2015, 359).

Род *Gleditsia* L. включает 12 видов, распространенных в северной и Южной Америке, восточной Азии и в тропической Африке. В культуре Европы и Азии нашли применение 8 видов, из них наиболее распространены – *G. triacanthos* и её формы (рисунок 2).



1, Б – гледичия обыкновенная, 2 – гледичия водяная [3; <http://www.plants/database>]

Рисунок 2. Ареал распространения видов *Gleditsia* L.

Введение интродуцированных видов ограничивается, с одной стороны уровнем пластичности в новых экологических условиях, а с другой его биологическими особенностями. Интродуцированные

растения должны обладать не абсолютной, но достаточной устойчивостью к неблагоприятным климатическим условиям. Климатические условия относятся к наиболее верхнему иерархическому уровню. От степени приспособления к климатическим условиям в первую очередь зависит общая адаптация интродуцента (Semenyutina 2018).

Анализ результатов интродукции показал, что начало вегетации в условиях сухой степи у видов *Robinia* и *Gleditsia* отмечается при сумме положительных температур, равных 46°C. Для начала роста эта сумма должна быть в пределах 360-410°C, для цветения требуются температуры от 810 до 1050°C. Чуть раньше вступают в рост виды *Gleditsia japonica* Miq. и *G. sinensis* Lam. Рост боковых побегов заканчивается в июне, верхушечных – на месяц позднее.

Цветут виды рода *Gleditsia* L. в мае-июне. Продолжительность цветения 8-11 дней. Первое цветение у гледичий обыкновенной, тexasской, водяной наблюдалось в возрасте 5 лет, японской – 6, каспийской и китайской – 7 лет.

У видов *Robinia* L. начало вегетации и роста отмечается в те же сроки, что и у гледичии, но облиствление побегов происходит значительно раньше. Продолжительность цветения 10-12 дней. У *Robinia pseudoacacia* и *R. luxurians* оно обильное, у остальных – среднее (рисунок 3), завязываемость плодов высокая только у *Robinia pseudoacacia*, у остальных не выше 50%.



Рисунок 3. Цветение *Robinia viscosa* в коллекциях (ФГУП «Волгоградское»)

Завязывание плодов у растений *Gleditsia* единично происходит в основном только на второй или третий год после начала цветения. Плоды *Robinia* созревают в конце сентября, у *Gleditsia* в октябре (рисунок 4). Одновременно с окончанием вегетации, и висят до середины зимы. При раннем наступлении холодов (конец сентября и начало октября) семена у *Gleditsia* не вызревают.



Рисунок 4. *Gleditsia triacanthos* (фаза плодоношения)

В зависимости от возраста изменяется интенсивность плодоношения (Климов 2014, 178). Стабильное плодоношение наблюдается через несколько лет после вступления в генеративную фазу (рисунок 5).

