

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Центральный ботанический сад
Научно-практический центр по биоресурсам
Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича
Институт леса



Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов

Материалы III Международной конференции,
посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского
(7–9 октября 2015 г., Минск, Беларусь)

**В двух частях
Часть 1**

**Секция 1. Ресурсы и биоразнообразие растительного мира:
современное состояние, воспроизводство, охрана
и устойчивое использование**

**Секция 2. Современные направления изучения
ботанических коллекций для сохранения
и рационального использования
биоразнообразия растительного мира**

Минск
«Конфидо»
2015

УДК 502.174:574.1(082)
ББК 20.18я43
П78

Редакционная коллегия:

д.б.н., чл.-кор. НАН Беларуси В.В. Титок (ответственный редактор),
д.б.н. Е.И. Анисимова,
к.б.н. Б.Ю. Аношенко,
к.б.н. Д.Б. Беломесецева,
к.б.н. П.Н. Белый,
д.б.н. Е.И. Бычкова,
к.б.н. Т.В. Волкова,
к.б.н. Л.В. Гончарова,
д.б.н. С.А. Дмитриева,
к.б.н. Е.Я. Куликова,
к.б.н. А.В. Пугачевский,
д.б.н., чл.-кор. НАН Беларуси В.П. Семенченко,
к.б.н. В.А. Цинкевич

Материалы печатаются в авторской редакции.
Иллюстрации предоставлены авторами публикаций.

П78 **Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов:** материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского. (7–9 октября 2015, Минск, Беларусь). В 2 ч. Ч. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: В.В. Титок [и др.]. – Минск: Конфидо, 2015. – 514 с.

ISBN 978-985-6777-74-8.

В сборнике представлены материалы III Международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов», посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского. Часть 1: секция 1 «Ресурсы и биоразнообразие растительного мира: современное состояние, воспроизводство, охрана и устойчивое использование» и секция 2 «Современные направления изучения ботанических коллекций для сохранения и рационального использования биоразнообразия растительного мира».

УДК 502.174:574.1(082)
ББК 20.18я43

ISBN 978-985-6777-74-8

© ГНУ «Центральный ботанический сад
Национальной академии наук Беларуси», 2015
© Оформление. ЗАО «Конфидо», 2015

Летучие компоненты и антимикробная активность листьев представителей рода *Cinnamotum* Schaeff. в оранжерейной культуре

Гетко Н.В., Шутова А.Г., Поболовец Т.А., Титок В.В.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь, N.Hetko@cbg.org.by

Резюме. Приводятся результаты исследований летучих соединений листьев трех видов Коричника – *Cinnamotum* Schaeff. (Lauraceae Juss.): *C. camphora* (L.) J.Presl., *C. glanduliferum* (Wall.) Meisn., *C. tamala* (Buch.-Ham) T.Ness & G.H. Eberm. и антимикробной активности их эфирных масел в отношении *Bacillus polymyxa* (Prazmowski) Mace, *Bacillus megaterium* de Bary, *Staphylococcus saprophyticus* Shaw et al., *Pseudomonas fluorescens* Migula, *Pseudomonas putida* Trevisan, *Escherichia coli* Castellani and Chalmers.

Summary. Hetko N.V., Shutova A.G., Pobolovets T.A., Titok V.V. **Volatile components and leaf antimicrobial activity of some representatives of the genus *Cinnamotum* Schaeff. in the hot-house culture.** The article presents the results of investigations of leaf volatile compounds of three species of genus *Cinnamotum* Schaeff. (Lauraceae Juss.): *C. camphora* (L.) J.Presl., *C. glanduliferum* (Wall.) Meisn., *C. tamala* (Buch.-Ham) T.Ness & G.H. Eberm., and so antimicrobial activity of its essential oils against *Bacillus polymyxa* (Prazmowski) Mace, *Bacillus megaterium* de Bary, *Staphylococcus saprophyticus* Shaw et al., *Pseudomonas fluorescens* Migula, *Pseudomonas putida* Trevisan, *Escherichia coli* Castellani and Chalmers.

