

ISSN 0002–354X (print)

УДК 582.678.1:[547:913:577.19]

Поступило в редакцию 08.08.2016

Received 08.08.2016

Н. В. Гетко, А. Г. Шутова, Т. А. Поболовец, член-корреспондент В. В. Титок*Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь***ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛЕТУЧИХ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ, ВЫДЕЛЯЕМЫХ
В АТМОСФЕРУ ЛИСТЬЯМИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА LAURACEAE JUSS.
В ОРАНЖЕРЕЙНОЙ КУЛЬТУРЕ, И ИХ АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ**

Исследован состав летучих компонентов листьев и антимикробная активность их эфирных масел у представителей сем. *Lauraceae* Juss., культивируемых в оранжереях, в отношении бактериальных штаммов: *Bacillus polymyxa* (Prazmowski) Mace, *Bacillus megaterium* de Bary, *Staphylococcus saprophyticus* Shaw et al., *Pseudomonas fluorescens* Migula, *Pseudomonas putida* Trevisan, *Escherichia coli* Castellani and Chalmers. Показано, что терпеноид камфора и ее фракции являются общими компонентами в составе летучих соединений листьев у представителей данного семейства, а их долевое содержание видоспецифично. Помимо доминантных компонентов: камфоры и ее фракций антимикробную активность эфирных масел листьев определяют такие соединения, обладающие сильным токсическим эффектом в отношении патогенных бактерий и грибов, как сесквитерпен альфа-кубебен (2,30 %) в листьях *Cinnamomum tamala* и эвгенол (6,22 %) в листьях *Laurus azorica*.

Ключевые слова: *Laurus* L., *Cinnamomum* Schaeff., летучие компоненты листьев, антимикробная активность, эфирные масла, оранжерейные растения.

N. V. Hetka, A. G. Shutova, T. A. Pobolovets, Corresponding Member V. V. Titok*Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus***COMPOSITION OF VOLATILE ESSENTIAL OILS RELEASED INTO THE ATMOSPHERE
BY THE LEAVES OF THE REPRESENTATIVES OF THE FAMILY LAURACEAE JUSS.
IN THE HOTHOUSE CULTURE AND THEIR ANTIMICROBIAL ACTIVITY**

The composition of leaf volatiles and the antimicrobial activity of essential oils of the representatives of the family *Lauraceae* Juss. cultured in the hothouse 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 bacterial strains are studied. It is shown that terpenoids camphor and its fractions are the common components in the composition of volatile compounds of the leaves of the representatives of the family *Lauraceae* Juss. and its percentage is species-specific. The antimicrobial activity of essential oils determines the dominant components in addition to camphor and its fractions, as compounds having a strong toxic effect against pathogenic bacteria and fungi such as sesquiterpene alpha-cubebene (2.30 %) of *Cinnamomum tamala* leaves and eugenol (6.22 %) in *Laurus azorica* leaves.

Keywords: *Laurus* L., *Cinnamomum* Schaeff., leaf volatiles, essential oils, antimicrobial activity, hothouse plants.

Введение. Летучие эфирные масла, выделяемые в атмосферу рядом видов тропических и субтропических растений, подавляют условно-патогенную и патогенную микрофлору и способствуют оздоровлению среды обитания человека [1]. В зависимости от химической природы, эфирные масла растений проявляют индивидуальную антимикробную активность, которая определяется, прежде всего, совокупностью и процентным содержанием составляющих их компонентов, а также возможностью синергических взаимодействий между отдельными компонентами [2]. Компоненты с фенольной структурой обладают высокой активностью против большого числа патогенов [3]. Исследования влияния терпеноидов на изолированные мембраны бактерий подтверждают тот факт, что активность данных соединений является функцией липофильных свойств составляющих их элементов, эффективности их функциональных групп и растворимости в воде [4]. Наличие компонентов, обладающих окислительной функцией, например, карбонильной группы у альдегидов, кетонов и сложных эфиров, усиливает антибактериальную активность терпеноидов [5]. Биологическая активность эфирных масел растений рассматривается некоторыми авторами также и в связи с составом и оптической активностью составляющих их компонентов [6].