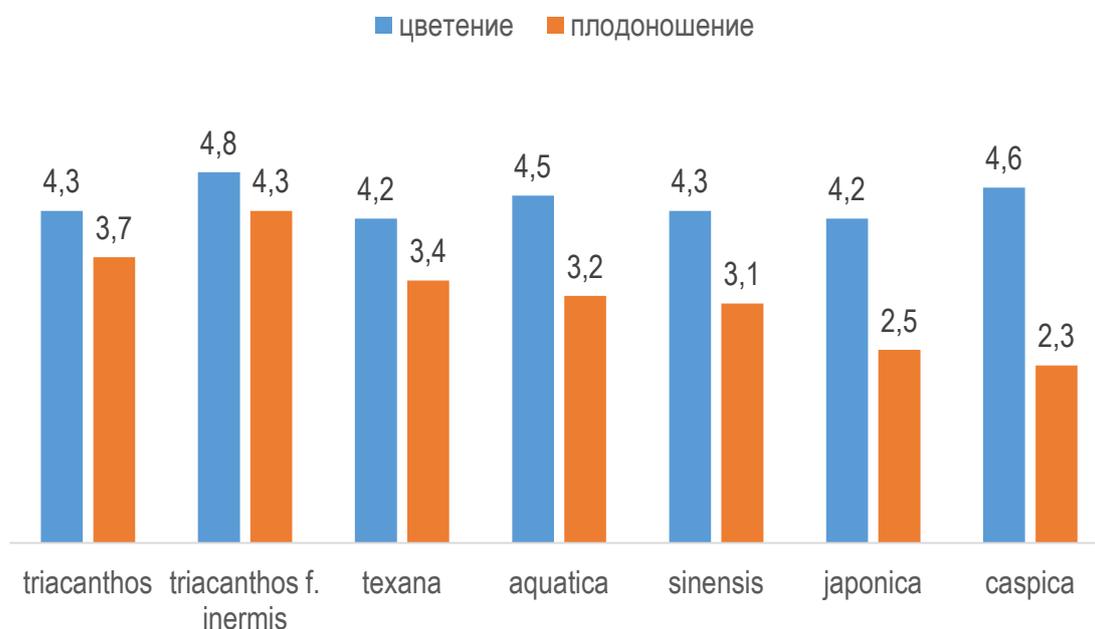


Рисунок 5. Оценка цветения и плодоношения представителей *Gleditsia* L. в условиях светло-каштановых почв, баллов

Будущий урожай во многом определяется погодными условиями во время цветения и завязывания плодов. Исследованиями установлено, что масса семян *Robinia* и *Gleditsia* положительно коррелирует с количеством выпавших осадков и суммой активных температур в период их созревания (таблица 1).

Таблица 1. Показатели плодоношения *Gleditsia*, 2018 г.

Показатели	<i>Gleditsia caspica</i>		<i>Gleditsia triacanthos</i>	
	М ср.*	min-max**	М ср.	min-max
Длина плода, см	26,80 ± 0,55	23,00-27,70	30,4 ± 0,79	21,60-35,40
Ширина плода, см	2,50 ± 0,04	2,20-3,10	2,60 ± 0,05	2,40-3,25
Масса 1 плода, г	9,20±0,07	8,40-9,17	14,50±0,19	13,10-15,9
Количество семян, шт.	22,0 ± 0,61	16-24	23,20 ± 0,69	18-29
Длина семян, см	0,70 ± 0,04	0,65-0,90	0,81 ± 0,01	0,73-1,00
Ширина семян, см	0,49±0,01	0,45-0,70	0,67 ± 0,02	0,60-0,79
Масса 1000 семян, г	162,90	-	215,10	-
Выход семян, %	41,60±4,30	35,20-44,70	32,8±3,90	29,10-36,29

* М ср. – среднее значение признака, **min, max – минимальные и максимальные значения показателей

Формирование более крупных плодов и семян наблюдается в раннем возрасте (до 15 лет). В Волгоградской области североамериканские виды стабильно цветут и плодоносят. Для производства большое значение имеет качество семян, которое является одним из критериев акклиматизации видов в новом районе.

На почвах каштанового типа в Нижнем Поволжье показатели роста и долговечности *R. pseudoacacia* значительно ниже. В 20-летнем возрасте на лугово-каштановых почвах деревья достигают высоты 15 м, на светло-каштановых 7-8 м (таблица 2).

Таблица 2. Влияние условий местопроизрастания на показатели роста *Robinia pseudoacacia*

