

На основании результатов исследования можно сделать вывод, что экстракт розмарина в количестве 0,03% практически не влияет на физико-химические показатели эмульсии, содержащей оливковое масло, но препятствует ее окислению, выступая в роли природного антиоксиданта, а также будет оказывать благотворное влияние на состояние кожи, так как содержит в своем составе биологически активные компоненты. Это свидетельствует о целесообразности применения данного компонента в составе косметических эмульсионных продуктов, содержащих растительные масла.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Самуилова, Л. В. Косметическая химия: учеб. издание. Ч. 1: Ингредиенты / Л. В. Самуилова, Т. В. Пучкова. – М.: Школа косметических химиков, 2005. – 336 с.
2. Шарова, Е.И. Антиоксиданты растения / Е.И. Шарова. – СПб.: СПбГУ, 2016. – 120 с.
3. Паронян В.Х. Технология производства парфюмерно-косметических продуктов / В.Х. Паронян, А.Ю. Кривова. – М.: ДeЛи прнт, 2009. – 668 с.
4. Кремы косметические. Общие технические условия: СТБ 1673-2006. – Введ. 15.11.2006. – Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. Гос. инт-т. стандартизации и сертификации, 2006. – 11 с.

УДК 547.913:615.281

Н.А. Коваленко, доц., канд. хим. наук  
Т.И. Ахрамович, канд. биол. наук  
Г.Н. Супиченко, канд. хим. наук  
В.Н. Леонтьев, доц., канд. хим. наук  
А.Г. Шутова, канд. биол. наук  
[kovalenko@belstu.by](mailto:kovalenko@belstu.by) (БГТУ, г. Минск)

## АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА

Псевдотсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii*) – вид рода Псевдотсуга (*Pseudotsuga*) семейства Сосновые (*Pinaceae*), произрастающая преимущественно в США и Канаде.

По литературным данным [1–3] эфирное масло псевдотсуги Мензиса различного географического происхождения содержит ценные биологически активные соединения и обладает рядом лечебных свойств. В климатических условиях Республики Беларусь псевдотсуга

Мензиса сохраняет при интродукции высокие темпы роста и продуктивность, практически не подвержена грибковым заболеваниям, не поражается насекомыми-вредителями [4]. В этой связи изучение компонентного состава и антибактериальной активности эфирного масла псевдотсуги Мензиса, интродуцированной в Беларусь, представляет научный и практический интерес.

Цель настоящей работы – изучить антимикробные свойства эфирного масла псевдотсуги Мензиса из коллекции Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (ЦБС НАН Беларуси).

Объектами исследования являлись образцы эфирного масла, выделенные из охвоенных концов ветвей длиной 30-40 см *Pseudotsuga menziesii*. Эфирное масло получали методом перегонки с водяным паром.

Для установления компонентного состава эфирного масла *Pseudotsuga menziesii* использовали газовый хроматограф Agilent 7820A GC (Agilent Technologies, США), оснащенный пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой HP-5 30м×0,32мм×0,25мкм режиме программирования температуры.

Разделение энантиомеров компонентов эфирного масла *Pseudotsuga menziesii* выполняли на хроматографе «Цвет 800», оснащенном пламенно-ионизационным детектором и оборудованном капиллярной колонкой Cyclosil В 30м×0,32мм×0,25мкм в режиме программирования температуры. Временем удерживания несорбирующегося газа считали время выхода пика метана.

Идентификацию основных компонентов эфирного масла и их энантиомеров проводили сравнением времен удерживания компонентов со значениями стандартных образцов. Для количественного определения идентифицированных компонентов эфирного масла и их энантиомеров использовали метод внутренней нормализации без учета относительных поправочных коэффициентов.

Антибактериальную активность определяли методом диффузии растворов эфирного масла в агар (метод бумажных дисков). В качестве тест-культур использовали санитарно-показательные микроорганизмы: *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* sp. и *Salmonella alony*. Результат учитывали по наличию и диаметру зон ингибиования. Минимальную ингибирующую концентрацию (МИК) эфирного масла определяли методом серийных разведений антимикробных агентов в жидкой среде.