Современный научный подход к озеленению интерьеров, охватывающий отечественный и зарубежный опыт, предполагает улучшение не только эстетических, но и санитарно-гигиенических показателей воздушной среды помещений. Отбор растений с санирующим эффектом базируется на изучении состава летучих компонентов их листьев. Летучие вещества ряда видов тропических и субтропических растений подавляют условно патогенную и патогенную микрофлору в атмосфере и способствуют оздоровлению среды обитания человека [1–3]. Фитонцидная активность большинства растений, продуцирующих эфирные масла, связана с выделением листьями и цветками летучих субстанций различной химической природы, относящихся в основном к классу терпеноидов. В зависимости от химической природы, эфирные масла растений проявляют индивидуальную антимикробную активность, которая определяется, прежде всего, совокупностью, процентным содержанием, структурной конфигурацией составляющих их компонентов и их функциональных групп, а также возможностью синергических взаимодействий между отдельными компонентами [4]. Компоненты с фенольной структурой обладают высокой активностью против большого числа патогенов [5]. Исследования в плане влияния терпеноидов на изолированные мембраны бактерий подтверждают тот факт, что их активность является функцией липофильных свойств составляющих их элементов, эффективности их функциональных групп и растворимости в воде [6]. Наличие компонентов, обладающих окислительной функцией, например, карбонильной группы у альдегидов, кетонов и сложных эфиров, усиливает антибактериальную активность терпеноидов [7].

Цель данной работы – изучить компонентный состав легколетучих соединений, определяющих антибактериальную активность эфирных масел листьев некоторых представителей рода *Cinnamomum* Schaeff.), культивируемых в условиях оранжерей и перспективных для введения в интерьеры.

Объекты исследований. В качестве объектов исследований были отобраны представители рода *Cinnamomum* Schaeff. (Lauraceae Juss.): *C. camphora* (L.) J.Presl., *C. glanduliferum* (Wall.) Meisn., *C. tamala* (Buch.-Ham) T.Ness & G.H. Eberm. Для оценки их фитонцидной активности проведен анализ состава летучих компонентов листьев с целью выявления субстанций, обладающих антибактериальным действием на патогенную и условно патогенную микрофлору.

Cinnamomum camphora – Камфорный лавр, растение влажного субтропического и тропического климата, произрастает в странах с годовыми осадками от 600 и до 1000 мм. Из измельченной древесины, корней, побегов и листьев при перегонке с водяным паром получают эфирное масло, содержащее около 90 % камфоры. Камфорный лавр имеет шесть различных хемотипов, характеризующихся преобладанием какой-либо из фракций камфоры: линалоол, эвкалиптол (1,8-цинеол), неролидол, сафрол, или борнеол. Химический состав и процентное содержание продуктов камфорного дерева зависят от страны произрастания. Родина его происхождения – Китай, Япония, Тайвань, где наибольшее распространение получили линалоол-хемотипы, в Индии и Шри-Ланке – камфора-хемотипы, на Мадагаскаре – цинеол-хемотипы. В оранжерее ЦБС НАН Беларуси выращивается с 2005 года из семян, полученных из Киото (Япония).

Cinnamomum glanduliferum – Коричник ложнокамфорный (железконосный). В природе ареал вида охватывает Юго-Восточную Азию, Индию, Непал и Бирму, Китай (провинции Юньнань, Сычуань, Гуайчжоу), Восточный Тибет. В России, на Черноморском побережье Кавказа, в культуре с конца XIX века. Дерево влажного субтропического климата, культивируется в странах с годовыми осадками 1500–2000 мм. Лучше растет на перегнойных, красноземных и аллювиальных почвах. В оранжерее ЦБС НАН Беларуси культивируется с 1964 года из семян, полученных из Батумского ботанического сада.

Cinnamomum tamala – Коричник тамала, или гималайский (индийский) лавровый лист, известный также как индийская корица, естественно произрастает в Индии, Непале, Бутане и Китае. Может достигать до 20 м высоты. Имеет ароматные листья, которые используются для кулинарных и лечебных целей. Это дерево было одним из основных лекарственных растений, известных со средневековья. В ЦБС НАН Беларуси выращен из растений, полученных из коллекции БИН имени В.Л. Комарова АН СССР в 1960 году.

