

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «БИОРЕСУРСЫ»
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД
Отдел биохимии и биотехнологии растений

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ
АСПЕКТЫ БИОХИМИИ
И БИОТЕХНОЛОГИИ
РАСТЕНИЙ**

Сборник научных трудов
III Международной научной конференции
14–16 мая 2008 г., Минск

*К 50-летию Отдела биохимии
и биотехнологии растений*

Минск
«Издательский центр БГУ»
2008

УДК 581:576.3(043.2)
ББК 28.55
Т33

Научные рецензенты:

д-р биол. наук, проф., акад. НАН Беларуси *В. Н. Решетников*;
д-р биол. наук, проф. *В. М. Юрин*;
д-р биол. наук, проф. *В. Л. Калер*

Редакционная коллегия:

*В. Н. Решетников, О. П. Булко, И. И. Паромчик, Т. И. Фоменко,
Е. В. Спиридович, Т. В. Антипова*

Теоретические и прикладные аспекты биохимии и биотехнологии растений : сб. науч. тр. 3-й Междунар. науч. конф., 14–16 мая 2008 г., Минск : к 50-летию Отд. биохимии и биотехнологии растений / НАН Беларуси, Центр. ботан. сад [и др.] ; редкол. : В. Н. Решетников [и др.] . — Минск : Изд. центр БГУ, 2008. — 562 с.
ISBN 978-985-476-604-1.

В сборнике изложены результаты исследований по составу, свойствам, организации интерфазных клеточных ядер и пластид высших растений, путей регулярного воздействия на ядерный аппарат, включая реконструкцию генома с помощью трансгеноза. Представлены отдельные проблемы регуляции морфогенеза растительных клеток и микрклонального размножения некоторых культур, использования молекулярных маркеров в документировании ботанических коллекций. Рассмотрены биохимические основы практического использования растительных ресурсов.

УДК 581:576.3(043.2)
ББК 28.55

ISBN 978-985-476-604-1

© Центральный ботанический сад
НАН Беларуси, 2008

УДК 581.135.51: 577.334

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Шутова А.Г.

ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, 220012, ул. Сурганова 2В,
e-mail: anna_shutova@mail.ru

*Изучена антиоксидантная активность эфирных масел *Salvia officinalis* L., *Salvia sclarea* L., *Mentha piperita* L., *Origanum vulgare* L., *Hyssopus officinalis* L., *Satureja montana* L., *Ocimum basilicum* L., *Agastache rugosa* (Fisch. et Mey), *Mentha piperita* var. *citrata* (Ehrh.) Briq, *Monarda fistulosa* L. в реакции с катион-радикалами АБТС⁺• и в модельной реакции окисления льняного масла. Установлена корреляция между антирадикальной активностью и содержанием фенольных соединений в эфирных маслах в водной и водноспиртовой среде.*

Пряно-ароматические растения содержат широкий спектр биологически активных фенольных и терпеновых соединений и поэтому могут быть использованы в качестве сырья для создания фитопрепаратов и пищевых продуктов с профилактическими и лечебными свойствами. Это обусловлено тем, что некоторые биологически активные вещества растений могут, с одной стороны, рассматриваться как пищевые антиоксиданты, способные влиять на процессы свободнорадикального окисления в организме [1], а с другой – являться эффективными агентами, продлевающими сроки хранения пищевой продукции [2].

К настоящему времени установлено, что применяемые в продуктах питания и напитках синтетические ароматизирующие и антиоксидантные вещества могут вызывать пищевую аллергию, следствием которой являются многие заболевания [3]. Среди искусственных добавок, улучшающих качество и сохранность продуктов, канцерогенная активность обнаружена у некоторых красителей и ароматизаторов [4]. В этой связи, безусловно, перспективным является более широкое использование веществ природного происхождения в качестве аромато-, вкусообразующих и антиоксидантных компонентов пищевых продуктов. Применение для этих целей эфирных масел растений, успешно культивируемых на территории Беларуси, является перспективным, в том числе, с точки зрения замещения дорогостоящей импортной продукции.

Целью работы являлась оценка антиоксидантных свойств эфирных масел и входящих в их состав терпеновых и фенольных соединений в двух модельных системах: в реакции с катион-радикалами 2,2'-азино-бис(3-

этилбензтиазолин-6-сульфоновой кислоты) (АБТС⁺) и в модельной реакции окисления ненасыщенных жирных кислот льняного масла. В качестве объектов исследования были выбраны эфирные масла шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.), чабера горного (*Satureja montana* L.), мяты перечной (*Mentha piperita* L.), мяты лимонной (*Mentha piperita* var. *citrata* (Ehrh.) Briq), душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.), иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.), многоколосника морщинистого (*Agastache rugosa* (Fisch. et Mey), монарды дудчатой (*Monarda fistulosa* L.), шалфея мускатного (*Salvia sclarea* L.), базилика благородного (*Ocimum basilicum* L.).