Цель работы – изучить химический состав легколетучих соединений, определяющих антибактериальную активность эфирных масел листьев некоторых, успешно культивируемых в условиях оранжерей и перспективных для введения в интерьеры, представителей сем. Лавровые (*Lauraceae* Juss.).

Материалы и методы исследований. В качестве объектов исследований привлечены представители рода *Laurus* L.: *L. nobilis* L. и *L. azorica* (Seub.) Franco, и рода *Cinnatomum* Schaeff.: *C. camphora* (L.) J. Presl., *C. glanduliferum* (Wall.) Meisn., *C. tamala* (Buch.-Ham) T. Ness & G. H. Eberm.

Представители рода *Laurus* L. – обитатели влажных низинных и горных (до 4000 м над уровнем моря) тропических и субтропических лесов, важнейшей составной частью которых они являются. Они часто входят в нижний древесный ярус и обычны в подлеске; лишь немногие виды принадлежат верхнему ярусу и являются лесообразующими породами.

Лавр благородный – *Laurus nobilis*, произрастает в формациях вечнозеленых жестколистных кустарников в Средиземноморье, в зоне с мягким влажным климатом зимой и жарким сухим летом. В коллекциях Центрального ботанического сада представлен образцами, выращенными из семян, поступивших по международному обмену из Ботанического сада г. Марселя (Франция) в 1965 г.

Лавр азорский, или Канарский – *Laurus azorica*, растет на Канарских и Азорских островах и на острове Мадейра, где вместе с другими эндемичными представителями этого семейства образует влажный вечнозеленый лавровый лес в поясе постоянных туманов, на высоте 400–1300 м над уровнем моря. Эти леса являются реликтами исчезнувших в настоящее время третичных лавровых лесов, покрывавших Южную Европу и Кавказ. Виды различаются опушением листовых побегов: у лавра благородного они гладкие, а у лавра азорского – опушенные и сильно опушенные. В местах естественного произрастания с использованием современных генетических методов удалось выявить многочисленные переходные формы и вариации, касающиеся данных видовых признаков [7].

В оранжереях Центрального ботанического сада коллекционные образцы выращены из семян, полученных в 1986 г. из Ботанического сада Кордовы (Испания).

Представители рода *Cinnatomum* Schaeff. – коричник, в диком виде произрастают в тропических областях Юго-Восточной Азии и Австралии. Культивируется повсеместно. Это вечнозеленые деревья и кустарники с ароматными листьями и древесиной. Крона у древовидных форм шатровидная, неправильной формы. Кора обычно растрескивающаяся.

Камфорный лавр – *Cinnatomum camphora*, растение влажного субтропического и тропического климата, произрастает в странах с годовыми осадками от 600 до 1000 мм. Из древесины, корней, побегов и листьев при перегонке с водяным паром получают эфирное масло, содержащее около 90 % камфоры. Известны 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-Ланка – камфора-хемотипы, на Мадагаскаре – цинеол-хемотипы. В оранжерее Центрального ботанического сада НАН Беларуси выращивается с 2005 года из семян, полученных из Киото (Япония).

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

Коричник тамала, или гималайский – *Cinnatomum tamala*, 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 Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР в 1960 г.

В исследованиях использовали микробиологические культуры из коллекции кафедры ботаники и основ сельского хозяйства БГПУ им. М. Танка, в том числе: грамположительные штаммы – *Bacillus polymyxa* (Prazmowski) Mace, *Bacillus megaterium* de Bary, *Staphylococcus saprophyticus* Shaw et al. и грамотрицательные штаммы – *Pseudomonas fluorescens* Migula, *Pseudomonas putida* Trevisan, *Escherichia coli* Castellani and Chalmers.

