
II. ГАРМОНІЗАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 631.811.98:581.54

Баранова Т. В.
Воронежский государственный университет

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РОДОДЕНРОНОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Изучали эффективность предпосевной обработки семян представителей рода *Rhododendron* L. растворами перекиси водорода и перманганата калия для повышения адаптивной способности сеянцев.

Введение

Одним из наиболее эффективных способов нейтрализации вредного влияния на окружающую среду является фитомелиорация зон загрязнения, т. е. создание на их территориях искусственных растительных сообществ с применением видов и форм растений, физиологически устойчивых к пыли, выбросам промышленного производства и другим загрязнителям. В последние годы в озеленении стали чаще использовать различные декоративные интродуценты, в том числе виды рода *Rhododendron* L. из семейства *Ericaceae* Juss. (Вересковые). Интродукция рододендронов в Центральном Черноземье ведется с 70-х годов в Ботаническом саду Воронежского государственного университета (ВГУ) [1], но остается множество нерешенных вопросов в аспекте адаптации их к условиям окружающей среды, недостаточно изучены их

эколого-физиологические реакции. Поэтому важно исследовать такие реакции рододендронов в норме, чтобы иметь надежные контрольные данные для изучения их поведения в стрессовых условиях. Внедрение в озеленение городской зоны и выращивание этих растений в условиях техногенной нагрузки достаточно сложно, поскольку они нуждаются в кислой почве, хотя могут произрастать и на черноземе.

На близких к нейтральной ($\text{pH} \approx 7$) почвах с существенным содержанием тяжелых металлов токсичность многих из них не проявляется, но те же концентрации металлов при $\text{pH} = 5,5$ и ниже могут стать летальными для растений [2]. Известно, что для многих видов рода *Rhododendron* и других представителей семейства *Ericaceae* необходим субстрат со слабо- или среднекислой реакцией — $\text{pH} = 4,5-6$ [3]. В условиях техногенного загрязнения нагрузка на растения, произрастающие

на кислой почве, увеличивается. В то же время выращивание вересковых на черноземе в городской зоне и на территории промышленных предприятий может стать хорошей защитой от неблагоприятного химического воздействия.

Другим способом улучшения состояния растений в условиях стресса можно считать преадаптацию: быстрое приспособление к внешнему воздействию после предварительного пребывания организма при более слабой нагрузке стрессового фактора. Доказательством существования преадаптации у растений можно считать неспецифические защитные реакции, отмеченные многими авторами [4–5]. Так, например, В. Н. Позолотиной с соавторами наблюдала неспецифичность ответа на действие привычного и нового фактора при оценке адаптационных возможностей семенного потомства из популяций, испытывающих умеренный химический и радиоактивный стресс и выявлена специфичность реакции на оба фактора провокации в фоновой популяции (не подвергавшейся действию стресса). Растения, используемые в озеленении городской зоны, произрастают в условиях техногенного загрязнения различной интенсивности. Поэтому они должны быть преадаптированы к действию стресса, вызванному как техногенным загрязнением, так и резкими колебаниями погодных условий, которые часто отмечаются в последние годы. Для получения более точных данных и сравнения результатов исследований следует использовать в качестве контроля материал, собранный на экологически безопасной территории.

Растения обладают достаточной устойчивостью к окислительным повреждениям, которые возникают при воздействии различных внешних факторов или при резком изменении физиологического состояния растения. Это обусловлено наличием в растительной клетке эффективных защитных систем, основу которых и составляют антиоксиданты [6]. Экологический аспект накопления антиоксидантов в растениях начинает привлекать внимание исследователей и нуждается в дальнейшем изучении. С влиянием стресса на организм связывают антиоксидантную активность, отражающую действие всех присутствующих в объекте восстановителей органической природы.

Цель исследований — изучение адаптивных возможностей, касающихся всхожести семян, особенностей роста сеянцев после обработки стимулирующими веществами и антиоксидантной активности представителей рода *Rhododendron*.