Для оценки антирадикальной активности эфирных масел и индивидуальных компонентов использовали их реакцию с катион–радикалами АБТС⁺ в двух средах – водной и водноспиртовой смеси с концентрацией этанола 80%. Использовались рабочие концентрации индивидуальных компонентов и эфирных масел ниже предела их растворимости в воде [246] и водноспиртовой смеси.

Во всех случаях антирадикальная активность (АРА) эфирных масел, показывающая количество молей стандартного антиоксиданта тролокса, оказывающего такое же действие, как 1 мл эфирного масла, в водной среде была выше, чем в водноспиртовой [5]. Для фенольных соединений (эвгенола, карвакрола и тимола) также продемонстрированы более высокие значения характеризующих антирадикальную активность показателей в водной среде [6]. Среди восьми изученных терпеновых соединений пулегон проявил антирадикальную активность в водной среде, а цитраль – в водноспиртовой смеси [6].

Анализ результатов по антирадикальной активности показал, что в водноспиртовой среде эфирные масла чабера и монарды снижают свою активность по отношению к АБТС⁺ в меньшей степени, чем карвакрол и тимол (таблица 1), которые являются доминирующими соединениями в составе этих эфирных масел [7, 8].

Так, если АРА карвакрола в водноспиртовой среде в 6 раз меньше, тимола – в 22 раза, то для чабера горного продемонстрировано снижение АРА в 1,7 раза, а для монарды – в 2,4 раза. Это указывает на сложный характер взаимодействия катион–радикала АБТС⁺ с эфирными маслами, являющимися многокомпонентными системами взаимодействующих между собой соединений, свойства которых существенно отличаются от простой смеси с аддитивными свойствами.

Установлено, что существует положительная корреляция между содержанием фенольных соединений в эфирных маслах и проявляемой ими АРА в водной (рисунок 2) и водноспиртовой средах. Коэффициент корреляции в водной среде равен 0,82 (N=12, p<0,05), а в водноспиртовой 0,80 (N=11, p<0,05), что достоверно при данном количестве сравниваемых пар значений.

Таблица

Сравнительная оценка антирадикальной активности в двух средах

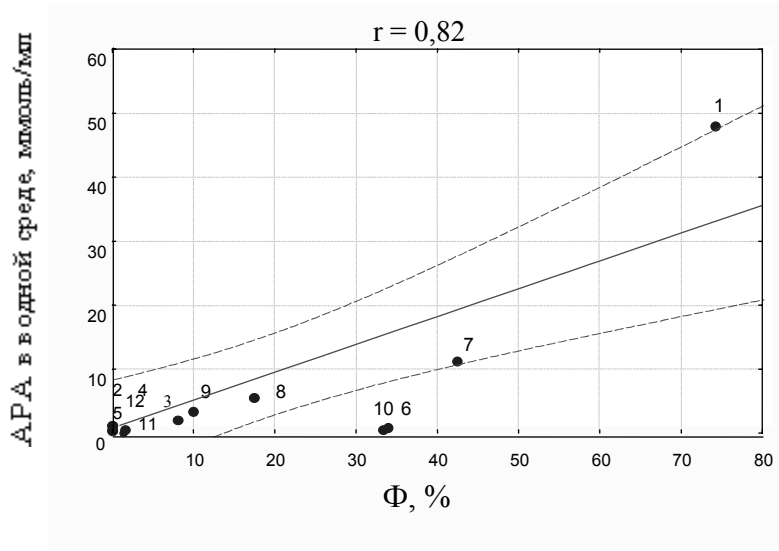
Ингибитор	АРА в водной среде / АРА в водноспиртовой среде (ммоль тролокса/мл ингибитора)
Эфирное масло	
чабера горного	1,7
монарды дудчатой	2,4
базилика благородного	8,4
душицы обыкновенной	3,0
мяты перечной	7,5
иссопа лекарственного	10,2
многоколосника морщинистого	2,3
шалфея мускатного	1,2
мяты лимонной	1,3
шалфея лекарственного	2,1
Индивидуальное соединение	
эвгенол	1,3
карвакрол	6,1
тимол	22,2

Этот факт служит указанием на реальное существование связи между концентрацией фенольных соединений и проявляемой эфирными маслами антирадикальной активностью.