Методы исследований. Отбор проб листьев проводили в период отрастания побегов (февраль, март). Для анализа легколетучих компонентов листьев использовали метод, основанный на извлечении легколетучих соединений из паровоздушного пространства над поверхностью, размещенных в 40 мл флаконе с завинчивающейся крышкой с резиновой мембраной мелкоизмельченных, воздушно-сухих образцов листьев с последующим хроматографическим разделением продуктов [8, 9].

Анализ компонентного состава экстрактов осуществляли методом GC/MS с использованием системы Agilent Technologies 6850 Series II (Network GC System /5975B (VL MSD)). Разделение компонентов проводили на капиллярной колонке HP-5MS длиной 30 м с внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной пленки неподвижной фазы 0,25 мкм. Идентификацию каждого из компонентов осуществляли методом сравнения экспериментальных масс спектров со спектрами базы данных и оценивали относительное содержание по площади их пиков на хроматограмме. Учитывали компоненты, содержание которых в пробах составляло более 1 %, и степень совпадения экспериментальных масс спектров с библиотечными была в пределах 95–99 %.

Антимикробную активность эфирных масел, извлеченных из листьев исследуемых видов, оценивали с помощью метода бумажных дисков. Суть метода состоит в определении ширины зоны ингибирования роста тест-культур на агаризованной среде (мясопептонный агар) под влиянием диффундирующих в среду веществ с антимикробной активностью. В исследованиях использовали микробиологические культуры из коллекции кафедры ботаники и основ сельского хозяйства БГПУ имени М. Танка: *Bacillus polymyxa* (Prazmowski) Mace, *Bacillus megaterium* de Bary, *Staphylococcus saprophyticus* Shaw et al., *Pseudomonas fluorescens* Migula, *Pseudomonas putida* Trevisan, *Escherichia coli* Castellani and Chalmers.

B. polymyxa – грамположительная спорообразующая палочковидная бактерия. Является продуцентом антибиотика полимиксина. Обитает в ризосфере растений и защищает их от фитопатогенов. *B. megaterium*, *S. saprophyticus* – грамположительные бактерии, вызывающие стафилококковые инфекции. *P. fluorescens* – грамотрицательные бактерии, вызывающие заболевания у людей с ослабленной иммунной системой. *P. putida* – грамотрицательные, жгутиковые, сапрофитные почвенные бактерии, активно разлагающие органические соединения. Могут поражать мягкие ткани и кожу у людей с ослабленным иммунитетом. *E. coli* – грамотрицательные, непатогенные бактерии в норме в больших количествах населяющие кишечник, однако могут вызвать развитие патологии при попадании в другие органы или полости человеческого тела.

Результаты исследований. Самым большим разнообразием летучих компонентов из исследованных видов характеризуется *C. glanduliferum* – Коричник ложнокамфорный (железконосный), в листьях которого выявлены 20 соединений (табл. 1), в том числе монотерпены со структурной формулой $C_{10}H_{16}$: *бета-пинен*, *бета-мирсен*, *альфа-карен*, *бета-оцимен*, *гамма-терпинен* и *бета-цимен* (алкилбензен со структурной формулой $C_{10}H_{14}$).

Среди кислородсодержащих соединений в количественном отношении преобладают эвкалиптол – 15 %, камфора – 22,5 %, а среди сесквитерпенов – кариофиллен, доля которого в общем объеме летучих компонентов составляет около 20 %. В листьях Камфорного лавра (*C. camphora*) выявлены семь легколетучих компонентов, основная доля которых приходится на кислородсодержащие соединения: камфору – 75,3 % и эвкалиптол – 19 %. Восемь летучих компонентов выявлены в листьях Коричника гималайского и, подобно листьям Камфорного лавра, основную долю этих соединений составляют камфора и эвкалиптол – 65 и 15 % соответственно. Таким образом, у трех исследованных видов Коричника доминантными в составе эфирных масел листьев компонентами являются эвкалиптол (1,8-цинеол) и камфора. В листьях *C. glanduliferum* в качестве доминантного присутствует кариофиллен (19,7 %).