B. polymyxa – спорообразующие палочковидные бактерии, продуцент антибиотика полимиксина, обитает в ризосфере растений и защищает их от фитопатогенов; *B. megaterium* и *S. saprophyticus* – бактерии, вызывающие стафилококковые инфекции у человека; *P. fluorescens* – бактерии, вызывающие заболевания у людей с ослабленной иммунной системой; *P. putida* – жгутиковые, сапрофитные почвенные бактерии, разлагающие органические соединения, могут поражать мягкие ткани и кожу у людей с ослабленным иммунитетом; *E. coli* – непатогенные бактерии, населяющие кишечник, но могут вызывать патологии при попадании в другие органы и полости человека.

Отбор проб листьев проводили в период отрастания побегов (февраль, март). Легколетучие компоненты листьев извлекали с использованием твердофазного микроэкстрактора фирмы Supelco™, который вводили в паровоздушное пространство над поверхностью размещенных в специальном флаконе мелкоизмельченных, воздушно-сухих образцов листьев при $t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ [8–10].

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 были в пределах 95–99 %.

Антимикробную активность эфирных масел, извлеченных паром из листьев исследуемых видов, оценивали с помощью метода бумажных дисков [6].

Результаты и их обсуждение. Анализ легко летучих компонентов листьев обоих видов лавра (*Laurus L.*) показал определенные различия в их составе: в листьях *Laurus azorica* выявлено 10 летучих компонентов, а в листьях *Laurus nobilis* – 8, составляющих соответственно 97 и 96 % от общего их объема (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Компонентный состав летучих соединений листьев у представителей рода *Laurus L.*

Table 1. Component composition of the volatile compounds of the leaves of the representatives of the genus *Laurus L.*

Время удерживания, мин Retention time, min	Название соединений Compound	Относительное содержание легколетучих компонентов в листьях, % Relative content of volatile components of leaves, %	
		<i>Laurus azorica</i>	<i>Laurus nobilis</i>
6.872-7.9	<i>1R-alpha.-Pinene</i>	0,54	3,69
8.293	<i>beta.-Myrcene</i>	0,65	1,93
9.134-9.234	<i>Eucalyptol, 1,8-cineol</i>	–	68,98
9.263	<i>Limonene</i>	54,23	–
10.268	<i>α-Carene</i>	1,44	–
10.501	<i>Linalool</i>	2,46	–
11.292- 421	<i>Camphor</i>	16,06	10,74
11.798	<i>Terpinen-4-ol</i>	1,22	1,61
14.315	(+) – <i>4-Carene</i>	–	5,05
14.407	<i>d-Terpinene</i>	9,49	–
14.503- 14.522	<i>Eugenol</i>	6,22	0,56
14.68- 15.015	<i>Methyl eugenol</i>	4,84	4,89
Сумма		97,15	96,10

Как видно из представленных данных, основная доля этих соединений у *L. azorica* приходится на циклический терпен *лимонен* (54,23 %), терпеноид камфора (16,06 %), d-изомер терпинена (9,5 %), эвгенол (4-аллил-2-метоксифенол, C₁₀H₁₂O₂), относящийся к классу фенолов (6,22 %), и его метиловый эфир – метил эвгенол (4,84 %). В то же время основную долю по объему летучих соединений в листьях *L. nobilis* составляет циклический эфир, монотерпеноид – *эвкалиптол* (1,8-цинеол) (69 %), далее идут камфора (10,74 %), метил эвгенол (4,90 %), бициклический монотерпен (+) – 4-карен (5,05 %) и монотерпен альфа-пинен (3,70 %).

Самым большим разнообразием летучих компонентов из исследованных нами видов представителей рода *Cinnamomum* Schaeff. характеризуется *C. glanduliferum* – коричник ложнокамфорный (железконосный), в листьях которого выявлено 20 соединений (табл. 2), в том числе монотерпены со структурной формулой C₁₀H₁₆: *бета-пинен*, *бета-мирсен*, *альфа-карен*, *бета-оцимен*, *гамма-терпинен* и *бета-цимен* (алкилбензен со структурной формулой C₁₀H₁₄).

Т а б л и ц а 2. Компонентный состав летучих соединений листьев у представителей рода *Cinnamomum* Schaeff.

T a b l e 2. Component composition of the volatile compounds of the leaves of the genus *Cinnamomum* Schaeff.