Материал и методика исследований

Объектами исследований служили кустарники рододендронов исследуемых видов, произрастающие на территории Ботанического сада Воронежского государственного университета (ВГУ), который расположен в Центральном районе г. Воронежа и характеризуется невысокой техногенной нагрузкой. Материалом исследований служили семена, собранные с кустарников, и полученные из них проростки и сеянцы рода *Rhododendron*. Посев *Rhododendron ledebourii* Pojark. и *Rh. sichotense* Pojark. осуществили 3.10.08 семенами указанных видов, собранными в 2005 г. в Ботаническом саду ВГУ (трехлетнего срока хранения). Семена группового сбора (смесь семян пяти растений каждого вида) перед посевом обрабатывали с экспозицией 40 минут в таких вариантах:

- 1 — 3% раствором перекиси водорода;
- 2 — 0,01% раствором перманганата калия;
- 3 — контроль (водопроводной водой).

Рододендроны формируют поверхностную корневую систему, поэтому для выращивания сеянцев первого–второго года достаточно использовать субстрат (верховой торф) слоем 10–15 см. Проростки пикировали в стадии 3–4 или 4–5 настоящих листьев двумя способами: в стеллаж, заполненный верховым торфом (рН=4,8) из Бобровского района Воронежской области слоем 15 см и в ящики с прессованным торфом (рН=5,5–6,6) производства ЗАО Росторфинвест (Москва), слоем 10 см. Фиксировали размер под- и надземной частей растений в стадии 3–4 настоящих листьев. В марте 2009 и 2010 г. (через год) производили замеры длины сеянцев. Статистическую обработку результатов проводили на ПЭВМ типа IBM PC/AT с использованием пакета программ “Stadia”. Процедура группировки данных и их обработка изложены в работе А. П. Кулаичева [7]. Варьирование оценивали с использованием коэффициента вариации (КВ) согласно рекомендациям Г. Ф. Лакина [8].

Антиоксидантную активность (АОА) представителей рода *Rhododendron* определяли окислительно-восстановительным методом, основанном на воздействии восстановителей органической природы, присутствующих в анализируемом объекте, на индикаторную систему Fe (III)/Fe (II) — органический реагент [9]. Пересчет вели на стандарт — аскорбиновую кислоту. Материалом служили листья *Rh. ledebourii* и *Rh. sichotense* группового сбора. Для выявления лучших экземпляров *Rh. ledebourii* собирали листья и определяли АОА для каждого в отдельности.

Результаты исследований и их обсуждение

Период прорастания зависит от условий выращивания: количества света, влаги, температуры. Так, например, семена *Rh. ledebourii*, по литературным данным, при температуре 18–20 °С прорастают на 8–9 день. Р.Я. Кондратович [3] указывал, что оптимум прорастания рододендронов находится в пределах 18–22 °С и поддержании 100 % влажности. Это способствует более быстрому развитию проростков, чем спор плесневых грибов. При более низкой температуре прорастание семян затягивается до 3 недель и более, снижается всхожесть, отмечается преимущественный рост плесневых грибов, не позволяющих сеянцам нормально развиваться.

Всхожесть семян в варианте с перекисью водорода составила 75 %, а с перманганатом калия — 72 %, при всхожести контрольного варианта — 68 %. Повышение всхожести семян, хотя и небольшое, свидетельствует о положительном эффекте предпосевной обработки

семян. Проростки зимовали в холодной теплице (при температуре 0...+5 °С). В таких условиях отмечалось замедление развития, поскольку проростки оставались в стадии семядольных листьев до конца января. Первый настоящий лист во всех вариантах отмечен 2.02.09 г. С этого времени начался интенсивный рост проростков. 5.03.09 появились 3–5 настоящих листьев у *Rh. sichotense* и 3–4 у *Rh. ledebourii*. На данной стадии проростки были распикированы 11–12.03.09 в стеллаж и в ящики с субстратом различного состава. Размер надземной части проростков колебался от 0,8 до 1,5 см. Результаты измерений длины сеянцев 2010 г. представлены в таблице 1. Сеянцы варианта с обработкой семян перекисью водорода были достоверно выше контрольных при способах пикировки в стеллаж и в ящик. В стеллаже площадь питания сеянцев была больше, чем в ящике, при более кислой реакции субстрата, что благоприятно повлияло на рост сеянцев во всех вариантах. Поэтому проростки *Rh. ledebourii*, распикированные в стеллаж были достоверно выше, помещенных в ящик, где их рост замедлялся (1 вариант $P < 0,01$; 2 вариант, контроль $P < 0,05$). Видимо, это связано с более кислой реакцией субстрата, благоприятно влияющей на рост сеянцев, и большей площадью питания, которая позволяет более свободно развиваться корням. Но значительная площадь питания для рододендронов, обладающих поверхностной корневой системой, не требуется. Напротив, ее сильное увеличение приводит к развитию плесневых грибов и задерживает развитие сеянцев.

