



И. К. Володько, Ж. А. Рупасова, В. В. Титок

**ЭКОЛОГО-
БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ
ИНТРОДУКЦИИ
РОДОДЕНДРОНОВ
(*RHODODENDRON* L.)
В УСЛОВИЯХ
БЕЛАРУСИ**



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Центральный ботанический сад

И. К. Володько,
Ж. А. Рупасова,
В. В. Титок

**ЭКОЛОГО-
БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ
ИНТРОДУКЦИИ
РОДОДЕНДРОНОВ
(*RHODODENDRON L.*)
В УСЛОВИЯХ
БЕЛАРУСИ**

Под редакцией академика В. И. Парфенова

Минск
«Беларуская навука»
2015

Володько, И. К. Эколого-биологические основы интродукции рододендронов (*Rhododendron L.*) в условиях Беларуси / И. К. Володько, Ж. А. Рупасова, В. В. Титок; под ред. В. И. Парфенова. – Минск: Беларуская навука, 2015. – 269 с. – ISBN 978-985-08-1812-6.

В монографии впервые обобщены результаты многолетних комплексных исследований адаптационного потенциала вечнозеленых и листопадных рододендронов при интродукции в Беларусь. Выявлены генотипические различия в степени зимостойкости и феноритмике сезонного развития, регулярности цветения и плодоношения, особенностях водообмена, размножения и в темпах формирования текущего прироста надземных органов. Научно обоснованы оптимальные уровни влагообеспеченности и кислотности субстрата. Изложены основы агротехники и приемы размножения рододендронов в условиях культуры.

Приведены результаты сравнительного исследования сезонной динамики биохимического состава ассимилирующих и генеративных органов рододендронов. Обоснована перспективность использования конкретных сырьевых частей растений для получения разных субстанций биофлавоноидов. Выявлена высокая устойчивость фармакопейных свойств наиболее перспективных таксонов рододендрона в районе интродукции, обеспечивающая стабильный выход Р-витаминов из их сырьевых частей.

Предназначена для специалистов в области ботаники, интродукции, физиологии и биохимии растений, сельского хозяйства и озеленения.

Табл. 128. Ил. 4. Библиогр.: 257 назв.

Р е ц е н з е н т ы:

доктор биологических наук, профессор А. П. Волюнец,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент Н. В. Кухарчик

ОТ РЕДАКТОРА

Одним из наиболее интересных объектов интродукции в условиях Беларуси является декоративный кустарник *Rhododendron L.*, который может рассматриваться также в качестве потенциального источника лекарственного сырья благодаря высокому содержанию в надземных органах биологически активных соединений разной химической природы. В монографии обобщены результаты многолетних режимных наблюдений авторов за коллекцией рододендронов Центрального ботанического сада НАН Беларуси, включающей более 80 видов и сортов, убедительно показавшие, что природные условия Беларуси обеспечивают у большинства представленных в ней таксонов прохождение полного жизненного цикла развития. Авторами выявлены выраженные генотипические различия степени зимостойкости и феноритмики сезонного развития, регулярности цветения и плодоношения, темпов формирования текущего прироста надземных органов рододендронов, определяемые видоспецифичностью требований интродуцентов к сочетанию погодных условий и уровню освещенности.

В книге рассмотрен широкий круг вопросов, связанных с интродукцией представителей данного рода в нашей стране и за рубежом, дана комплексная оценка богатого коллекционного фонда рододендронов Центрального ботанического сада НАН Беларуси, на базе которого выполнены оригинальные эколого-биологические исследования особенностей развития этих чрезвычайно интересных растений. Авторами установлено, что листопадные виды рододендрона обладают значительно большей устойчивостью к низким температурам воздуха в зимний период по сравнению с вечнозелеными, среди которых зимостойкими оказались лишь 6 сортов данной группы.

Для 17 видов рододендрона из коллекции ЦБС НАН Беларуси получены индивидуальные RAPD-спектры по 5 праймерам, на основании которых составлены многолокусные генетические паспорта каждого вида. Найден видоспецифичные уникальные фрагменты, которые могут быть использованы в качестве маркеров для видовой идентификации данных растений.

В результате многолетних исследований параметров развития вегетативных органов 10 листопадных и вечнозеленых видов рододендрона в широком интервале изменения уровней кислотности и влагообеспеченности почвенного

субстрата авторами установлены оптимальные диапазоны данных средообразующих факторов. Вместе с тем ими выявлены существенные различия ответной реакции исследуемых таксонов рододендрона на изменение приведенных параметров, что свидетельствует о наличии определенной видоспецифичности их отношения к последним. Это необходимо учитывать при введении рододендронов в культуру.

Разработана эффективная технология микроклонального размножения перспективных для культивирования в условиях Беларуси сортов рододендрона и получены экспериментальные партии их посадочного материала. Большое научное и практическое значение представляют исследования водного обмена ассимилирующих органов рододендронов в условиях разного по продолжительности действия дефицита влаги, а также вопросы их семенного размножения.

Важнейшим аспектом интродукционных исследований с представителями рода *Rhododendron* является комплексная оценка биохимического состава их вегетативных и генеративных органов в многолетнем цикле наблюдений, поскольку крайне неустойчивый характер погодных условий в период вегетации растений, свойственный белорусскому региону, может заметно повлиять на темпы накопления органических соединений и тем самым оказать корректирующее действие на фармакопейную ценность их лекарственного сырья. Изучение же данного вопроса позволило авторам выявить таксоны рододендрона наиболее перспективные для возделывания не только по содержанию в надземных органах полезных веществ, но и по степени устойчивости их биохимического состава к комплексному воздействию метеорологических факторов в районе интродукции.