Время удерживания, мин Retention time, min	Название соединения Compound	Относительное содержание легколетучих компонентов в листьях, % Relative content of volatile components of leaves, %		
		<i>C. glanduliferum</i>	<i>C. camphora</i>	<i>C. tamala</i>
6.872	<i>α-Pinene</i>	0,60	0,70	1,40
7.234-7.256	<i>Camphene</i>	0,25	0,50	0,56
7.936-7.944	<i>β-Pinene</i>	0,35	–	–
8.317-8.321	<i>β-Myrcene</i>	0,26	1,93	0,53
8.823-8.827	<i>α-Carene</i>	1,90	–	–
8.993-9.001	<i>β-Cymene</i>	6,70	1,05	–
9.134-9.230	<i>Eucalyptol</i>	14,70	19,00	15,00
9.451-9.455	<i>β-cis-Ocimene</i>	3,00	–	–
8.598, 9.673-9.677	<i>γ-Terpinene</i>	8,00	–	–
10.242	<i>α-Carene</i>	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	<i>α-Cubebene</i>	–	–	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	<i>α-Caryophyllene</i>	1,45	–	–
16.055	<i>α-Copaene</i>	0,70	–	–
16.351-16.436	<i>δ-Cadinene</i>	1,63	–	1,92
Сумма		87,05	99,60	87,30

Из кислородсодержащих соединений преобладают по объему эвкалиптол – 14,7 %, камфора – 22,5 %, а среди сесквитерпенов – кариофиллен, на долю которого приходится около 20 % от общего объема.

В листьях камфорного лавра (*C. camphora*) выявлено семь легколетучих компонентов, основную долю которых составляют кислородсодержащие соединения: камфора – 75,3 % и эвкалиптол – 19,0 %. Восемь летучих компонентов выявлено в листьях коричника гималайского (*C. tamala*) и подобно листьям камфорного лавра доминантными являются камфора и эвкалиптол: 65 и 15 % соответственно. Таким образом, у трех исследованных нами видов Коричника в составе эфирных масел листьев преобладают эвкалиптол (1,8-цинеол) и камфора. В листьях *C. glanduliferum* в качестве одного из доминантных соединений присутствует кариофиллен (19,7 %) [9; 10].

Таким образом, как показали исследования, терпеноид камфора и его 1,8-цинеол-фракция являются общими компонентами в составе летучих соединений листьев у представителей сем.

Лавровые (*Lauraceae* Juss.). Долевое содержание их видоспецифично. Исключение в этом плане составляет *L. azorica*. В составе летучих соединений его листьев присутствуют также линалоол-фракция камфоры (2,46 %), а в числе доминантных компонентов – широко распространенный терпеновый углеводород лимонен (54,23 %).

Исследована антимикробная активность эфирных масел, извлеченных из листьев испытанных нами видов лавровых. Особое место среди наиболее изученных летучих компонентов эфирных масел у представителей сем. *Lauraceae* Juss. занимают камфора и эвкалиптол. И особенно камфора, повышенную антимикробную активность которой придает наличие в ее структуре карбонильной группы >C=O . Она имеет длительную историю использования: в Китае – как аналептик, в Индии – как ингредиент в пахучих смесях в храмовых ритуалах, как ароматная добавка в парфюмерии, как пряность. В Европе применялась с XIV в. как фумигант в периоды эпидемии чумы, а также в периоды вспышек оспы и холеры. Имеет большой диапазон биологической активности, в том числе антимикробной и антивирусной [11].

Данные, приведенные в табл. 3, свидетельствуют о видовой специфике и избирательности масел в отношении тест-культур микроорганизмов. Несмотря на большое разнообразие летучих компонентов и присутствие в составе эфирного масла из листьев *C. glanduliferum* эвкалиптола, камфоры и кариофиллена, оно оказалось эффективным в отношении лишь двух тест-культур: *S. saprophyticus* и *P. putida*. С уверенностью можно предположить, что в данном случае разнообразие летучих компонентов в относительно низких концентрациях снижает общую антимикробную активность эфирного масла листьев *C. glanduliferum*. Кроме того, снижению антимикробной активности способствует также и возможное взаимодействие между функциональными группами отдельных компонентов.