1. Размеры сеянцев представителей рода *Rhododendron* в опыте (после предпосевной обработки семян)

Вид, способ пикировки	Вариант 1		Вариант 2		Контроль	
	Размер сеянцев, см	КВ	Размер сеянцев, см	КВ	Размер сеянцев, см	КВ
<i>Rh. ledebourii</i> , пикировка в стеллаж	10,6±0,3**	11,3	7,3±0,4	20,5	6,7±0,4	20,9
<i>Rh. ledebourii</i> , пикировка в ящик	4,5±0,2*	8,9	3,8±0,3	21,1	3,6±0,3	19,4
<i>Rh. sichotense</i> , пикировка в ящик	4,5±0,2**	8,9	3,9±0,1	10,3	3,9±0,9	16,7

Примечания: * — Различия с результатами 2006 г достоверны ($P < 0,05$);

** — Различия контролем достоверны ($P < 0,01$);

Вариант 1 — 3% раствор перекиси водорода;

Вариант 2 — 0,01 % раствор перманганата калия;

Контроль — водопроводная вода

Длина корня в опытном варианте с перекисью водорода среднем составила $2,6 \pm 0,1$ что достоверно отличается от контроля, где корень был $1,4 \pm 0,1$ ($P < 0,01$) и варианта с обработкой семян раствором перманганата калия — $1,5 \pm 0,1$ ($P < 0,01$). Размеры корня у сенцев варианта с перманганатом калия практически не отличались от показателей контрольных сенцев. Очевидно, что в последнем случае предпосевная обработка семян не оказала значительного влияния на развитие корневой системы сенцев. Корневая система в варианте с обработкой семян раствором перекиси водорода была более разветвленной и мощной. Это с одной стороны является свидетельством стрессового воздействия на растительный организм и приспособлением к нему, а с другой стороны — полезным морфологическим изменением. Подобный эффект отмечался многими авторами при воздействии стимуляторов роста, гербицидов и ретардантов на семена, проростки и молодые побеги. Вместе с тем отмечалось увеличение защитных сил организма, стимулирование жизнедеятельности растения (усиление фотосинтеза, продуктивного дыхания, поглотительной способности корня), повышение устойчивости к действию засухи, перегреву, заморозкам [10–12]. Перекись водорода выступает в качестве стимулятора роста. Данные вещества в небольших дозах включают неспецифические защитные реакции — физиологические ответы живого организма, которые наблюдаются вскоре после воздействия возбуждающего организм фактора. Физиологическая сущность такого типа реакций состоит в активации обменных процессов, связанных с адаптационной перестройкой обмена, обуславливающего защитную реакцию [4].

Такие реакции у растительного организма вызывают малые дозы токсичных веществ

различной природы, затрагивающие разные стороны обмена веществ. Поэтому предпосевная обработка семян может служить примером преадаптации к воздействию неблагоприятных факторов среды, в том числе к техногенному загрязнению. Мы предполагаем, что сеянцы, выращенные из семян, обработанных перед посевом перекисью водорода, будут более резистентны к внешнему воздействию. Данный способ предпосевной обработки перспективно использовать при подготовке растительного материала для озеленения городских территорий и зоны промышленных предприятий.