Проведено изучение влияния эфирных масел на процесс окисления льняного масла, которое содержит большое количество ненасыщенных жирных кислот. Эфирные масла в количестве 1% вносились в льняное масло, и каждый месяц измерялись значения перекисного числа (ПЧ) в отобранных пробах льняного масла. В качестве контроля использовали льняное масло без добавок и льняное масло с добавлением ионола, внесенного в количестве 0,1%.

Как показали результаты определения ПЧ в льняном масле в течение 6 месяцев (рисунок 2), эфирное масло чабера горного тормозило накопление перекисей в льняном масле в наибольшей степени среди эфирных масел изученных растений, что, по-видимому, связано с высоким содержанием соединений фенольной природы, быстро реагирующих с пероксидными радикалами и обрывающих таким образом цепи окисления.

Обнаружено, что эфирные масла мяты перечной и шалфея лекарственного проявляли заметное антиоксидантное действие только на начальном этапе перекисного окисления липидов льняного масла. При более длительных сроках окисления влияние этих эфирных масел снижалось до незначительной величины.



1 – чабер горный, 2 – шалфей лекарственный, 3 – душица обыкновенная, 4 – иссоп лекарственный, 5 – мята лимонная, 6 – многоколосник морщинистый, 7 – монарда дудчатая, 8 – базилик благородный, 9 – базилик (6 месяцев хранения), 10 – многоколосник (6 месяцев), 11 – душица обыкновенная (6 месяцев), 12 – шалфей лекарственный (6 месяцев)

Рис. 1. Корреляция между АРА в водной среде и содержанием фенольных соединений в эфирном масле

Причем, если эфирное масло шалфея лекарственного в первый месяц хранения было весьма эффективным ингибитором процесса накопления перекисей (торможение накопления перекисей на 40,9% по сравнению с контролем), то затем его эффективность значительно снизилась и к истечению 6 месяца хранения составляла только 3,2% в сравнении с льняным маслом без добавок. Обнаруженная динамика влияния эфирных масел мяты и шалфея на значение ПЧ, возможно, связана с тем, что антиоксиданты этих эфирных масел способны эффективно перехватывать радикальные инициаторы реакций перекисного окисления липидов (ПОЛ) лишь до определенных пор. После истощения пула антиоксидантов скорость свободнорадикального окисления существенно возрастает, тем более, что продукты окисления антиоксидантов эфирных масел шалфея и мяты могут вовлекаться в дальнейшее развитие реакций свободнорадикального окисления.

Эфирное масло душицы наиболее эффективно, практически полностью (различие ПЧ с исходным образцом в пределах экспериментальной ошибки), среди всех исследованных эфирных масел тормозило накопление перекисей в течение 1-го месяца хранения. Однако затем его эффективность резко снижалась, и, начиная с 3-го месяца хранения, показано значительное увеличение показателей ПЧ в субстрате с добавлением эфирного масла душицы в сравнении с льняным маслом без добавок. Такой сложный механизм может иметь следующее объяснение.

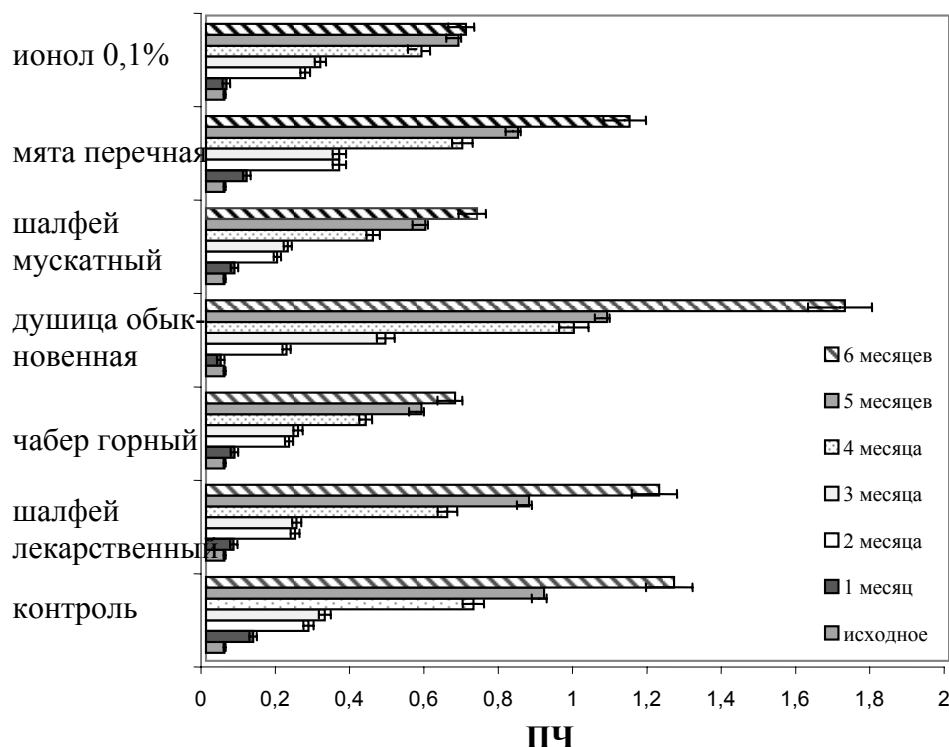


Рис. 2. Влияние эфирных масел на окисление льняного масла при хранении в течение 6 месяцев