Таблица 3. Антимикробная активность эфирных масел листьев представителей сем. *Lauraceae* Juss.

Table 3. Antimicrobial activity of the essential oils of the leaves of the representatives of the *Lauraceae* Juss.

Тест-культуры микроорганизмов Test-cultures of microorganisms	Диаметр зоны ингибирования, мм Inhibition zone diameter, mm				
	<i>C. glanduliferum</i>	<i>C. camphora</i>	<i>C. tamala</i>	<i>L. nobilis</i>	<i>L. azorica</i>
<i>S. saprophyticus</i>	9,0 ± 0	0	12,0 ± 0	0	17,0 ± 2,0
<i>B. megaterium</i>	0	11,0 ± 0	22,0 ± 2,0	13,0 ± 0,5	11,0 ± 0
<i>B. polymyxa</i>	0	13,0 ± 1,0	15,0 ± 0	–	15,0 ± 1,0
<i>P. putida</i>	10,0 ± 1,0	11,0 ± 0	15,0 ± 1,0	14,0 ± 0,2	10,0 ± 0
<i>E. coli</i>	0	11,0 ± 0	25,0 ± 3,0	0	12,0 ± 1,0
<i>P. fluorescens</i>	0	0	11,0 ± 1,0	0	0

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.

Из трех испытанных нами видов рода *Cinnamomum* Schaeff. наиболее высокой антимикробной активностью (табл. 3) обладает эфирное масло из листьев *C. tamala* (коричник тамала, или гималайский, индийский лавровый лист). Оно эффективно в отношении всех шести тест-культур, но наиболее активно подавляет рост *E. coli* и *B. megaterium*, а также *B. polymyxa* и *P. putida*. По своей активности оно превосходит эфирное масло листьев камфорного лавра, несмотря на более низкий уровень доли содержащихся в нем эвкалиптола и камфоры (15 и 65 % соответственно). В листьях *C. tamala* среди легколетучих компонентов выявлено присутствие значимой доли (2,3 %) сесквитерпена альфа-кубубена (*α-Cubebene*), который обладает токсичными свойствами в отношении ряда фитопатогенных организмов [3; 5]. Можно предположить, что именно это и усиливает антимикробную активность эфирного масла листьев *C. tamala*, которое оказалось способным ингибировать рост *P. fluorescens*.

Сравнительный анализ антимикробной активности эфирных масел листьев *L. nobilis* и *L. azorica* показал более высокую активность последнего. Лавр азорский эффективен в отношении пяти

тест-культур бактерий, что, очевидно, связано с присутствием в листьях, кроме камфоры и оптического изомера d-терпинена (9,5 %), соединения фенольной природы – эвгенола (6,22 %). Что касается последнего, то ранее в работе G. Sacchetti и соавт. [12] было показано, что именно эвгенол, являющийся доминантным компонентом (46,55 %) эфирного масла эвгенольного амазонского базилика (*Ocimum gratissimum* L.), определяет его высокую антимикробную активность в отношении грамположительных и грамотрицательных бактериальных штаммов. Он издавна используется во врачебной практике в качестве добавок к дезинфицирующим смесям.

Заклучение. Впервые исследован состав летучих компонентов листьев и антимикробная активность их эфирных масел у представителей сем. *Lauraceae* Juss. в оранжерейной культуре в отношении грамположительных – *Bacillus polymyxa* (Prazmowski) Mace, *Bacillus megaterium* de Bary, *Staphylococcus saprophyticus* Shaw et al., и грамотрицательных – *Pseudomonas fluorescens* Migula, *Pseudomonas putida* Trevisan, *Escherichia coli* Castellani and Chalmers, бактериальных штаммов.

Терпеноид камфора и его фракции являются общими компонентами в составе летучих соединений листьев у представителей сем. Лавровые (*Lauraceae* Juss.). Долевое содержание их видоспецифично.