Показатели	Украина	Юго-восток Европ. части России		
	чернозем обыкновенный	чернозем обыкновенный	темно- каштановые почвы	светло- каштановые почвы
Высота, м, в возрасте				
5 лет	3,8-5,0	2,6-4,3	3,0-5,3	3,9-4,2
10	7,3-8,9	5,6-6,8	4,7-7,5	4,6-4,8
15	10,3-12,5	8,6-10,4	6,5-9,0	5,3-5,5
20	13,2-15,6	9,2-12,5	7,7-10,1	5,8-6,0
25	15,8-18,3	10,8-13,0	8,3-11,6	-
Диаметр, см, в возрасте				
5 лет	3,4-4,8	2,2-4,0	3,4-3,6	2,3-5,0
10	7,3-9,4	4,6-6,5	6,9-8,7	3,6-5,2
15	11,1-14,0	7,7-10,2	9,0-11,7	4,9-5,5
20	15,1-18,4	11,3-12,4	10,0-14,0	6,2-10,9
25	18,9-22,4	14,6-15,0	10,4-17,7	-
Возраст наибольшего прироста по высоте, лет	2-10	2-10	2-5	2-5
Величина наибольшего прироста по высоте, см	80-100	100-130	80-100	100-150
Величина прироста по высоте к 20 годам, см	30-50	10-20	5-10	5-10
Величина наибольшего прироста по диаметру, см	0,8-1,0	0,7-1,0	0,5-1,0	0,5-1,0
Возраст снижения прироста по диаметру, лет	20	20	15	10
Продуктивность камбия в период наибольшего прироста	-	4500-5000	3500-4500	3000-4500

см ³ /м ²				
Продуктивность камбия к 20 годам, см ³ /м ²	-	1500-2000	1000-2000	400-1000
Отношение Н к 20 годам Д	1:1,2	1:1,3	1:1,9	1:1,4

Ранее для *Gleditsia* L. критической считалась температура воздуха в пределах –20-22°С, для *Robinia* L. –25°С (Жукова и др., 2016, 524; Климов, Семенютина, 2015, 360). Как показали наши наблюдения, этот порог виды *Robinia* и *Gleditsia* перешагнули в процессе постепенной акклиматизации (рисунок 6).



Рисунок 6. *Gleditsia triacanthos* L. в коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН (А– Волгоград, Б – Камышин)

Они выдерживают температуру воздуха в пределах –37°С. Решающей в условиях бесснежных зим сухой степи является температура почвы в корнеобитаемом слое, и снижение ее до –13°С следует считать критическим.

Проведен анализ видов рода *Gleditsia*, *Robinia*, интродуцированных в различные пункты, для выявления лимитирующих факторов их роста и развития. Выявлена их толерантность к низким температурам в условиях каштановых почв (Нижеволжская станция по селекции древесных пород, г. Камышин Волгоградской области) (таблица 3).

Таблица 3. Толерантность видов *Gleditsia*, *Robinia* к низким температурам (2017/18)

Естественный ареал	Виды	% по степени зимостойкости			
		*	**	***	****
Северная Америка	<i>G. triacanthos</i> L. f. <i>inermis</i> , <i>G. texana</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> L., <i>R. luxurians</i> (Dieck) S.K. Schneid.	76	14	10	–
Северная Америка, Малая Азия	<i>G. japonica</i> Miq.	–	28	42	30

*растение совсем не повреждено морозом; **обмерзают однолетние побеги до 50 %; ***однолетние побеги обмерзают более чем на 50 %; ****обмерзают 2-3- летние побеги и скелетные ветви.

Выявлена индивидуальная разнокачественность робинии лжеакации в отношении подмерзания крон и ее связь с фенологическими особенностями отдельных деревьев. По этому признаку было выделено три фенокласа робинии: I – с короткими, II – со средними и III – с длинными фазами сезонного роста и развития. повышенной морозостойкостью отличаются особи с коротким и средним периодом роста побегов. Исследования репродуктивного развития отселектированных форм *Robinia pseudoacacia* L. в условиях сухой степи показали перспективы использования адаптированных морозостойчивых клонов робинии в озеленении населенных пунктов малолесных регионов (Жукова и др., 2016, 524).