В эфирном масле душицы присутствует некоторое количество карвакрола и тимола, которые являются активными ингибиторами ПОЛ и быстро расходуются на начальных этапах окисления. Продукты их превращения и другие входящие в состав эфирного масла душицы соединения либо вообще не проявляют, либо проявляют очень слабую антиоксидантную активность, и на дальнейших этапах процесса выступают как субстраты окисления, сами активно окисляясь, с чем и связано увеличение ПЧ льняного масла по сравнению с контролем на более поздних этапах окисления. Это подтверждается резким увеличением (в 1280 раз) ПЧ эфирного масла душицы при его хранении в течение 6 месяцев.

Таким образом, эффективность действия изученных эфирных масел на процесс окисления льняного масла существенно изменяется в ходе длительно протекающего процесса ПОЛ в липофильной среде. На поздних этапах ПОЛ может наблюдаться трансформация (инверсия) антиоксидантного действия эфирных масел в прооксидантное. Проявление инверсии зависит от особенностей состава эфирных масел.

Литература

1. Bioavailability and bioeff. of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies / C. Manach [et al.] // American Journal of Clinical Nutrition. – 2005. – Vol. 81, № 1. – P. 230S–242S.

2. Антиокислительная активность препаратов из пряно-ароматических растений / А.А. Дубинина [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – № 7. – С. 58–60.
3. Безвредность пищевых продуктов / Г.Р. Робертс [и др.]. - М.: Наука, 1986. - 287 с.
4. Рубенчик, Б.Л. Питание, канцерогены и рак / Б.Л. Рубенчик. – Киев: Нав. думка, 1997. - 219 с.
5. Шутова, А.Г. Антирадикальная активность эфирных масел пряно-ароматических растений семейства *Lamiaceae* / А.Г. Шутова // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: мат. Межд. научной конференции, посв. 75-летию со дня образования Центрального ботанического сада НАН Беларуси, 12–15 июня 2007 г. / ЦБС НАН Беларуси; под ред. В.Н. Решетникова. – Минск, 2007. – С. 179–181.
6. Шутова, А.Г. Антирадикальная активность индивидуальных фенольных и терпеновых соединений, входящих в состав эфирных масел семейства *Lamiaceae* / А.Г. Шутова // Молекулярная медицина и биохимическая фармакология: материалы Респ. науч. конф., 28–29 июня 2007 г. / ГУ НПЦ «Институт фармакологии и биохимии НАН Беларуси»; под ред. П.С. Пронько и И.В. Зверинского. – Гродно, 2007. – С. 215–223.
7. Компонентный состав эфирного масла *Monarda fistulosa*, произрастающей в Республике Беларусь / Н.А. Коваленко // Хроматография в химическом анализе и физико-химических исследованиях: сборник материалов Всероссийского симпозиума, Клязьма, 23 – 27 апреля 2007 г. / РАН; редкол.: Цивадзе А.Ю. [и др.] – М., 2007. – С. 186.
8. Чабер горный (*Satureja montana* L.) – перспективное сырье для получения эфирного масла в условиях Беларуси / В.Н. Решетников // Нетрадиционные и редкие растения, природные соединения и перспективы их использования: материалы VII Междунар. симпозиума, Белгород, 24 – 27 мая 2006 г. / Белгородский государственный университет; редкол.: Л.Я. Дятченко [и др.]. – Белгород, 2006. – Т. 2. – С. 488–491.

Summary

The antioxidant activity of essential oils of *Salvia officinalis* L., *Salvia sclarea* L., *Mentha piperita* L., *Origanum vulgare* L., *Hyssopus officinalis* L., *Satureja montana* L., *Ocimum basilicum* L., *Agastache rugosa* (Fisch. et Mey), *Mentha piperita* var. *citrata* (Ehrh.) Briq, *Monarda fistulosa* L. in relation to ABTS⁺ and in model reaction of flaxen oil oxidation has been studied. Correlation between antiradical activity and phenol content in essential oils in water and alcohol-water environments was found.