



УДК 576.32. /36 : 635.9 (2)

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Т.В. БАРАНОВА¹
В.Н. СОРОКОПУДОВ²
А.Г. СТУПАКОВ³

¹⁾ Воронежский государственный университет, 394068, г. Воронеж, ул. Ботанический сад, 1,

²⁾ Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 308007, г. Белгород, ул. Победы, 85

³⁾ Белгородская государственная сельскохозяйственная академия

Изучена антиоксидантная активность некоторых видов рода *Rhododendron*. Установлено, что антиоксидантная активность видоспецифична и зависит от возраста растения.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, антиоксиданты, фенольные вещества

Окислительные повреждения возникают при воздействии различных внешних факторов или при резком изменении физиологического состояния растения. Достаточная устойчивость к ним обусловлена существованием в растительной клетке эффективных защитных систем, основу которых и составляют антиоксиданты. 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 [1]. С другой стороны, практическое использование растений и получаемых из них продуктов с антиоксидантной активностью приобретает все большее значение в современных условиях. Реакция растительного организма на стресс часто сопровождается выработкой фенольных соединений.

Фенольные соединения – интересная группа веществ (вторичные, стрессовые метаболиты), с одной стороны, показывающие стрессовое воздействие на организм, с другой стороны, многие из них проявляют как аллелопатические, так и защитные, антиоксидантные свойства. Значительное количество таких соединений содержится в разных частях хвойных, растениях семейства вересковых и других, например, в побегах и семенах всем известного рода Амарант. Низкомолекулярные фенольные соединения в листьях этих растений представлены флавоноидами, доминирующими компонентами из которых являются рутин, кверцетин и трифолен [2-3]. Листья этого рода содержат комплекс водорастворимых витаминов: аскорбиновую кислоту, ниацин, в том числе витамины группы В. Зеленая масса амаранта метельчатого содержит значительное количество пектиновых веществ. Флавоноиды и пектины, входящие в состав листьев амаранта, обладают антиоксидантной активностью. Антиоксидантное действие флавоноидных соединений происходит благодаря их способности связывать свободные радикалы и образовывать соединения с ионами металлов (меди, железа), лишая их каталитического действия в процессах окисления [4]. Пектины обладают высокой биологической активностью: влияют на рост клеток, предохраняют растения от высыхания, усиливают их засухоустойчивость, зимостойкость, защищают от воздействия патогенов [5].

В связи с поиском источников антиоксидантов для человека, защищающих организм от окислительного стресса, и других биологически активных веществ, имеющих антиканцерогенное действие, возрастает интерес к данной проблеме. Определен компонентный состав эфирных масел можжевельников [6], багульника болотного (и его листьев), выделены и идентифицированы неизвестные ранее для этих видов вещества [7].

Содержание веществ фенольной природы отмечено у различных растений, в том числе ценных декоративных видов из семейства Вересковых, принадлежащих к роду Рододендрон (*Rhododendron* L.) [8, 11]. Данные растения пока нечасто используются в озеленении, но некоторые из них, например, р. Ледебура, даурский, сихотинский, остроконечный, желтый достаточно зимостойки, засухоустойчивы и одновременно проявляют биологическую активность. В составе различных частей растений рода Рододендрон содержатся эфирные масла (рододендрол, рододендрен – до 0,1%), дитерпены, фенолы, андромедотоксин, флавоноиды, стероиды, сапонины, алколоиды, тритерпены, витамины, фенолкарбоновые кислоты, бензойная кислота, адльдегиды, гликозиды. Отмечена высокая способность к синтезу вторичных соединений, в том числе веществ фенольной природы, кверцетина, мирцетина, оксibenзойной, оксикоричной, хлорогеновой кислот у некоторых представителей рода Рододендрон: желтого, японского, Ледебура, Смирнова [8]. Установлен компонентный состав рододендронов Адамса и мелколистного [9]. Например, на севере Европейской части территории бывшего СССР, в местах естественного произрастания листья рододендрона Адамса используются в фиточаях [10]. Рододендрон желтый проявляет аллелопатическую и цитостатическую активность [11], характеризуясь содержанием некоторых ядовитых веществ [10]. Установлено, что его аллелопатическая активность обусловлена наличием веществ фенольной природы (фенолкарбоновых кислот, кверцетина, рутина), аминокислот, лектинов, сапонинов. Последние имеют антибиотическую и антираковую, а лектины проявляют цитостатическую активность. Был отмечен большой цитостатический эффект вытяжек р. желтого по сравнению с другими видами рода [11]. Показано биологически активное действие комплекса веществ вытяжки рододендрона золотистого, мобилизующая системы репарации ДНК и (или) антиоксидантной защиты, что приводило к снятию токсического действия свинца [12]. На фоне действия на клетки растений стресс-факторов (радиации, температуры, нитрат- и нитрит-анионов) и другим автором установлена модифицирующая роль экстракта рододендрона золотистого по отношению к системам антиоксидантной защиты и дифференциальной активности генома, приводящая к повышению их устойчивости [13]. Однако сведения об антиоксидантной активности представителей рода Рододендрон в литературе отрывочны, а у некоторых данные параметры не изучены. В связи с этим целью нашей работы являлось изучение антиоксидантной активности некоторых видов рода *Rhododendron*.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использовались нескольких видов рода Рододендрон: р. даурский (*Rhododendron dauricum* L), р. Ледебура (*Rh. ledebourii* *Pojark.*), р. сихотинский (*Rh. sichotense* *Pojark.*), р. остроконечный (*Rh. mucronulatum* *Turcz.*), р. желтый (*Rh. luteum* Sweet), р. ноготковидный (*Rh. calendulaceum* (Michx.) Torr.), произрастающие в Ботаническом саду Воронежского госуниверситета. У Р. Ледебура изучали 3 экземпляра в отдельности. Родендроны–кустарники возрастом 30 лет, за исключением р. желтого, у которого исследовали 5- и 30-летние растения, и 5-летнего р. ноготковидного. Было обнаружено большее количество фенольных соединений в листьях, чем в корнях [11] и стеблях за исключением р. Ледебура, у которого отмечалось практически одинаковое их содержание во всех частях растения [8]. Материалом исследования служили листья рододендронов, которые собирали в конце сентября, когда, по литературным данным, отмечается второй пик антиоксидантной активности у некоторых древесных растений [1]. Ранее было выявлено высокое содержание фенольных соединений и два пика аллелопатической активности р. желтого: в июле и октябре [11]. Определение АОА рододендронов проводили по методике определения антиоксидантной активности пищевых продуктов с использованием индикаторной системы Fe (III) / Fe (II) [14], впервые модифицированной непосредственно для них. Оценивали АОА по сравнению со стандартом, которым в наших исследованиях служила аскорбиновая кислота.