Эколого-физиологическая оценка показала, что вододерживающая способность листьев (стресс-факторы – температура воздуха 40-44°С, влажность воздуха 15%) у изученных видов *Gleditsia*, *Robinia*

изменялась незначительно, что указывает на засухоустойчивость представителей этих родовых комплексов. Хлоропласты обладают большей устойчивостью к водному дефициту – при сильном обезвоживании медленнее теряют воду, чем вся клетка. Это можно рассматривать как приспособление фотосинтетического аппарата к засухе (таблица 4).

Таблица 4. Содержание в листьях *Gleditsia*, *Robinia* хлорофилла, флавоноидов, антоцианов*

Виды	Содержание, мг/см ²					
	хлорофилл а+б		флавоноиды		антоцианы	
	VI	VII	VI	VII	VI	VII
<i>Gleditsia caspica</i>	41,10-41,92	30,90-31,72	1,40-1,46	1,54-1,55	0,08-0,10	0,13-0,14
<i>G. texana</i>	31,21-34,43	25,07-27,75	1,48-1,74	1,07-1,24	0,11-0,23	0,17-0,22
<i>G. triacanthos</i>	40,10-43,99	31,34-32,51	1,41-1,52	1,47-1,58	0,07-0,09	0,14-0,17
<i>Robinia viscosa</i>	32,76-36,72	34,24-35,45	1,50-1,65	1,60-1,72	0,09-0,12	0,15-0,16
<i>R. pseudoacacia</i>	34,50-37,92	19,20-21,41	1,80-1,84	1,21-1,40	0,11-0,12	0,21-0,23
Температура воздуха, С			39,0-39,4	35,0-35,5		
Влажность воздуха, %			19,6-23,2	16,5-22,0		

* – по измерениям устройством *DUALEX SCIENTIFIC*

При длительном действии засухи интенсивность фотосинтеза резко снижается, нарушается синтез хлорофилла и структура хлоропластов.

Наиболее засухоустойчивые и морозостойкие виды способны резко снижать процессы водообмена при недостаточном водообеспечении и максимально увеличивать в оптимальных условиях, что очень важно для их продвижения в засушливые регионы.

Robinia и *Gleditsia* можно рекомендовать для создания аллей, групповых посадок и в качестве солитеров. Для формирования многоярусных ценозов виды *Gleditsia* рекомендуется вводить под полог деревьев с ажурными кронами (каркаса западного, робинии лжеакация, ореха чёрного и др.). Виды *Gleditsia* (*triacanthos*, *texana*), благодаря ажурной кроне, пригодны для создания продуваемых опушек в санитарно-защитных насаждениях. Из колючих форм *Gleditsia* рекомендуется создавать высокие живые изгороди. Наиболее перспективны для зеленых насаждений (уличных посадок, парковых аллей и ажурных групп) бесколючковые формы.

Сравнительная оценка толерантности к стресс-факторам видового и формового разнообразия *Robinia* и *Gleditsia* позволило выделить перспективные виды для защитных лесных насаждений различного целевого назначения в степи и полупустыне (таблица 5).

Таблица 5. Ассортимент *Robinia* и *Gleditsia* для различных типов насаждений

Русское название	Латинское название	Лесомелиоративный район		Типы насаждений		
		1	2	3	4	5
<i>Гледичия водяная</i>	<i>Gleditsia aquatica</i> Marsh.	*	*			*
<i>каспийская</i>	<i>caspica</i> Desf.	*	*			*
<i>китайская</i>	<i>sinensis</i> Lam.	*	*			*
<i>обыкновенная</i>	<i>triacanthos</i> L.	*	*	*	*	*
<i>обыкновенная ф. бесколючковая</i>	<i>triacanthos</i> L. f. <i>inermis</i> (L.) Lbl.	*	*	*	*	*
<i>техасская</i>	<i>texana</i> Sarg.	*	*	*	*	*
<i>японская</i>	<i>japonica</i> Miq.	*	*			*
<i>Робиния клейкая</i>	<i>Robinia viscosa</i> Vent.	*	*			*
<i>лжеакация или белая акация</i>	<i>pseudoacacia</i> L.	*	*	*	*	*
<i>лжеакация ф. однолисточковая</i>	<i>pseudoacacia</i> L. f. <i>unifoliola</i> (Talou) Rehd.	*	*		*	*