В связи с этим исследования, выполненные авторским коллективом по комплексной оценке биохимического состава сырьевых частей рододендрона в местных условиях, являются весьма актуальными. В работе впервые показаны особенности биохимического состава ассимилирующих и генеративных органов отдельных таксонов рододендрона в новых для них почвенно-климатических условиях существования, с оценкой характера ответной реакции на воздействие абиотических факторов.

Особый научный интерес в работе представляют результаты сравнительного исследования сезонной динамики биохимического состава вечнозеленых и листопадных видов рододендрона по широкому спектру показателей в контрастные по гидротермическому режиму сезоны. Это позволило выявить среди них таксоны с наибольшим содержанием самых ценных в физиологическом плане соединений – витаминов, органических кислот, углеводов, фенольных соединений, в первую очередь биофлавоноидов с их Р-витаминной активностью, эфирных масел и макроэлементов. Наряду с этим авторам удалось на основании сравнения уровней вариабельности количественных показателей биохимического состава надземных частей исследуемых объектов в таксономических рядах и в многолетнем цикле наблюдений выявить показатели, обладающие наибольшей и соответственно наименьшей степенью зависимости от

генотипа и абиотических факторов и обозначить при этом объекты с наиболее высокой устойчивостью к ним качественных характеристик их сырьевых частей. Важное теоретическое и практическое значение имеет установленная авторами более выраженная зависимость биохимического состава надземной сферы в целом от гидротермического режима сезона у листопадных видов, нежели у вечнозеленых.

Достоинством этой работы является не только ее научная, но и прикладная направленность, подтверждаемая научным обоснованием целесообразности включения в сырьевую базу лекарственных растений Республики Беларусь интродуцированных видов рододендрона в качестве источников Р-витаминов для фармацевтической промышленности.

Приведенные в работе результаты исследований базируются на объеме аналитической информации и результатах многолетних режимных наблюдений, обработанных современными методами статистического анализа, что свидетельствует о высоком уровне их достоверности. Все положения в книге логичны и взаимосвязаны, подходы к анализу материалов исследований отличаются оригинальностью и убедительностью аргументации.

Академик В. И. Парфенов

ВВЕДЕНИЕ

Рододендрон (лат. *Rhododendron* L.) – наиболее многочисленный род растений семейства *Ericaceae* (Вересковые), насчитывающий около 1300 дикорастущих видов, из которых в садоводстве используется около половины, и более 10 000 сортов. Представители этого рода обладают рядом полезных свойств, являясь лекарственными, дубильными, эфиромасличными растениями, сырье которых с давних пор востребовано в народной медицине для лечения разных патологий [3, 9, 11, 75, 129], а их газоустойчивость в сочетании с высокой декоративностью позволяет использовать рододендроны в озеленении городов и промышленных центров [145].

Коллекция рододендронов Центрального ботанического сада НАН Беларуси, представленная 40 видами и 42 сортами, является одной из наиболее оригинальных в составе генофонда этого старейшего научного центра. За исключением рододендрона желтого (*Rhododendron luteum* Sweet.), естественно произрастающего на юге республики [117], остальные таксоны данного рода интродуцированы из других регионов, расположенных в пределах двух континентов – Северной Америки и Евразии.

Начало формирования данной коллекции было положено в конце 60-х гг. XX в., и за полувековой период ее существования многие виды рододендрона прошли длительные интродукционные испытания, что позволило классифицировать их по степени перспективности для выращивания в условиях Беларуси [20, 30]. В последнее десятилетие коллекция рода была пополнена сортовыми рододендронами, полученными в основном из питомников Польши и Германии, с которыми проводятся комплексные исследования адаптивного потенциала в районе интродукции, что позволит оценить их перспективность для культивирования в нашей республике. Наряду с изучением характера приспособительных реакций интродуцентов к новым условиям существования значительное внимание в этих исследованиях уделяется определению их ростовых и биопродукционных характеристик, а также разработке основных технологических приемов ускоренного размножения наиболее перспективных из них в целях обеспечения внутренних потребностей страны в собственном посадочном материале.

Общеизвестно, что растения рододендрона обладают широким спектром лечебного действия на человеческий организм, что позволяет их рассматривать

в качестве перспективных природных источников лекарственного сырья. Вместе с тем информация о биохимическом составе их надземных частей представляется весьма фрагментарной и не дающей ответа на многие вопросы, связанные с региональными особенностями его формирования. Это и побудило авторов провести сравнительное исследование параметров накопления широкого спектра полезных веществ в отдельных органах вечнозеленых и листопадных видов рододендронов в условиях Беларуси на отдельных этапах их сезонного развития.

В монографии приведены результаты многолетних комплексных исследований интродуцированных в условиях Беларуси представителей рода *Rhododendron*, выполненных в рамках ряда научных программ, в том числе при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Б08-057), сотрудниками Центрального ботанического сада НАН Беларуси и Полесского государственного университета, позволившие обозначить наиболее перспективные среди них для введения в промышленную культуру по адаптационным, биопродукционным и биохимическим характеристикам.

Значительный вклад в выполнение исследований внесли научные сотрудники этих учреждений – кандидат биологических наук Т. И. Василевская, Н. П. Варавина, Н. Б. Криницкая, А. Л. Гулис, кандидат биологических наук А. А. Волотович, О. А. Кудряшова, В. Л. Филипеня и Ж. Д. Алферович, за что авторы им искренне признательны. Особую благодарность авторы выражают кандидатам биологических наук Т. В. Курлович и В. А. Тимофеевой за предоставленную научную информацию по агротехнике выращивания рододендронов, С. М. Кузьменковой и Г. С. Бородич за фотоматериалы, А. М. Бубновой за техническую помощь в оформлении рукописи.