Результаты и их обсуждение

Таблица 1

Антиоксидантная активность (АОА) представителей рода рододендрон (*Rhododendron* L.) (у.е.)

Название вида	АОА
Р. даурский	5.63±0.02
Р. желтый (5 лет)	6.45±0.03
Р. желтый (30 лет)	5.55±0.02
Р. Ледебура 1	6.02±0.03
Р. Ледебура 2	5.82±0.03
Р. Ледебура 3	5.94±0.02
Р. ноготковидный	6.36±0.03
Р. остроконечный	5.68±0.02
Р. сихотинский	5.75±0.03

*Примечание: 1 у.е. соответствует активности, эквивалентной антиоксидантной активности стандарта – 1 мг аскорбиновой кислоты.

АОА в листьях кустарников рода *Rhododendron* колебалась в зависимости от вида, возраста растений, индивида (табл. 1). Данный показатель несильно отличался (в пределах 0,3 – 0,5 у.е.) у разных видов и практически не различался у одновозрастных р. желтого и р. ноготковидного. Однако у 5-летних экземпляров р. желтого АОА была почти на 1 у.е. выше, чем у 30-летних особей того же вида. Это свидетельствует о снижении АОА по мере приспособления растений к условиям окружающей среды и в связи с процессами старения. Это согласуется с данными других авторов, которые экспериментально показали снижение содержания фенольных соединений и обусловленной ими аллелопатической активности с увеличением возраста рододендрона желтого. В первый год после пересадки растений, испытывающих стресс, наблюдалась максимальная активность, которая в последующие годы (по мере адаптации растения) уменьшалась [11]. Исследуемая характеристика полувечнозеленого р. Ледебура была выше, чем у листопадного р. желтого такого же возраста (30 лет), что указывает на большую способность данного вида синтезировать (в стрессовых условиях) вторичные соединения, обуславливающие АОА. Такая тенденция отмечена В.М. Костиной (2009) при исследовании содержания фенольных соединений в ряду: вечнозеленый р. Смирнова, полувечнозеленый р. Ледебура, листопадный р. японский (сходный по морфологии с р. желтым). Было показано, что способность к синтезу подобных соединений в этом ряду снижается. Вечнозеленый р. Смирнова обладает более высокой способностью к синтезу полифенолов, чем полувечнозеленый р. Ледебура и листопадный р. японский. Ранее было отмечено, что динамика активности рутина согласуется с динамикой фенольных соединений и сапонинов [11]. Аллелопатическая активность р. желтого обусловлена присутствием веществ фенольной природы, сапонинов, лектинов, аминокислот. Активность вытяжек с июня по сентябрь постепенно снижается, а осенью снова повышается по мере затухания ростовых процессов, старения листьев и связанного с ними снижения оводненности тканей [11]. В октябре обнаружен другой пик аллелопатической активности, обусловленный уменьшением количества стимуляторов роста или переходом их в неактивное состояние. Поэтому полученные нами результаты АОА соответствуют максимальным значениям для видов рода Рододендрон (табл. 1). У разных экземпляров р. Ледебура данный показатель незначительно различался. Более заметна разница между АОА этого вида и р. даурского.