лжеакация ф. пирамидальная	<i>pseudoacacia</i> L. f. <i>pyramidalis</i> (Pepin) Rehd.	*	*			*
лжеакация ф. шаровидная	<i>pseudoacacia</i> L. f. <i>umbraculifera</i> (DC) Rehd.	*	*			*
пышная	<i>luxurians</i> (Dieck) S.K. Schneid.	*	*			*

Лесомелиоративные районы: 1 – Ергенинско-Сарпинский, 2 – Волго-Уральский.

Типы насаждений: 3 – полеззащитные, 4 – овражно-балочные, 5 – озеленительные

Заключение

Нижнее Поволжье можно назвать условной северо-восточной границей широкого распространения робинии и гледичии на европейской части страны. После суровых зим наблюдается обмерзание неодревесневших побегов, вымерзание корневой системы и, как следствие, массовая гибель защитных насаждений из *Robinia pseudoacacia*, *Gleditsia triacanthos*. На почвах каштанового типа в Нижнем Поволжье показатели роста и долговечности *R. pseudoacacia* значительно ниже. В 20-летнем возрасте на лугово-каштановых почвах деревья достигают высоты 15 м, на светло-каштановых 7-8 м.

Проведена сравнительная оценка толерантности к стресс-факторам и анализ результатов интродукции представителей родовых комплексов *Robinia* (*R. viscosa* Vent., *R. luxurians* (Dieck) S.K. Schneid., *R. pseudoacacia* L., *R. pseudoacacia* L. f. *pyramidalis* (Pepin) Rehd., *R. pseudoacacia* L. f. *unifoliola* (Talou) Rehd., *R. pseudoacacia* L. f. *umbraculifera* (DC) Rehd.) и *Gleditsia* (*G. triacanthos* L., *G. triacanthos* L. f. *inermis*, *G. aquatica* Marsh, *G. caspica* Desf, *G. sinensis* Lam., *G. texana* Sarg., *G. japonica* Miq.) из разных флористических районов в условия Волгоградской области (ФНЦ агроэкологии РАН, кадаст. №34:34:000000:122, 34:34:060061:10; Нижневолжская станция по селекции древесных пород, № 34:36:0000:14:0178).

Изученные виды *Robinia* и 4 вида *Gleditsia*: *G. aquatica* Marsh, *G. triacanthos* L., *G. triacanthos* L. f. *inermis*, *G. texana* Sarg. происхождением из Северной Америки, два вида из Азии (*G. japonica* Miq., *G. sinensis* Lam.) и только *G. caspica* Desf дико растет в южной части Ленкорани. Среди *Gleditsia* лучшим ростом выделялись *Gleditsia triacanthos* (5,1 м), *Gleditsia triacanthos* L. f. *inermis* (5,0 м). Среди *Robinia* – *R. pseudoacacia* L. f. *pyramidalis* – 7,0 м, несколько от нее отставали другие виды – 3,7-6,3 м.

Выявлено, что эколого-географическое происхождение образца влияет на успешность адаптации. Преимущество имеет материал из районов естественного распространения вида или из мест интродукции близких (Волгоградская область) по климатическим условиям.

Выявлена индивидуальная разнокачественность робинии лжеакации в отношении подмерзания крон и ее связь с фенологическими особенностями отдельных деревьев. По этому признаку было выделено три фенокласса робинии: I – с короткими, II – со средними и III – с длинными фазами сезонного роста и развития. повышенной морозостойкостью отличаются особи с коротким и средним периодом роста побегов. Исследования репродуктивного развития отселектированных форм *Robinia pseudoacacia* L. в условиях сухой степи показали перспективы использования адаптированных морозостойких клонов робинии в озеленении населенных пунктов малолесных регионов.