Сравнительная оценка антибактериальной активности листьев у испытанных нами видов позволила расположить их в ряд по числу ингибированных тест-культур бактерий: *C. tamala* (6 культур), *L. azorica* (5) *C. camphora* (4) и *C. glanduliferum*, *L. nobile* (2). Не выявлено различий в реакции грамположительных и грамотрицательных штаммов на компоненты легколетучих соединений эфирных масел листьев у представителей сем. *Lauraceae* Juss. Антимикробную активность их эфирных масел определяют, помимо доминантных компонентов камфоры и ее фракций, также соединения, обладающие сильным токсическим действием в отношении патогенных бактерий и грибов, такие как сесквитерпен альфа-кубебен (2,30 %) у *C. tamala* и эвгенол (6,22 %) у *L. azorica*.

Список использованных источников

1. Гетко, Н. В. Фитонцидная активность оранжерейных растений / Н. В. Гетко, Т. А. Ладыженко, А. Г. Шутова // Наука и инновации. – 2014. – № 5. – С. 18–20.
2. 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, N 2. – P. 308–316.
3. Cowan, M. M. Plant Products as Antimicrobial Agents / M. M. Cowan // Clin. Microb. Rev. – 1999. – Vol. 12, N 4. – P. 564–582.
4. Edris, A. E. Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents / A. E. Edris // Phytother. Res. – 2007. – Vol. 21, N 4. – P. 308–323.
5. Trombetta, D. Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes / D. Trombetta, F. Castelli, M. G. Sarpietro // Antimicrob. Agents Chemother. – 2005. – Vol. 49, N 6. – P. 2474–2478.
6. Решетников, В. Н. Биологическая активность эфирных масел растений в связи с составом и оптической активностью компонентов / В. Н. Решетников, А. Г. Шутова, Е. В. Спиридович // Докл. НАН Беларуси. – 2015. – Т. 59, № 1. – С. 74–77.
7. AFLP evaluation of genetic similarity among laurel populations (*Laurus* L.) / R. Ágroyo-García [et al.] // Euphytica. – 2001. – Vol. 122, N 1. – P. 155–164. doi: 10.1023/A:1012654514381.
8. Почицкая, И. М. Идентификация компонентного состава пищевых ароматизаторов / И. М. Почицкая, В. П. Субоч, В. Л. Рослик // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. (8–9 окт. 2009 г.). – Минск, 2009. – С. 290.
9. Hetka, N. Comparative studies in leaf volatile compounds of three *Cinnamomum* 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. Летучие компоненты и антимикробная активность листьев представителей рода *Cinnamomum* Schaeff. в оранжерейной культуре / Н. В. Гетко [и др.] // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. – Минск, 2015. – Ч. 1. – С. 317–321.
11. 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, N 5. – P. 5434–5454.
12. Composition and functional properties of the essential oil of *Amazonian* Basil, *Ocimum micranthum* Willd., Labiatae, in comparison with commercial essential oils / G. Sacchetti [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2004. – Vol. 52, N 11. – P. 3486–3491. doi: 10.1021/jf035145e.