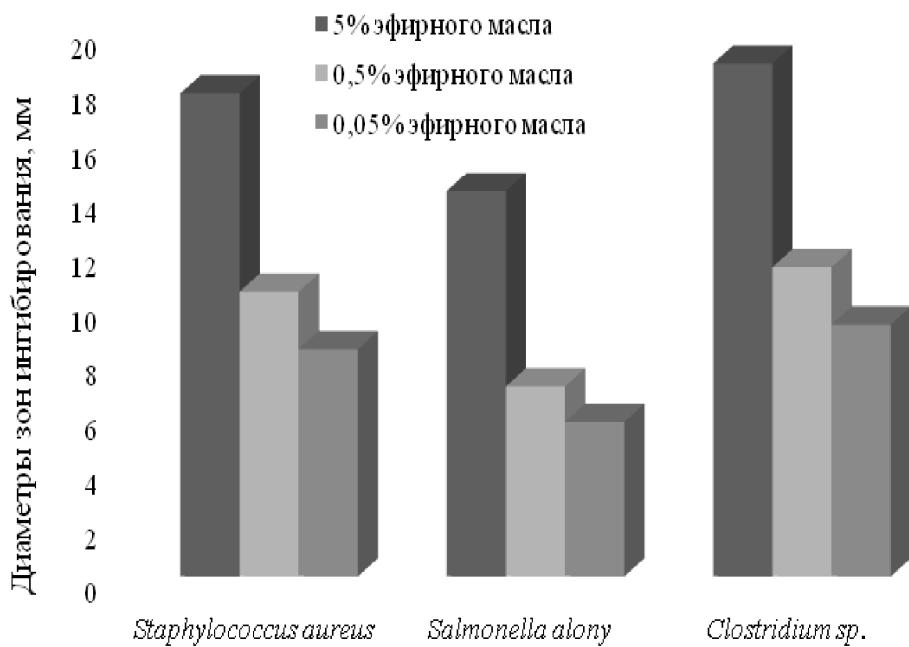
В эфирном масле *Pseudotsuga menziesii* методом газожидкостной хроматографии обнаружено более 40 компонентов. Идентифицированные соединения и их концентрации представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Идентифицированные компоненты эфирного масла псевдотсуги Мензиса**

| Соединение         | Содержание, % | Соединение          | Содержание, % |
|--------------------|---------------|---------------------|---------------|
| $\alpha$ -Туйен    | 0,19          | Терпинен-4-ол       | 5,25          |
| $\alpha$ -Пинен    | 7,25          | Борнилацетат        | 25,85         |
| Камfen             | 14,40         | Ментилацетат        | 0,20          |
| $\beta$ -Пинен     | 8,64          | $\alpha$ -Терpineол | 1,12          |
| $\Delta^3$ -Карен  | 2,37          | Борнеол             | 0,29          |
| Лимонен            | 2,79          | Карвон              | 3,15          |
| 1,8 -Цинеол        | 1,49          | Терпинилацетат      | 0,18          |
| $\gamma$ -Терпинен | 2,54          | Гераниол            | 1,73          |
| Линалоол           | 0,15          | Геранилацетат       | 1,82          |
| Ментон             | 2,26          | Эвгенол             | 0,13          |
| Метилхавикол       | 0,46          |                     |               |

Основными компонентами исследованного образца являются борнилацетат, камfen,  $\alpha$ - и  $\beta$ -пинены и терпинен-4-ол, что близко к данным работы [5].

На рисунке приведены результаты определения диаметров зон ингибирования роста тест культур бактерий в присутствии этанольных растворов эфирного масла различной концентрации.



**Рисунок – Диаметры зон ингибирования роста тест-культур бактерий растворами эфирного масла псевдотсуги Мензиса**

Наибольшая антимикробная активность эфирного масла отмечена в отношении грамположительных микроорганизмов. Подавление роста грамотрицательных бактерий было менее эффективным.

Важную роль в проявлении лечебных свойств эфирных масел играет оптическая активность входящих в их состав соединений.

По результатам хроматографического разделения эфирного масла псевдотсуги на хиральной колонке образец является оптически чистым по (-)-борнилацетату. Энантиомерный избыток (+)-камфена составляет  $\approx 83\%$ .

Диаметры зон ингибирования энантиомеров индивидуальных соединений, которые являются главными компонентами исследованного образца, представлены в таблице 2.

Наиболее эффективно подавляет рост тест-культур (-)-борнилацетат. Его бактерицидная активность выражена в большей степени в отношении микроорганизмов *Clostridium* sp. Правовращающий изомер камфена несколько активнее по сравнению с (-)-формой.