Авторы искренне признательны за труд по редактированию и рецензированию монографии академику В. И. Парфенову, доктору биологических наук, профессору А. П. Волынцу и доктору сельскохозяйственных наук, доценту Н. В. Кухарчик.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ И ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Систематическое положение и географическое распространение представителей рода *Rhododendron* L.

Одним из крупнейших родов семейства *Ericaceae* (Вересковые) является род *Rhododendron* L. включающий, по разным оценкам, полученным в основном в 50–60-е гг. XX в., от 200 до 1300 видов [48, 79, 80, 157, 160, 179, 180, 183, 191, 195, 197, 206, 207, 215, 217, 219, 224, 226, 228, 234, 237, 241, 249]. Из-за большого числа видов, разнообразия размеров и форм куста, листьев и цветков этой чрезвычайно декоративной группы растений, а также наличия в природе большого количества ее естественных гибридов, систематика рододендронов сложна и еще недостаточно разработана [193, 199, 235, 248, 256, 257]. Попытки систематизации представителей данного рода предпринимались учеными разных стран еще со времен К. Линнея [247]. Не углубляясь в историю изучения данного вопроса, отметим, что каждый подход в его решении имел свои достоинства и недостатки. В настоящее время за рубежом наиболее известна разработанная А. Гофф система [204, 205, 241, 242], основанная на специфике анатомических особенностей растений, в том числе характере опушения их отдельных органов, и являющаяся своеобразным ключом к определению широко используемых в селекции и озеленении 250 видов рододендронов. В данной системе, весьма удобной для практического использования, были учтены отдельные положения ранее существовавших систем, предложенных Дж. Стивенсоном, И. Коуэном и Х. Слеймером [241, 247]. Заметим, что именно на основе этой системы рода *Rhododendron* составлены наиболее точные справочники по декоративному садоводству в странах дальнего зарубежья [228].

Классификация данного рода, разработанная советской школой ботаников-систематиков еще в 50-е гг. XX в. [48, 157], основана на подразделении рода на 9 подродов и отличается от зарубежной отсутствием выделения секций в пределах подродов. Данная система содержит ключ к определению 56 видов дикорастущих рододендронов и широко применяется в странах СНГ [11, 64, 145, 163].

Все представители рода *Rhododendron*, являющиеся вечнозелеными, полувечнозелеными или листопадными кустарниками, кустарничками и реже деревьями, обладают рядом общих признаков, подробно описанных отечественными и зарубежными авторами [48, 157, 180, 183, 215, 217]. В обобщенном же виде можно заключить, что все таксоны данного рода характеризуются

опушенными или покрытыми чешуевидными железками, голыми побегами и почками с черепитчато расположенными чешуями. Листья – многолетние, двулетние или однолетние поочередные, нередко сближенные на концах побегов, обычно цельнокрайние, реже мелкопильчатые, варьирующие по форме, размерам, характеру и степени опушения, короткочерешковые или почти сидячие, реже длинночерешковые. Цветочные почки верхушечные, одиночные, реже боковые, в основном многоцветковые. Поражает многообразие формы цветков. Чашечка маленькая, пятираздельная или пятинадрезная, с более или менее развитыми долями или со слабо заметными зубцами. Венчик зигоморфный или почти правильный, колесовидный, широковоронкообразный, воронкообразный с широкой трубкой или колокольчатый, иногда трубчатый, как правило, 5-лопастной, реже 6–10-лопастной, равномерно окрашенный, с крапинками или пятнами на внутренней стороне верхних долей или в зеве. Тычинок 5–10, иногда до 20, выставляющихся из трубки венчика или заключенных в ней, одинаково развитых, реже разной длины. Гнезда пыльников без придатков открываются круглым отверстием на верхушке. Завязь 5- или 6–10-гнездная. Плод – коробочка (яйцевидная или цилиндрическая) 5-, реже 6–10-створчатая, раскрывается сверху вниз растрескиванием перегородок, многосемянная. Семена мелкие, многочисленные, 0,5–2,0 мм длиной, палочковидные до яйцевидных, светло- или темно-коричневые, блестящие.

Родиной большинства известных видов рододендронов является Восточная Азия, откуда их природный ареал распространяется на запад до Кашмира, на север и восток через Корею и Японию до Камчатки, Восточно-Сибирского и Охотского морей, а также на юг до Новой Гвинеи и северной Австралии [180, 181, 183–186, 189, 198, 203, 251, 252]. Известно также, что в природе на европейском континенте встречается лишь 10 видов рододендронов, тогда как на североамериканском их значительно больше – до 29 видов, причем в Южной Америке и Африке их не выявлено вовсе. На основе этой информации немецкими дендрологами И. Бергом и Л. Хефтом [188, 189, 191, 192] выделены 7 основных областей природного распространения рододендронов: 1) Гималаи, Западный и Центральный Китай; 2) прибрежные районы Китая; 3) Северо-Восточная Азия; 4) Япония; 5) Малайский архипелаг; 6) Европа; 7) Северная Америка.

Природный ареал распространения рододендронов в основном приурочен к областям с холодным и умеренным климатом и крайне редко их можно встретить в горных районах тропиков. В зимний период года они способны выдерживать без заметных повреждений крайне низкие температуры воздуха, вплоть до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, но вместе с тем большинство дикорастущих видов данного рода предпочитает горные и прибрежные районы, примыкающие к крупным водным бассейнам, обеспечивающим значительное количество осадков и повышенную влажность воздуха. Есть среди рододендронов гигромезофиты, мезофиты и ксеромезофиты [123].