Антиоксидантная активность также является показателем адаптивных изменений, происходящих в растительном организме. АОА в листьях кустарников рода *Rhododendron* колебалась в зависимости от вида и индивида (табл. 2). АОА *Rh. sichotense* оказалась ниже, чем у *Rh. ledebourii*, у которого данный параметр отличался у всех изучаемых экземпляров. Наибольший уровень АОА обусловлен увеличением количества антиоксидантов, как у экземпляра № 1 *Rh. ledebourii*, поскольку этот показатель повышается в периоды наибольшего напряжения растительного организма: весной во время интенсивного роста, цветения, а также в конце вегетационного сезона и в стрессовых условиях. Например, было отмечено повышение уровня кверцетина в разные периоды вегетации [13], увеличение количества аскорбиновой кислоты в связи с низкими температурами весной и осенью, обратно корреляционная зависимость между содержанием антоцианов в листьях и температурой окружающей среды [6]. Можно предположить, что растения, обладающие наибольшей АОА, являются более приспособленными к стрессу, что позволяет рекомендовать *Rh. ledebourii* № 1 в качестве маточного экземпляра для сбора семян.

2. Антиоксидантная активность (АОА) листьев представителей рода *Rhododendron* (мг/г, стандарт — аскорбиновая кислота)

Вид	АОА
<i>Rh. ledebourii</i> №1	$6,02 \pm 0,03$
<i>Rh. ledebourii</i> №2	$5,82 \pm 0,03$
<i>Rh. ledebourii</i> №3	$5,94 \pm 0,02$
<i>Rh. sichotense</i>	$5,75 \pm 0,03$

Выводы

Таким образом, при изучении влияния предпосевной обработки, качества субстрата и способа выращивания рододендронов вскрыты следующие закономерности: наибольшим размером характеризовались сеянцы, выросшие из семян обработанных 3 % перекисью водорода, распикированные на верховой торф с кислой реакцией — рН=4–5 слоем 15 см.

При одинаковой площади питания и реакции субстрата, выращенные в ящике непикированные сеянцы *Rh. ledebourii* были достоверно выше распикированных. После предпосевной обработки семян 3 % перекисью водорода у проростков и сеянцев развивалась более мощная корневая система, более длинные и разветвленные корни, что свидетельствует об успешной преадаптации.

Предпосевная обработка семян 3 % перекисью водорода может использоваться для повышения устойчивости и адаптации растений-озеленителей к условиям городской зоны.

Выявление резистентных форм растений *Rh. ledebourii* может быть осуществлено на основании показателей уровня антиоксидантной активности с последующим отбором наиболее адаптированных экземпляров растений для последующего их использования для размножения в качестве маточников.

Список использованных источников

1. Симонова Л. И. Вегетативное размножение рододендронов в условиях Ботанического сада ВГУ/Л. И. Симонова, Е. А. Николаев // Проблемы интродукции и экологии Центрального Черноземья: Сб. науч. тр. Воронежского ГУ, 1997. — С. 24–27.
2. Высоцкий А. А. Проблема заражения тяжелыми металлами почв сельскохозяйственных предприятий / А. А. Высоцкий, Е. А. Высоцкая // Наука и образование на службе лесного комплекса (к 75-летию ВГЛТА): материалы Международ. науч.-практ. конф. 26–28 октября 2005 г. — Воронеж, 2005. — С. 58–62.
3. Кондратович Р. Я. Рододендроны / Р. Я. Кондратович. — Рига: Зинантне, 1981. — 231 с.
4. Овчинникова Т. А. О возможности индикации очищения почвы после разовых фенольных загрязнений / Т. А. Овчинникова // Интродукция, акклиматизация, охрана и использование растений: межвузовский сборник. — Куйбышев, 1990. — С. 138–141.
5. Позолотина В. Н. Современные уровни радионуклидного загрязнения ВУРСа и биологические эффекты в локальных популяциях *Plantago major* L./ В. Н. Позолотина, И. В. Молчанова, Л. Н. Михайловская, Е. В. Ульянова // Экология. — 2005. — № 5. — С. 353–361.
6. Горюнова Ю. Д. Влияние экологических факторов на содержание в растениях некоторых антиоксидантов: автореф. дис. ... канд. биол. наук: по специальности 03.00.16 — экология и 03.00.12 — физиология и биохимия растений / Ю. Д. Горюнова. — Калининград, 2009. — 22 с.
7. Кулаичев А. П. Методы и средства комплексного анализа данных: учебн. пособие / А. П. Кулаичев. — [4-е изд., перераб. и доп.]. — М.: ФОРУМ: ИНФА-М, 2006. — 512 с.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. — М.: Высшая школа, 1990. — 352 с.
9. Определение антиоксидантной активности пищевых продуктов с использованием индикаторной системы Fe (III)/Fe (II)-органический реагент / З. А. Темердашев, Н. В. Храпко, Т. Г. Цюпко и др. // Заводская лаборатория. Диагностика материала. — 2006. — 11. — Т. 72. — С. 15–19.
10. Брянцева З. Н. Химическое регулирование ростовых и репродуктивных процессов / З. Н. Брянцева, З. Н. Галачалова, Г. А. Махоткина // Растительные богатства Сибири. — Новосибирск: Наука, 1971. — С. 214–226.
11. Брянцева З. Н. Ростовые и метаболические реакции растений кукурузы при внекорневом введении 2,4-Д и минеральных солей / З. Н. Брянцева // Физиологические механизмы адаптации и устойчивости у растений. Новосибирск: Наука, 1973. — С. 244–256.
12. Физиологические исследования в связи с решением вопросов интродукции и акклиматизации растений в Западной Сибири / З. Н. Брянцева, А. Ф. Климаченко, А. Н. Новоселова и др. // Интродукция растений в Сибири. — Новосибирск: Наука, 1977. — С. 175–204.
13. Гульшина В. А. Биология развития и особенности биохимического состава сортов амаранта в Центрально-Черноземном регионе России: автореф. дис. ... канд. биол. наук: по специальности 06.01.13. — Лекарственные и эфирномасличные культуры / В. А. Гульшина. — Москва, 2008. — 25 с.