При изучении жизненного цикла *Robinia* и *Gleditsia* в условиях интродукции установлены особенности ростовых процессов в засушливых условиях.

Для выявления экологических закономерностей формирования плодов и семян выявлены пороговые значения климатических факторов по отношению к процессам жизнедеятельности интродуцированных растений. Критическим является уровень фактора, при котором прекращается или нарушаются генеративные (или иные) процессы развития растения. Концепция модели критического уровня основана на принципе постепенного элиминирования излишней информации. Принимается, что при такой процедуре показатель удельного веса влияния фактора не уменьшается до тех пор, пока не начинается отброс полезной информации, то есть не будет достигнут критический порог.

Анализ зимостойкости по сравнительной оценке толерантности видового, формового разнообразия родовых комплексов *Robinia* и *Gleditsia* к стресс-факторам позволили выделить перспективный генофонд для лесомелиорации и озеленения населенных пунктов Поволжья.

Список литературы:

1. Бабий Л.О. Виды рода *Gleditsia*, интродуцированные на Украине, и их использование // Ботанические сады как центры сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов. М., 2005. С. 33-34.
2. Деревья и кустарники для защитного лесоразведения / Г. П. Озолин [и др.]. М.: Лесная промышленность, 1974. С. 117-118.
3. Деревья и кустарники СССР т. 3 / под ред. С.Я. Соколова. М.: Издательство академии наук СССР, 1954. 872 с.
4. Жукова О.И., Семенютина В.А., Петров В.И. Изучение изменчивости сезонного развития и роста древесных растений с целью отбора формового разнообразия для озеленения населенных пунктов // Наука. Мысль. 2016. №7-2. www.news.esrae.ru/41-524.
5. Климов А.Д., Семенютина А.В. Изучение родового комплекса *Gleditsia* с целью определения их перспективности для лесомелиоративных и озеленительных насаждений // Международный студенческий научный вестник. 2015. №2-3. С. 358-360.
6. Климов А.Д. Адаптация видов родового комплекса *Gleditsia L.* и их перспективность для озеленения и защитного лесоразведения в Нижнем Поволжье // Проблемы природоохранной организации ландшафтов: Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 1. Новочеркасск: Лик, 2014. С. 176-180.
7. Кривцов А.Е. Разведение и селекция гледичии обыкновенной на юге степной зоны Северного Кавказа: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. Воронеж, 2003. 23 с.
8. Левон Ф.М., Деревянко В.Н. Некоторые новые данные о биолого-экологических особенностях *Gleditsia triacanthos L.* в насаждениях на юге Украины // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: мат. четвертой Междунар. науч. конф. СПб., 2007. С. 645-646.
9. Маттис Г.Я. Пути повышения качества и эффективности искусственных насаждений в аридном регионе европейской территории России // Лесное хозяйство. 2003. № 2. С. 37-43.
10. Методические указания по семеноведению древесных интродуцентов в условиях засушливой зоны / А.В. Семенютина [и др.]. М.: Россельхозакадемия, 2010. 56 с.
11. Практикум по росту и устойчивости растений: учеб. пособие / В. В. Полевой и др. СПб.: С.-Петербург. ун-т, 2001. 212 с.
12. Семенютина А.В., Свинцов И.П., Хужахметова А.Ш., Семенютина В.А., Жукова О.И. Адаптация древесных видов в экстремальных условиях и критерии отбора генофонда хозяйственно ценных растений // Международные научные исследования. 2017. №1. С. 77-85.
13. Семенютина А.В. Дендрофлора лесомелиоративных комплексов / Под ред. И. П. Свинцова. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2013. 266 с.
14. Семенютина А.В., Хужахметова А.Ш., Семенютина В.А. Отбор, сохранение и перспективность применения биоразнообразия древесных видов для обеспечения многофункциональности деградированных ландшафтов // Репутациология. 2016. №1(39). С. 83-88.
15. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов. СПб.: Мир и семья-95, 1995. 990 с.
16. Semenytina A.V., Svintsov I.P., Huzhahmetova A.Sh., Semenytina V.A. Regulations of safe and sustainable use of biodiversity of woody plants in protective afforestation // Journal of Agriculture and Environment. 2018. №3(7). <http://jae.cifra.science/article/view/93>. <http://dx.doi.org/10.23649/jae.2018.3.7.3>.
17. Semenytina A.V., Klimov A.D. Comprehensive assessment of species of *Gleditsia* in Volgograd region // The role of botanical gardens in conservation of plant diversity: proceeding of the international scientific practical conference Dedicated to 100th Anniversary of Batumi Botanical Garden. Part I. Batumi, Georgia, 2013. Pp. 210-211.