Растения рододендронов обладают весьма компактной корневой системой, сосредоточенной в незначительном объеме почвы, поэтому ее верхний слой должен быть достаточно плодородным, умеренно влажным, отличаться рыхлым сложением и обладать при этом высокой водо- и воздухопроницаемостью, что и характерно для мест их естественного произрастания. Поскольку рододендроны, как и все виды семейства *Ericaceae*, связаны в питании с эндотрофной микоризой, требующей для своего развития кислой среды, то для подавляющего большинства из них оптимальной является реакция почвенного раствора в пределах 4,5–5,5 единиц pH [75]. Что касается условий освещения, то некоторые виды способны обитать при полном солнечном освещении, тогда как другие, произрастающие на северных склонах гор, напротив, развиваются в полутени, как эпифиты, на деревьях или формируют подлесок под пологом леса.

Диапазон природных условий в естественных ареалах произрастания рододендронов оказался достаточно широким, что свидетельствует о благоприятных предпосылках для интродукции и введения их в культуру во многих странах мира.

1.2. История культуры рододендронов в странах дальнего и ближнего зарубежья

История культуры рододендронов тесно связана с интродукцией дикорастущих видов, начало которой было положено в 1734 г. в странах Западной Европы, главным образом в Англии [223]. При этом обширные коллекции видов и сортов рододендронов создавались как в ботанических садах и дендрариях, так и находили применение в садово-парковом искусстве. Исторически сложилось так, что наиболее полно они представлены в Ботаническом саду Кью и в Ботаническом саду Королевского садоводческого общества (Англия), в Эдинбургском ботаническом саду (Шотландия), в саду Боскоопской садоводческой школы (Голландия), а также в ботанических садах и парках Италии, Австрии, Швеции и других европейских стран [28, 162, 187, 200, 223, 238, 240]. Наиболее известными являются коллекции рододендронов, созданные в прошлом столетии в Бремене, Дортмунде, Мюнхене и насчитывающие сотни видов и сортов этого необычайно декоративного рода [201].

Работа по выявлению и интродукции новых видов рододендронов, начатая еще три столетия назад, успешно продолжалась и в XX в. благодаря усилиям ряда европейских исследователей – Э. Вильсона, Г. Форреста, Ф. Кингдон-Уорда, Дж. Рока, К. Шнейдера, позволивших уже к 1930-м гг. в основном завершить открытие новых видов. Весьма успешными в выявлении тропических, эпифитных крупноцветных видов рододендронов оказались экспедиции Э. Кокса, Дж. Хатчинсона и Х. Слеймера, предпринятые в начале 1960-х гг. в Новую Гвинею и Малайзию.

Вопросами интродукции дикорастущих видов рододендронов в 50–70-е гг. XX в. успешно занимались многие зарубежные и отечественные специалисты,

о чем свидетельствует большое количество публикаций на эту тему [2, 5, 8, 10, 13, 48, 58, 64, 66, 72, 74, 77, 85, 86, 95, 97, 125, 145, 146, 159, 165, 166, 178, 182, 202, 209, 213, 222, 227, 230].

Несмотря на то, что в настоящее время известно уже более 1200 видов дикорастущих рододендронов, в декоративном садоводстве используется не более половины из них, что указывает на наличие определенных резервов в этом плане. Наиболее декоративные и интересные виды рододендронов участвуют в селекционном процессе, позволившем уже получить более 10 000 их новых высокодекоративных сортов [194].

Начало интродукции рододендронов в России, как и в большинстве европейских стран, относится к концу XIX в. [11]. Большой вклад в развитие этих исследований внесли ученые-садоводы Э. Регель, В. Кессельринг, К. Миллер, А. Грелль, П. Золотарев и Э. Вольф, благодаря их трудам были получены зимостойкие гибриды рододендронов, доказана возможность успешного культивирования этих растений в северо-западных районах России и разработаны эффективные способы их размножения [75]. В результате планомерной работы большинство видов рододендронов из природной флоры СССР в настоящее время интродуцировано, испытано в культуре и широко представлено в коллекциях ботанических садов и гербариев в большинстве стран СНГ. По данным М. С. Александровой [11], из отечественных видов особенно часто встречаются рододендрон желтый, даурский, кавказский, реже – понтийский, Ледебура, Шлиппенбаха, остроконечный, Смирнова и золотистый, редко – камчатский, мелколистный, сихотинский, Кочи, Унгерна и крайне редко – Адамса, Фори, Чоносого и Редовского. При этом наиболее обширный ареал занимает рододендрон желтый, отличающийся в культуре обильным цветением и плодоношением. Рододендрон даурский в культуре наиболее часто встречается в Сибири и на Дальнем Востоке, однако в средней полосе России и в Прибалтике, из-за резких перепадов температур в зимнее время года у него вымерзают цветочные почки, что существенно снижает его декоративность в период цветения. Наиболее же пригодным для культивирования в этих районах является рододендрон Ледебура [145].

В настоящее время самыми признанными на постсоветском пространстве являются коллекции рододендрона, созданные в Риге, Киеве, Львове, Москве, Нижнем Новгороде [4, 6, 12, 24–27, 56, 59, 60, 74, 75, 77, 96, 109, 126]. Как видим, наиболее крупные из них сосредоточены в основном в его европейской части и практически отсутствуют на территории Сибири. При этом нельзя не отметить, что в последние годы заметно активизировалась работа иркутских ученых по интродукции и введению в культуру ряда таксонов рододендронов в Восточной Сибири [154].