**Таблица 2 – Диаметры зоны ингибирования роста тест-культур в присутствии 20%-ных этанольных растворов (-)-борнилацетата и энантиомеров камфена**

| Тест-культуры бактерий       | Соединение                           |            |            |
|------------------------------|--------------------------------------|------------|------------|
|                              | (-)-борнилацетат                     | (+)-камfen | (-)-камfen |
|                              | Диаметр зоны ингибирования роста, мм |            |            |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 14,3                                 | 10,4       | 9,2        |
| <i>Salmonella alony</i>      | 14,5                                 | 10,3       | 9,0        |
| <i>Clostridium</i> sp.       | 16,4                                 | 9,8        | 9,4        |

Минимальные ингибирующие концентрации эфирного масла псевдотсуги Мензиса составляют 0,2% по отношению к штаммам грамположительных бактерий *Staphylococcus aureus* и *Clostridium* sp. и 0,5% – по отношению к *Salmonella alony*.

Таким образом, антимикробные свойства эфирного масла псевдотсуги Мензиса из коллекции ЦБС НАН Беларуси обусловлены присутствием (-)-борнилацетата и (+)-камфена, являющихся главными компонентами образца. Эфирное масло псевдотсуги наиболее эффективно действует в отношении грамположительных бактерий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Jirovetz, L. Analysis of the essential oil volatiles of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) from Bulgaria / L. Jirovetz [et al.] // J. Serb. Chem. Soc. – 2000. – № 15. – Р. 434–437.

2. Padure, I.M. Morpho-anatomical and phytochemical researches regarding *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco (Pinaceae) / I.M. Padure [et al.] // Anal. Stint. Univer. – 2008. – № 54. – P. 33–39.
3. Tesevic, V. Chemical composition and antifungal activity of the essential oil of Douglas fir (*Pseudosuga menziesii*) (Mirb. Franco) from Serbia / V. Tesevic [et al.] // J. Serb. Chem. Soc. – 2009. – № 74. – P. 1035–1040.
4. Холопук, Г.А. Экономическая оценка эффективности выращивания псевдотсуги Мензиса в Беларуси / Г.А. Холопук, В.И. Торчик // Лесное и охотничье хозяйство. – 2012. – № 11. – С. 23–27.
5. Jazdgerdian, A.R. Insecticidal effects of essential oils against wooly beech aphid *Phyllapsis fagi* (Hemiptera : Aphididae) and rice weevil *Sitophylus orizae* (Coleoptera : Curculionidae) / A.R., Jazdgerdian J. Akhtar, M.B. Isman // J. Entomology and Zoology Studies. – 2015. – № 3. – P. 265–271.

УДК 674.8

Ю.Л. Юрьев<sup>1</sup>, проф., д-р техн. наук  
И.К. Гиндулин<sup>1</sup>, доц., канд. техн. наук  
Е.В. Халимов<sup>2</sup>, преподаватель

<sup>1</sup>[charekat@mail.ru](mailto:charekat@mail.ru) (<sup>1</sup>УГЛТУ, <sup>2</sup>УИПС МЧС России, Екатеринбург, Россия)

## СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ТОРГОВЛИ ДРЕВЕСНЫМ УГЛЕМ

Производство древесного угля (ДУ) - традиционный и перспективный вариант переработки немассовой лиственой древесины. Объемы торговли этим товаром непрерывно растут.

Основные регионы экспорта ДУ показаны на рис. 1. Крупнейшим экспортёром ДУ в мире (около 750 тыс. т в год в 2017 г.) является Юго-Восточная Азия, где по объемам экспорта (370 тыс. т) выделяется Индонезия [1]. Следующие по объемам экспорта регионы – Восточная Европа (380 тыс. т, основные экспортёры – Польша и Украина) и Западная Африка (220 тыс. т, основной экспортёр – Нигерия).

Сформировалось восемь основных регионов потребления ДУ (рис.2), общий объем импорта в которые составляет 91 % от мирового объема. Можно выделить три основных центра потребления ДУ – Восточная Азия, Западная Азия и Западная Европа. Каждый из них потребляет более 450 тыс. т ДУ в год.

В пяти из них (Северная Америка, Юго-Восточная Азия, Западная Азия, Восточная Европа и Северная Европа) темпы роста объема импорта ДУ превышают среднемировые показатели. В двух регионах (Вос-