Заключение

Таким образом, исследованные виды рододендронов незначительно отличаются по содержанию антиоксидантных веществ в листьях. Из одновозрастных кустарников наибольшую АОА имел р. Ледебура, наименьшую – р. даурский. Минимальная величина АОА определялась у р. желтого в возрасте 30 лет, что свидетельствует о ее снижении, как и метаболической активности, по мере старения растения.

Список литературы

1. Горюнова Ю.Д. Влияние экологических факторов на содержание в растениях некоторых антиоксидантов: автореф. дис....канд. биол. наук. – Калининград, 2009. – 22 с.
2. Гинс М.С., Гинс В.К., Кононков П.Ф. Изменение биохимического состава листьев амаранта в результате селекции на повышенное содержания пигмента амарантина // Прикл. Биохимия и микробиология. – 2002. – Т. 38, №5. – С. 556-562.
3. Хазиев Р.Ш. Изучение биологически активных веществ растений рода *Amaranthus* L.: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Казань, 1993. – 22 с.
4. Фаустова Н.М., Косман В.М. Комплексная фитохимическая характеристика листьев *Amaranthus cruentus* (*Amaranthaceae*) // Растительные ресурсы. – 2009. – Т. 45, вып. 4. – С. 39 – 53.
5. Пермякова Г.В. Динамика содержания пектиновых веществ в коре *Picea obovata* (*Picea*) / Г.В. Пермякова // Растительные ресурсы. 2010. – Т. 46. – Вып. 4. – С. 117 – 129.
6. Компонентный состав эфирных масел представителей рода *Juniperus* (*Cupressaceae*) в условиях интродукции в Беларусь / А.Г. Шутова и др. // Растительные ресурсы. 2011. – Т. 47. – Вып. 1. – С. 72 – 80.
7. Букреева Т.В. Ароматендраноиды виридифлорол и леддиол (артефакт) из *Ledum pallustre* (*Ericaceae*) северо-запада России / Т.В. Букреева, А.Л. Шаварда, М.А. Морозов // Растительные ресурсы. 2010. – Т. 46. – Вып. 4. – С. 105 – 116.
8. Костина В.М. Особенности фенольного метаболизма растений рода *Rhododendron in vivo* и *in vitro*: автореф. дис....канд. биол. наук. – Москва, 2009. – 22 с.
9. Миревич В.М., Коненкина Т.А., Федосеева Г.М. Компонентный состав эфирного масла рододендронов Адамса и мелколистного, произрастающих в Восточной Сибири // Сибирский медицинский журнал. – 2008, №1. – С.
10. Александрова М.С. Рододендроны природной флоры СССР. – М., 1975. – 112 с.
11. Дзюба О.И. Физиологические и биохимические особенности рододендрона желтого (*Rhododendron luteum* Sweet): аллелопатический анализ: автореф. дис....канд. биол. наук. – Киев, 2001. – 22 с.
12. Шаройко В.В. Антиоксидантные и ДНК-репарационные системы в защите клеток от экзо- и эндогенных токсикантов : катионов свинца, фенолов и активных форм кислорода: дис. ... канд. биол. наук. – Якутск, 2003. – 165 с.
13. Федорова А. И. Роль антиоксидантных и ДНК-репарационных систем в формировании ответной реакции растительных клеток при действии стресс-факторов : радиация, температура, нитрат- и нитрит-анионы : дисс. ... канд. биол. наук. – Якутск, 2004. – 148 с.
14. Темердашев З.А., Храпко Н.В., Цюпко Т.Г., Воронова О.Б., Балаба А.Н. Определение антиоксидантной активности пищевых продуктов с использованием индикаторной системы Fe (III) / Fe (II) – органический реагент // Заводская лаборатория. Диагностика материала. – 2006. – Т. 72, №11. – С. 15-19.

THE ANTIOXIDANTIVE ACTIVITY OF SOME INTRODUCENTS IN CONDITIONS OF BLACK-SOIL REGION

T.V. BARANOVA¹
V.N. SOROKOPUDOV²
A.G. STUPAKOV³

Botanic garden Voronez State University, Voronez, av. Mira, 1

Belgorod State National Research University, 308015, Belgorod, Pobeda-str., 85

It has been studied an antioxidantive activity of some species of the genus *Rhododendron* L. It has been established dependence of the antioxidantive activity from the species.and the age of plant.

Keywords: antioxidantive activity, antioxidants, phenol substances