Вместе с тем география и спектр исследований в области интродукции рододендронов весьма широки. Известны работы НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко по выявлению эколого-биологических особенностей рододендронов на юге Западной Сибири [133]. В Ботаническом саду БИН РАН ана-

логичные исследования проводятся в северо-западных районах России [156]. В республике Марий Эл весьма активно ведутся работы по совершенствованию агротехники выращивания рододендронов [51]. Интересные исследования зависимости периода прорастания семян и роста сеянцев разных видов рододендронов от климатической зоны их происхождения осуществляются в Центральном Черноземье [32]. Ученые Уральского научного центра РАН занимаются вопросами феноритмики сезонного развития видов данного рода в условиях Башкирии [113].

В последние десятилетия весьма успешными оказались работы наших дальневосточных коллег из Ботанического сада – института ДВО РАН по интродукции и оценке адаптационного потенциала рододендронов в южном Приморье [73, 123]. На базе созданной ими коллекции из 45 видов и форм представителей этого рода обстоятельно исследованы ритмы сезонного развития интродуцентов, особенностей их семенного и вегетативного размножения, разработаны агротехнические приемы возделывания в культуре и обозначены основные факторы, препятствующие этому процессу.

Однако наибольший интерес для нас представляют результаты интродукционных исследований в Литве и Латвии, характеризующихся выраженным сходством почвенно-климатических условий с Белорусским регионом, и показавшие успешность культивирования рододендронов в данных условиях [45]. Наиболее обстоятельно они представлены в монографии Р. Я. Кондратовича [75]. По его сведениям, несмотря на то, что уже к середине 1930-х гг. в Ботаническом саду Латвийского госуниверситета им. П. Стучки уже была создана обширная коллекция рододендронов, систематическая и планомерная работа по их интродукции и селекции началась лишь в 60–70-е гг. XX в., тогда как ранее она носила эпизодический характер и основывалась на энтузиазме отдельных специалистов-ботаников. Основной акцент в этой работе был направлен на активизацию интродукции диких видов и исследование их адаптивных возможностей в районе интродукции, а также на выведение местных зимостойких и высокодекоративных сортов рододендронов. Для выявления наиболее перспективных видов был использован метод интродукции филогенетических комплексов, предложенный академиком Ф. Н. Русановым и основанный на привлечении в исследования всех или большей части видов интересующего родового комплекса, обладающих необходимым набором хозяйственно ценных признаков [130]. По результатам оценки ответной реакции максимального количества видов на новые, одинаковые для всех тестируемых объектов экологические условия, для дальнейшей работы из 102 видов рододендронов, привлеченных из многих стран мира, были отобраны 76, отличавшихся отсутствием аномалий в развитии, высокими зимостойкостью и декоративностью и нашедших позднее применение в озеленении городов Латвии [79, 80, 84, 210, 211, 215, 217–219]. На основе многолетних исследований роста и развития растений, а также ряда физиолого-биохимических характеристик их ассимилирующих органов была дана оценка адаптационного потенциала данных так-

сонов рододендронов в новых условиях существования [38, 48, 74, 77, 78, 82, 85, 86, 210, 212–216]. В дальнейшем были исследованы адаптивные возможности свыше 200 видов рододендронов, примерно 100 из которых были признаны перспективными для выращивания в климатических условиях республики.

В соответствии с принципами классификации рододендронов, предложенной А. Гофф [242], в основу которой, напомним, положен такой характерный и постоянный морфологический признак, как опушение, латвийскими учеными были разработаны таблицы для определения культивируемых в республике диких видов [75], позволившие определить 93 таксона.

Начиная с 70-х гг. XX в. ими ведется также активная селекционная работа по выведению новых высокодекоративных и зимостойких сортов рододендронов открытого грунта. Значительные достижения Ботанического сада ЛГУ им. П. Стучки в области интродукции и селекции этих чрезвычайно популярных растений вызвали большой интерес к тиражированию последних в ряде хозяйств Латвии, чему в немалой степени способствовало применение разработанной в этом научном центре высокоэффективной технологии их семенного размножения, позволившей, к примеру, в Тукумском питомнике ежегодно реализовывать до 6–8 тыс. саженцев. Производством посадочного материала рододендронов занимаются многие сельскохозяйственные предприятия разных форм собственности, питомники и лесхозы республики. Для активизации этой деятельности и решения ряда научных и практических задач, при Ботаническом саду ЛГУ им. П. Стучки был создан специализированный селекционно-экспериментальный питомник рододендронов площадью 12 га.

Поскольку в климатических условиях Латвии, как, впрочем, и Беларуси, критическим периодом для интродуцентов является зима, то значительное внимание в работах наших латвийских коллег было отведено исследованию зимостойкости рододендронов. Ведь общеизвестно, что для успешной перезимовки они должны своевременно завершить ростовые процессы, закалиться, войти в состояние глубокого покоя и осуществить перестройку метаболизма с целью обеспечения максимального уровня морозо- и зимостойкости. В связи с этим латвийскими коллегами были проведены исследования особенностей водного режима, углеводного обмена, ферментативной активности и ряда других характеристик рододендронов, результаты которых приведены в научных публикациях [48, 75, 78, 80, 82]. Их авторам на экспериментальном материале удалось выявить приспособительные физиологические механизмы адаптации этих растений к специфическим экологическим условиям Прибалтийского региона и показать при этом, что несмотря на устойчивость большинства интродуцированных видов рододендрона к низким отрицательным температурам в зимний период, они проявляют повышенную чувствительность к перепадам температур, особенно в весенний период, на что указывает в своей работе и А. Вайнола [254]. При этом большую роль в их зимостойкости играют погодные условия летнего и осеннего периодов предыдущего года.