Исследована антимикробная активность эфирных масел, извлеченных из листьев испытанных видов Коричника. Данные, приведенные в табл. 2, свидетельствуют о видовой специфике и избирательности масел в отношении тест-культур микроорганизмов. Несмотря на большое разнообразие летучих компонентов и присутствие в их составе, кроме

Таблица 1. Состав летучих компонентов эфирных масел листьев представителей рода *Cinnamotum* Schaeff. (*Lauraceae* Juss.)

Время удерживания, мин	Название соединения	Относительное содержание легколетучих компонентов в листьях, %		
		<i>C. glanduliferum</i>	<i>C. camphora</i>	<i>C. tamala</i>
6.872	α -Pinene	0,60	0,70	1,40
7.234–7.256	Camphene	0,25	0,50	0,56
7.936–7.944	β -Pinene	0,35	–	–
8.317–8.321	β -Myrcene	0,26	1,93	0,53
8.823–8.827	α -Carene	1,90	–	–
8.993–9.001	β -Cymene	6,70	1,05	–
9.134–9.230	<i>Eucalyptol</i>	14,70	19,00	15,00
9.451–9.455	β -cis-Ocimene	3,00	–	–
8.598, 9.673–9.677	γ -Terpinene	8,00	–	–
10.242	α -Carene	1,36	–	–
10.257–10.261	<i>Terpinolene</i>	0,72	0,49	–
11.281–11.506	<i>Camphor</i>	22,50	75,30	64,81
11.791	<i>Terpinen-4-ol</i>	1,00	–	–
12.633	<i>Thymol methyl ether</i>	1,47	–	–
14.817–14.821	α -Cubebene	–	–	2,30
15.002–15.006	<i>Methyl eugenol</i>	0,76	–	–
15.386–15.390	<i>Caryophyllene</i>	19,70	0,61	0,82
15.819	α -Caryophyllene	1,45	–	–
16.055	α -Copaene	0,70	–	–
16.351–16.436	δ -Cadinene	1,63	–	1,92
Сумма		87,05	99,60	87,30

общих для всех трех видов эвкалиптола, камфоры и кариофиллена, таких соединений как альфа-терпинол и его производные, эфирное масло из листьев оказалось эффективным в отношении лишь двух тест-культур: *S. saprophyticus* и *P. putida*. Можно предположить, что разнообразие летучих компонентов в относительно низких концентрациях снижает общую антимикробную активность эфирного масла листьев *C. glanduliferum*. Кроме того, взаимодействие между отдельными компонентами способствует снижению их антимикробной активности.

Таблица 2. Антимикробная активность эфирных масел листьев представителей рода *Cinnamotum* Schaeff.

Тест-культуры микроорганизмов	Диаметр зоны ингибирования, мм		
	<i>C. glanduliferum</i>	<i>C. camphora</i>	<i>C. tamala</i>
<i>S. saprophyticus</i>	9±0	0	12±0
<i>B. megaterium</i>	0	11±0	22±2
<i>B. polymyxa</i>	0	13±1	15±0
<i>P. putida</i>	10±1	11±0	15±1
<i>E. coli</i>	0	11±0	25±3
<i>P. fluorescens</i>	0	0	11±1

Эфирное масло из листьев Коричника камфорного (*C. camphora*) характеризуется антимикробной активностью в отношении *B. megaterium*, *B. polymyxa*, *P. putida* и *E. coli*, что, безусловно, связано с присутствием в нем таких доминантных кислородсодержащих компонентов, как эвкалиптол и камфора. И особенно – камфора, повышенную антимикробную активность которой придает наличие в ее структуре карбонильной группы $>C=O$. Камфора еще в древнем Египте использовалась как антимикробная субстанция для мумификации. А камфора, растворенная в спирте, успешно применялась в XIX в. для лечения зараженных холерой в Непале [10].