Analysis of bioresources of the gene pool of Robinia, Gleditsia for forest meliorative complexes on the basis of studying adaptation to stress factors

Alexandra Viktorovna SEMENYUTINA,

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of Russian Academy of Sciences
Doctor of Agricultural Sciences, Professor, head of laboratory, Chief Researcher
Volgograd, Russia
doksemenutina@mail.ru

Alexey Dmitrievich KLIMOV

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of Russian Academy of Sciences, Volgograd
postgraduate
Volgograd, Russia
vnialmi@yandex.ru

Abstract

The economically valuable gene pool of species and form diversity of *Robinia L.* and *Gleditsia L.* is of interest for the degraded landscapes of the arid region. In gardening and forest melioration in the south of the country, only one type of *Gleditsia (Gleditsia triacanthos L.)* and one species of *Robinia (Robinia pseudoacacia L.)* are widely used.

The objects of the study were representatives of the genera *Robinia (R. viscosa Vent., R. luxurians (Dieck) S.K. Schneid., R. pseudoacacia L., R. pseudoacacia L. f. pyramidalis (Pepin) Rehd., R. pseudoacacia L. f. unifoliola (Talou) Rehd., R. pseudoacacia L. f. umbraculifera (DC) Rehd.)* and *Gleditsia (G. triacanthos L., G. triacanthos L. f. inermis, G. aquatica Marsh, G. caspica Desf, G. sinensis Lam., G. texana Sarg., G. japonica Miq.)* from different floristic regions to the conditions of the Volgograd region (FNC of agroecology RAS, cadast No. 34: 34: 000000: 122, 34: 34: 060061: 10; Nizhnevolzhskaya station on selection of wood species, No. 34: 36: 0000: 14: 0178).

It has been revealed that the adaptation of the gene pool of *Robinia, Gleditsia* to stress factors is important in the Volga regions, where droughts, high and low temperatures manifest themselves as stressors. To determine the tolerance of the species and form diversity of *Robinia, Gleditsia*, the specificity of their growth and development has been established according to the degree of adaptation in conditions of introduction based on long-term studies. The research was carried out on the following indicators: growth, seasonal development, attitude to stress factors, ecology of flowering and fruiting.

A comparative assessment of quantitative measurements of chlorophyll a and b, carotenoids, and leaf anthocyanins using the DUALEX SCIENTIFIC + device showed the adaptive capacity of plants. It is proved that the ecological-geographical origin of the sample influences the success of adaptation. Advantage is the material from the areas of natural distribution of the species or from the places of introduction of relatives (Volgograd Region) according to climatic conditions. Materials of the reproductive development of the *Robinia pseudoacacia L.* forms in the dry steppe showed the prospects of using adapted frost-resistant clones in the greening of settlements in low-forest regions.

Based on the study of adaptation to stress factors of representatives of the genus *Robinia, Gleditsia*, promising species and forms have been identified that can be widely used in forest melioration complexes and landscaping (for casing streets, in gardens and parks, also in the form of groups, sometimes even arrays).