Значительное внимание в данных исследованиях было уделено особенностям органогенеза растений и возрастным изменениям физиологических характеристик листьев вечнозеленых рододендронов (водного режима, углеводного обмена, состояния пигментного фонда, интенсивности фотосинтеза и ферментативной активности), а также оценке влияния на них ингибитора роста хлорхолинхлорида. Весьма обстоятельно в работе Р. Я. Кондратовича [75] представлены результаты исследования особенностей формирования и дифференциации генеративных органов рододендронов, а также их семеношения, с оценкой роли качества пыльцы в процессе гибридизации. Заслугой автора является научное обоснование основных агротехнических приемов выращивания рододендронов в почвенно-климатических условиях Латвии, с учетом температурного режима и уровня освещенности, характера субстрата, водобеспечения и ряда других факторов. При этом особое внимание им отведено выбору места для посадки растений, а также комплексу мер по уходу за саженцами, формированию куста, внесению минеральных удобрений, периодичности подкормок, приемам семенного и вегетативного размножения, защите и борьбе с патогенами и фитофагами.

Наряду с этим в данной работе представлены результаты латвийских ученых в области селекции рододендронов, направленной на получение высокодекоративных гибридов с повышенной зимостойкостью, а также рекомендации по практическому их применению в зеленых насаждениях.

1.3. Интродукция рододендронов в условиях Беларуси

Успешность интродукции и введения в культуру рододендронов в условиях Беларуси показана в работах ряда исследователей [18, 22, 23, 35, 44, 46, 47, 208, 231, 232]. Целенаправленное же формирование коллекции *Rhododendron* в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси было начато еще в середине 60-х гг. XX в. и связано с именем известного специалиста-интродуктора, кандидата сельскохозяйственных наук И. Е. Ботяновского, впервые высадившего в питомнике привезенные из Таллиннского ботанического сада саженцы 10 видов рододендронов, в том числе *Rh. arborescens* Torr., *Rh. calendulaceum* (Michx.) Torr., *Rh. catawbiense* Michx., *Rh. ferrugineum* L., *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring., *Rh. luteum* Sweet., *Rh. mucronulatum* Turcz., *Rh. schlippenbachii* Maxim., *Rh. smirnowii* Trautv., *Rh. viscosum* (L.) Torr. Следует заметить, что ранее представители этого рода привлекались для формирования географических отделов дендрария лишь попутно с другими древесно-кустарниковыми растениями, причем единичные экземпляры *Rh. catawbiense*, возраст которых превышает 40 лет, сохранились в нем и поныне.

Пополнение видового состава коллекционного фонда представителей рода *Rhododendron* осуществлялось преимущественно за счет получения семян из ботанических учреждений СССР, Германии, Норвегии, США, Японии, Дании, Великобритании и других государств. Наибольший вклад в его формирование внесли поступления семенного генетического материала из ботанических са-

дов Германии, из которого было выращено более трети общего количества таксонов, прошедших первичные испытания в интродукционном питомнике (90 видов и около 30 сортов зарубежной селекции).

Если к концу 80-х гг. XX в. коллекция рододендронов Центрального ботанического сада НАН Беларуси была представлена лишь 49 видами и формами [20], то в начале XXI в. в ней документально зарегистрировано 34 вида, 9 форм и 18 сортов, в том числе 26 вечнозеленых, 5 полувечнозеленых и 37 листопадных таксонов, представляющих 4 подрода: *Rhododendron*, *Pentontheka*, *Tsutsutsi* и *Hymenanthes* [30]. В соответствии с классификацией А. Гофф [241], использованной Р. Я. Кондратовичем [75] при составлении таблиц определения видов, в составе коллекции наиболее многочисленной группой являются бахромчато-волосистые виды (44%), тогда как две остальные группы (клочковато-волосистые и чешуйчатые) представлены в ней в значительно меньшей и примерно одинаковой степени (по 26,5%) (табл. 1.3.1).

Как было показано выше, систематика рода *Rhododendron* сложна и до сих пор окончательно не разработана. Проблема усложняется еще и тем, что в природных местообитаниях встречается довольно много естественных гибридов, а в процессе направленной селекции получены таксоны, наследовавшие признаки, характерные для разных видов [75, 225]. В настоящее время при определении видов ботаники ориентируются не только на морфологические и анатомические признаки растений, но и на данные биохимических и генетических исследований, хотя доля последних все еще несоизмерима мала [225]. Подобный комплексный подход позволяет не только систематизировать виды рододендронов, но и классифицировать их с учетом формового разнообразия, а также их эволюционно-таксономических взаимоотношений внутри рода.

В связи с тем, что часть коллекции рододендронов Центрального ботанического сада НАН Беларуси формировалась спонтанно, и в ряде случаев информация о происхождении их отдельных таксонов уже утрачена, особую актуальность обретают исследования по идентификации, паспортизации и систематизации представителей коллекционного фонда с целью сохранения, селекционного улучшения и обмена генетическим материалом с другими ботаническими учреждениями и держателями коллекций.

В рамках реализации комплексного подхода к решению данного вопроса сотрудниками Центрального ботанического сада была предпринята попытка молекулярно-генетического маркирования коллекции рододендронов с использованием RAPD-метода [65]. Техники маркирования геномов, основанные на полимеразной цепной реакции (ПЦР), такие как RAPD, AFLP, SSRs, ISSR [33, 143, 196, 225, 243, 255] и другие позволяют разрабатывать ДНК-маркеры растительных геномов, которые легко воспроизводить и анализировать. RAPD-метод завоевал лидирующие позиции в выявлении генетического разнообразия растительного материала. В настоящее время RAPD-ПЦР успешно применяется для идентификации генетического полиморфизма огромного числа видов растений в целях классификации, идентификации, паспортизации и т. д. [243].

В качестве объектов данных исследований были привлечены молодые листья 17 видов рододендронов из коллекции ЦБС НАН Беларуси, список и систематическое положение которых, согласно классификации American Rhododendron Society (ARS), представлены в табл. 1.3.2.