Из трех испытанных видов рода *Cinnamotum* Schaeff. наиболее высокой антимикробной активностью (табл. 2) обладает эфирное масло из листьев *C. tamala* (Коричник тамала, или гималайский, индийский лавровый лист). Оно эффективно в отношении всех тест-культур, но наиболее активно подавляет рост *E. coli* и *B. megaterium*, а также *B. polymyxa* и *P. putida*. По своей активности превосходит эфирное масло листьев Коричника камфорного, несмотря на более низкий уровень доли содержащихся в нем эвкалиптола и камфоры (15 и 65 % соответственно).

В листьях *C. tamala* среди легколетучих компонентов обнаруживается присутствие значимой доли (2,3 %) сесквитерпена альфа-кубебена (α -Cubebene), который обладает токсичными свойствами в отношении ряда фитопатогенных организмов [5, 7]. Можно предположить, что присутствие данного компонента усиливает антимикробную активность эфирного масла листьев *C. tamala*.

Выводы

1. Не обнаружено различий в реакции грамположительных и грамотрицательных бактерий на компоненты легколетучих соединений эфирных масел листьев у представителей рода *Cinnamotum* Schaeff.
2. Сравнительная оценка антибактериальной активности листьев у испытанных видов позволила расположить их в ряд по числу ингибированных тест-культур бактерий: *C. tamala* (6 культур), *C. camphora* (4) и *C. glanduliferum* (2).
3. У представителей рода *Cinnamotum* антимикробная активность листьев связана с присутствием в них доминантного компонента камфоры, процентное содержание которой видоспецифично, а ее активность объясняется, прежде всего, наличием в структуре молекулы карбонильной группы, обладающей сильными окислительными свойствами.

Список литературы

1. Ткаченко, К.Г. Медицинский фитодизайн – использование растений для санации помещений и профилактики инфекционных заболеваний / К.Г. Ткаченко, Н.В. Казаринова // Научные ведомости БелГУ. – 2008. – № 6. – С. 79–85.
2. Глухов, А.З. Фитонцидная эффективность и морфометрическая изменчивость видов рода *Ficus* L. / А.З. Глухов, И.И. Стрельников // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2011. – № 1 (11). – С. 51–57.
3. Гетко, Н.В. Фитонцидная активность оранжерейных растений / Н.В. Гетко, Т.А. Ладыженко, А.Г. Шутова // Наука и инновации. – 2014. – № 5. – С. 18–20.
4. Dorman, H.J.D. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils / H.J.D. Dorman, S.G. Deans // J. Appl. Microbiol. – 2000. – Vol. 88, No 2. – P. 308–316.
5. Cowan, M.M. Plant Products as Antimicrobial Agents / M.M. Cowan // Clin. Microb. Rev. – 1999. – Vol. 12, No 4. – P. 564–582.
6. Edris, A.E. Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: A Review / A.E. Edris // Phytother. Res. – 2007. – Vol. 21, No 4. – P. 308–323.
7. Trombetta, D. Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes / D. Trombetta, F. Castelli, M.G. Sarpietro // Antimicrob. Agents Chemother. – 2005 – Vol. 49, No 6. – P. 2474–2478.
8. Почицкая, И.М. Идентификация компонентного состава пищевых ароматизаторов / И.М. Почицкая, В.П. Субач, В.Л. Рослик // Материалы VIII Международ. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в пищевой промышленности». – Минск, 2009. – С. 290.
9. Hetka, N. Comparative studies in leaf volatile compounds of three *Cinnamotum* species cultivated in greenhouses of Belarus / N. Hetka, V. Subach, P. Rogovoy // Book of abstracts of 11th Symp. on the Flora of Southeastern Serbia and Neighboring Regions. – Vlasina, 2013. – P. 103–104.
10. Chen, W. Camphor – A fumigant during the black death and a coveted fragrant wood in ancient Egypt and Babylon-a review / W. Chen, I. Vermaak, A. Viljoen // Molecules. – 2013. – Vol. 18, No 5. – P. 5434–5454.