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РОДОДЕНДРОНІВ НА ЕКОЛОГІЧНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Баранова Т. В.
Воронезький державний університет

Передпосівна обробка насіння *Rhododendron* 3% розчином перекису водню сприяла збільшенню надземної та підземної частини рослини. Пропонується використовувати передпосівну обробку насіння 3% розчином перекису водню для добору більш стійкого до умов технологічного тиску рослинного матеріалу.

INCREASE OF RHODODENDRON L. GENUS REPRESENTATIVES RESISTANCE ON ECOLOGICALLY CONTAMINATED AREAS

Baranova T. V.
Voronezh State University

Presowing 3% solution of hydrogen peroxide treatment of *Rhododendron* seeds increases the over ground and underground part of plant. Method of the presowing 3% solution of hydrogen peroxide treatment is proposed for choice the more resistant plant material to conditions of technological pressure.

УДК 58.036.5.581.712.4

Вегера Л. В.
Національний дендропарк «Софіївка» НАН України

ЗИМОСТІЙКІСТЬ ІНТРОДУЦЕНТІВ РОДУ *RHODODENDRON* L. В УМОВАХ ДЕНДРОПАРКУ «СОФІЇВКА» НАН УКРАЇНИ

Наведено результати досліджень зимостійкості видів, форм і сортів роду *Rhododendron* L. в умовах Національного дендропарку «Софіївка» НАН України. Проведено розподіл їх на групи рівнів стійкості до низьких температур повітря в зимовий період та стійкості до весняних заморозків.

Вступ

Витривалість до низької температури повітря і ґрунту у видів роду *Rhododendron* L., яких у світовій дендрофлорі відомо понад 1300, є різною, однак більшість високогірних видів з північних ареалів здатні витримувати низькі температури в районах помірних широт без захисту, а види південніших ареалів — із захистом кореневої системи чи крони куща. У поясі помірних широт умови зимового періоду визначають можливість інтродукції багатьох видів і сортів рододендронів [9].

Комплекс чинників зимового періоду центральної частини Правобережного Лісостепу України, де розміщений Національний

дендропарк «Софіївка», включає: мінімальні зимові температури, наявність ранніх осінніх і пізніх весняних заморозків, перепади температур у зимовий період, тощо. Часто відсутність цвітіння і плодоношення у рододендронів, які досягли генеративної фази розвитку, вказує на невідповідність екологічних умов місцезростання вимогам інтродуцента, зокрема, можливість протистояти несприятливим зимовим чинникам даного району.

Під час досліджень нами були враховані кліматичні фактори району інтродукції, де помірний і м'який клімат, а середня багаторічна температура становить +7,2°C. Сума днів із середньою добовою температурою нижче