Таблица 1.3.2. Систематическое положение привлеченных к исследованию видов рода *Rhododendron*

Подрод	Секция	Вид
<i>Hymenanthes</i>	<i>Ponticum</i>	<i>Rhododendron fortunei</i> Lindl.
		<i>Rhododendron maximum</i> L.
		<i>Rhododendron ponticum</i> L.
		<i>Rhododendron catawbiense</i> Michx.
		<i>Rhododendron smirnovii</i> Trautv.
		<i>Rhododendron williamsianum</i> Rehd. et Wils.
<i>Pentanthera</i>	<i>Pentanthera</i>	<i>Rhododendron luteum</i> Sweet.
		<i>Rhododendron roseum</i> (Loisel) Rehd.
	<i>Rhodora</i>	<i>Rhododendron vaseyi</i> A. Gray
		<i>Rhododendron canadense</i> (L.) Torr. var. <i>albiflorum</i>
	<i>Sciadorhodon</i>	<i>Rhododendron albrechtii</i> Maxim.
	<i>Rhododendron schlippenbaehii</i> Maxim.	
<i>Rhododendron</i>	<i>Rhododendron</i>	<i>Rhododendron ambiguum</i> Hemsl.
		<i>Rhododendron micranthum</i> Turcz.
		<i>Rhododendron mucronulatum</i> Turcz.
		<i>Rhododendron sichotense</i> Pojark.
		<i>Rhododendron kaempferi</i> Planch.
<i>Tsutsusi</i>	<i>Tsutsusi</i>	

Листья фиксировали в насыщенном растворе NaCl/СТАВ по методике [177] в модификации [253], что позволяло очистить поверхность анализируемого материала от вторичных метаболитов и предотвратить последующее бактериальное загрязнение препаратов ДНК и контаминацию при постановке ПЦР. Выделение ДНК из листьев рододендронов осуществляли с использованием СТАВ-метода [190] в модификации [229], предусмотренной для растений с повышенным содержанием вторичных метаболитов. Чистоту и концентрацию препаратов ДНК определяли инструментальным методом на спектрофотометре марки Agilent 8453 (США) с использованием кварцевых кювет объемом 1 мл. ДНК растворяли в ТЕ-буфере, применявшемся в качестве среды, поглощение которой принимали за ноль. Расчет концентрации ДНК проводили на основании закона Бугера–Ламберта–Бера, исходя из того, что одна единица оптического поглощения соответствует концентрации 50 мкг/мл при длине оптического пути 1 см и использовании в качестве растворителя ТЕ-буфера.

Постановку метода ПЦР осуществляли в амплификаторе Eppendorf Mastercycler personal (Германия), для чего были использованы следующие праймеры (в скобках приведены температуры отжига, °C): Oligo 1 – CGTCTGCCCG (43,0), Oligo 2 – GGTCTCTCCC (26,7), Oligo 3 – TCCATGCCGT (37,5), Oligo 8 –

CGCCCCATT (44,9), Oligo 11 – TCCCGAACCG (42,0), Oligo 18 – CAATCGCCGT (37,8), Oligo 91 – CCGAACGGGT (41,4), Oligo 94 – GGACGGGTGC (41,5) [136, 244]. Продукты ПЦР разделяли методом электрофореза в агарозном геле, окрашивали раствором бромистого этидия. Размеры выявляемых RAPD-зон определяли с помощью программного обеспечения Quantity One (фирма «Biorad» (США)).

При проведении RAPD-анализа было испытано 8 произвольных десятичных праймеров, различающихся по нуклеотидной последовательности и по проценту G–C-пар нуклеотидов, 5 из которых характеризовались четкими и воспроизводимыми ПЦР-спектрами и были использованы для дальнейшей работы.

Размер фрагментов амплификации находился в пределах 200–1450 пар нуклеотидов (п. н.). Количество амплифицированных фрагментов в зависимости от праймера варьировалось от 10 до 18. Некоторые праймеры обнаружили уникальные ампликоны, присущие только одному конкретному виду рододендронов, в частности *Rh. ambiguum* – Oligo 1 (1200 п. н.); *Rh. canadense* – Oligo 2 (330 п. н.); *Rh. kaempferi* – Oligo 3 (1280 п. н.); *Rh. luteum* – Oligo 11 (1125 п. н.); *Rh. roseum* – Oligo 3 (220 п. н.). Эти уникальные ампликоны могут быть использованы как ДНК-маркеры для идентификации обозначенных видов.

При этом для каждого из 17 исследуемых видов рододендронов были получены индивидуальные RAPD-спектры по 5 праймерам, на основании анализа которых для каждого из них были составлены многолокусные генетические паспорта, представляющие собой матрицы состояний бинарных признаков, в которых наличие или отсутствие в RAPD-спектрах одинаковых по размеру ампликонов рассматривалось как состояние 1 и 0 соответственно (табл. 1.3.3).