Keywords

adaptation, growth, seasonal development, biodiversity, species, forms, *Robinia, Gleditsia*, tolerance, stress factors, landscaping, protective afforestation, enrichment

References

1. Babiy L.O. Species of the genus *Gleditsia*, introduced in Ukraine, and their use // Botanical gardens as centers of biodiversity conservation and rational use of plant resources. M., 2005. Pp. 33-34.
2. Trees and shrubs for protective afforestation / G.P. Ozolin [et al.]. Moscow: Forest industry, 1974. - P. 117-118.
3. Trees and shrubs of the USSR, vol. 3, ed. by S.Y. Sokolov. Moscow: Publishing house of the USSR Academy of Sciences, 1954. - 872 p.
4. Zhukova O.I., Semenyutina V.A., Petrov V.I. The study of the variability of the seasonal development and growth of woody plants in order to select the form diversity for the landscaping of settlements // Nauka. Thought. 2016. №7-2. [wwenews.esrae.ru /41-524](http://wwenews.esrae.ru/41-524).
5. Klimov A.D, Semenyutina A.V. The study of generic complex *Gleditsia* with the aim of determining their prospects for agroforestry plantings and landscaping. // International student scientific Bulletin. 2015. №2-3. Pp. 358-360.
6. Klimov, A.D. Adaptation of the generic complex types *Gleditsia* L. and their prospects for gardening and protective afforestation in the Lower Volga region // Problems of environmental protection organization of landscapes]. scientific.- prakt. conf. Part 1. Novocherkassk: Lik, 2014. Pp. 176-180.
7. Breeding and breeding of common in the South of the steppe zone of the North Caucasus: autoref. dis. ... kand. S.-Kh. Sciences: 06.03.01 / A. E. Krivtsov. Voronezh, 2003. 23p.
8. Levon, F.M. some new data on the biological and ecological features of the *Gleditsia*, in the South of Ukraine. // Biological diversity. Introduction of plants: Mat. fourth international. scientific. conf. SPb., 2007. Pp. 645-646.
9. Mattis G. Ya. Ways to improve the quality and efficiency of artificial plantations in the arid region of the European territory of Russia // Forestry. 2003. № 2. Pp. 37-43.
10. Guidelines for the seed of alien woody plants in arid zone / A.B. Semenyutina [and others]. Moscow: Russian Agricultural Academy, 2010. 56 p.
11. Workshop on plant growth and resistance: studies. manual / V.V. Polevoy et al. SPb.: S.-Peter. UN-t, 2001. 212 p.
12. Semenyutina A. V. et all Adaptation of woody species to extreme conditions and criteria for the selection of the gene pool of economically valuable // International scientific researches. 2017. №1. Pp. 77-85.
13. Semenyutina A. V. Dendroflora of agroforestry systems / edited by I. P. Leaden. Volgograd: VENIALI, 2013. 266p.
14. Semenyutina A.V., Kojahmetov A. S., Semenyutina V. A. Selection, preservation and prospects of using biodiversity of woody species to ensure the multifunctionality of degraded landscapes // Reputatology. 2016. №1 (39). Pp. 83-88.
15. Cherepanov, S. K. Vascular plants of Russia and neighboring countries (within the former USSR) / S. K. Cherepanov. SPb.: Peace and family-95, 1995. - 990 p.
16. Semenyutina A.V., Svintsov I.P., Huzhahmetova A.Sh., Semenyutina V.A Regulations of safe and sustainable use of biodiversity of woody plants in protective afforestation // Journal of Agriculture and Environment. 2018. Issue (7). <http://jae.cifra.science/article/view/93>. [http://dx.doi.org/ 10.23649/jae.2018.3.7.3](http://dx.doi.org/10.23649/jae.2018.3.7.3).
17. Semenyutina A.V., Klimov A.D. Comprehensive assessment of species of *Gleditsia* in Volgograd region // The role of botanical gardens in conservation of plant diversity: proceeding of the international scientific practical conference Dedicated to 100th Anniversary of Batumi Botanical Garden. Part I. Batumi, Georgia, 2013. Pp. 210-211.