References

1. Hetko N. V., Ladyzhenko T. A., Shutova A. G. Phytoncyde activity of hothouse plants. *Nauka i innovacii* [Science and Innovations], 2014, no. 5, pp. 18–20. (in Russian)
2. Dorman H. J. D., Deans S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 2000, vol. 88, no. 2, pp. 308–316. doi: 10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x.
3. Cowan M. M. Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 1999, vol. 12, no. 4, pp. 564–582.
4. Edris A. E. Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: A Review. *Phytotherapy Research*, 2007, vol. 21, no. 4, pp. 308–323. doi: 10.1002/ptr.2072.
5. Trombetta D., Castelli F., Sarpietro M. G., Venuti V., Cristani M., Daniele C., Saija A., Mazzanti G., Bisignano G. Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 2005, vol. 49, no. 6, pp. 2474–2478. doi: 10.1128/aac.49.6.2474-2478.2005.
6. Reshetnikov V. N., Shutova A. G., Spiridovich E. V. Biological activity of plant essential oils in relation with the structure and optical activity of components. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi* [Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus], 2015, vol. 59, no. 1, pp. 74–77. (in Russian)
7. Arroyo-García R., Martínez-Zapater J. M., Fernández Prieto J. A., Álvarez-Arbesú R. AFLP evaluation of genetic similarity among laurel populations (*Laurus L.*). *Euphytica*, 2001, vol. 122, no. 1, pp. 155–164. doi: 10.1023/A:1012654514381.
8. Pochitskaya I. M., Suboch V. P., Roslik V. L. Identification of the component composition of food flavor enhancers. *Innovatsionnye tekhnologii v pishchevoi promyshlennosti: materialy VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (8–9 oktiabria 2009 g.)* [Innovative technologies in the food industry: Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference (8–9 October 2009)]. Minsk, Information Technology Centre Ministry of Finance, 2009, pp. 290. (in Russian)
9. Hetko N., Subach V., Rogovoy P. Comparative studies in leaf volatile compounds of three *Cinnamomum* species cultivated in greenhouses of Belarus. *Book of abstracts of 11th Symposium on the Flora of Southeastern Serbia and Neighboring Regions*. Vlasina, 2013, pp. 103–104.
10. Hetko N. V., Shutova A. G., Pobolovets T. A., Titok V. V. Volatile components and leaf antimicrobial activity of some representatives of the genus *Cinnamomum* Schaeff. in the hothouse culture. *Problemy sohraneniya biologicheskogo raznoobrazija i ispol'zovaniya biologicheskikh resursov: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferentsii. Chast' I*. [Problems of conservation of biological diversity and the use of biological resources: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Part I]. Minsk, Konfido Publ., 2015, pp. 317–321. (in Russian)
11. Chen W., Vermaak I., Viljoen A. Camphor – a fumigant during the black death and a coveted fragrant wood in ancient Egypt and Babylon – a review. *Molecules*, 2013, vol. 18, no. 5, pp. 5434–5454. doi: 10.3390/molecules18055434.
12. Sacchetti G., Medici A., Maietti S., Radice M., Muzzoli M., Manfredini S., Braccioli E., Bruni R. Composition and functional properties of the essential oil of Amazonian Basil, *Ocimum micranthum* Willd., Labiatae, in comparison with commercial essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, vol. 52, no. 11, pp. 3486–3491. doi: 10.1021/jf035145e.

Информация об авторах

Гетко Нелли Владимировна – д-р биол. наук, доцент, заведующая лабораторией, Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, Минск, Республика Беларусь). E-mail: N.Hetko@cbg.org.by.

Шутова Анна Геннадиевна – канд. биол. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, Минск, Республика Беларусь). E-mail: anna_shutova@mail.ru.

Поболовец Татьяна Александровна – мл. науч. сотрудник, Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tatsiana.ladyzhenko@gmail.com.

Титок Владимир Владимирович – член-корреспондент, д-р биол. наук, директор, Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, Минск, Республика Беларусь). E-mail: office@cbg.org.by.

Для цитирования

Химический состав летучих эфирных масел, выделяемых в атмосферу листьями представителей семейства *Lauraceae* Juss. в оранжерейной культуре, и их антимикробная активность / Н. В. Гетко [и др.] // Докл. НАН Беларуси. – 2016. – Т. 60, № 6. – С. 91–97.

Information about the author

Hetka Nelly Vladimirovna – D. Sc. (Biology), Assistant Professor, Head of the Laboratory, Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: N.Hetko@cbg.org.by.

Shutova Anna Gennadijevna – Ph. D. (Biology), Assistant Professor, Leading researcher, Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: anna_shutova@mail.ru.

Pobolovets Tatiana Aleksandrovna – Junior researcher, Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tatsiana.ladyzhenko@gmail.com.

Titok Vladimir Vladimirovich – Corresponding Member, D. Sc. (Biology), Director, Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: office@cbg.org.by.

For citation

Hetka N. V., Shutova A. G., Pobolovets T. A., Titok V. V. Composition of volatile essential oils released into the atmosphere by the leaves of the representatives of the family *Lauraceae* Juss. in the hothouse culture and their antimicrobial activity. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi* [Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus], 2016, vol. 60, no. 6, pp. 91–97. (in Russian)