Таблица 1.3.3. Многолокусный генетический паспорт видов рода *Rhododendron* на основе анализа RAPD-спектров

Количество синтеза-руемых нуклеотидов	Вид																
	<i>Rh. albrechtii</i>	<i>Rh. ambiguum</i>	<i>Rh. canadense</i>	<i>Rh. catawbiense</i>	<i>Rh. fortunei</i>	<i>Rh. kaempferi</i>	<i>Rh. luteum</i>	<i>Rh. maximum</i>	<i>Rh. micranthum</i>	<i>Rh. mucronulatum</i>	<i>Rh. ponticum</i>	<i>Rh. roseum</i>	<i>Rh. schlippenbaehii</i>	<i>Rh. sichotense</i>	<i>Rh. smirnovii</i>	<i>Rh. vaseyi</i>	<i>Rh. williamsianum</i>
	Праймер Oligo 1																
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
290	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
345	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
400	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
450	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
510	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
615	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

СОДЕРЖАНИЕ

От редактора	3
Введение	6
Глава 1. Состояние вопроса на современном этапе и обоснование направления исследований	8
1.1. Систематическое положение и географическое распространение представителей рода <i>Rhododendron</i> L.	8
1.2. История культуры рододендронов в странах дальнего и ближнего зарубежья....	10
1.3. Интродукция рододендронов в условиях Беларуси.....	14
Глава 2. Условия, объекты и методы исследований	24
2.1. Характеристика почвенно-климатических условий района интродукции.....	24
2.2. Особенности погодных условий в период исследований биохимического состава рододендронов.....	25
2.3. Объекты и методы исследований.....	26
Глава 3. Эколого-биологические особенности развития таксонов <i>Rhododendron</i> при интродукции в условиях Беларуси	28
3.1. Результаты интродукционных испытаний вечнозеленых и листопадных видов....	28
3.2. Морозоустойчивость растений.....	42
3.3. Влияние физико-химических и водно-физических свойств субстрата на параметры развития вегетативной сферы.....	43
3.4. Генотипические особенности водного обмена ассимилирующих органов.....	50
3.5. Электропроводность тканей ассимилирующих органов.....	60
3.6. Влияние температурного режима на прорастание семян.....	61
3.7. Селекционное улучшение рододендрона.....	63
3.7.1. Внутривидовая изменчивость представителей рода <i>Rhododendron</i>	65
Глава 4. Сезонная динамика биохимического состава ассимилирующих и генеративных органов таксонов <i>Rhododendron</i>	70
4.1. Ассимилирующие органы.....	72
4.2. Генеративные органы.....	92
Глава 5. Влияние гидротермического режима сезона на биохимический состав надземных органов таксонов <i>Rhododendron</i>	111
5.1. Ассимилирующие органы.....	111
5.2. Генеративные органы.....	139

Глава 6. Генотипические особенности биохимического состава надземных органов вечнозеленых и листопадных <i>Rhododendron</i>	163
6.1. Надземные органы рододендронов как сырьевые источники биологически активных соединений	163
6.2. Особенности генотипической изменчивости биохимического состава надземных органов рододендронов	170
6.3. Влияние абиотических факторов на биохимический состав надземных органов рододендронов.....	176
Глава 7. Использование рододендронов в практике зеленого строительства	184
7.1. Декоративное садоводство	184
7.2. Оформление интерьеров	188
7.3. Зимняя выгонка	189
7.4. Выращивание в контейнерах	189
7.5. Выращивание в комнатных условиях (тепличные рододендроны или японские азалии).....	190
Глава 8. Агротехнические приемы выращивания и размножения рододендронов в условиях культуры	193
8.1. Требования к условиям местообитаний.....	193
8.2. Выбор места посадки и подготовка почвы.....	196
8.3. Посадочный материал и высадка растений.....	200
8.4. Полив растений.....	201
8.5. Минеральное питание и применение удобрений	204
8.6. Мульчирование поверхности почвы	206
8.7. Защита от ветра и низких температур	207
8.8. Удаление соцветий и обрезка.....	209
8.9. Болезни и вредители рододендронов.....	210
8.9.1. Болезни неинфекционного характера	210
8.9.2. Инфекционные болезни.....	212
8.9.3. Вредители рододендрона.....	216
8.9.4. Защита растений от болезней и вредителей	219
8.10. Способы размножения рододендронов	222
8.10.1. Генеративное размножение	222
8.10.2. Вегетативное размножение	226
8.10.2.1. Размножение стеблевыми и листовыми черенками	226
8.10.2.2. Размножение отводками	228
8.10.2.3. Размножение делением куста	228
8.10.3. Микрклональное размножение.....	229
8.11. Перспективные для культивирования в Беларуси виды и сорта рододендрона.....	231
Заключение.....	246
Литература.....	256

Научное издание

Володько Иван Казимирович,
Рупасова Жанна Александровна,
Титок Владимир Владимирович

**ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ИНТРОДУКЦИИ РОДОДЕНДРОНОВ (*RHODODENDRON L.*)
В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

Редактор *О. Н. Масухранова*
Художественный редактор *Д. А. Комлев*
Технический редактор *О. А. Толстая*
Компьютерная верстка *Ю. А. Агейчик*

Подписано в печать 09.02.2015. Формат 70×100¹/₁₆. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 21,94+0,65 вкл. Уч.-изд. л. 18,4. Тираж 200 экз. Заказ 17.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/18 от 02.08.2013. Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск.



Володько Иван Казимирович – заместитель директора по научной работе ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», кандидат биологических наук. Известный специалист в области интродукции, декоративного садоводства, физиологии и биохимии растений. Автор 120 научных публикаций, в том числе 3 монографий.



Гупасова Жанна Александровна – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией химии растений ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси». Ученый в области экологии, агрохимии, физиологии и биохимии растений. Основное направление исследований – физиолого-биохимические аспекты развития интродуцированных растений в связи с оценкой адаптационного потенциала в новых условиях существования. Автор более 470 работ, 29 монографий.



Тятюк Владимир Владимирович – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук, директор ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», заведующий лабораторией биоразнообразия растительных ресурсов. Область научных интересов – молекулярно-генетическая идентификация и рациональное использование растительных ресурсов, физиолого-биохимические основы регуляции метаболизма растений. Автор более 340 научных работ, в том числе 11 монографий; автор и соавтор 16 сортов растений, 4 патентов на изобретения.

ISBN 978-985-08-1812-6



9 789850 818126