

Ю.А. Нечай, Н.А. Коваленко, Г.Н. Супиченко, В.Н. Леонтьев

Белорусский государственный технологический университет

Минск, Беларусь

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА *PINUS MUGO*

Аннотация. Представлены результаты газохроматографического анализа эфирного масла *Pinus mugo*, произрастающей в центральной части Республики Беларусь. Основными компонентами являются α -пинен (15–20%), β -пинен (5–7%), Δ^3 -карен (20–25%), β -фелландрен (10–15%), мирцен (3–7%), борнилацетат (3–5%), транс-кариофиллен (5–7%). Установлено, что эфирное масло сосны горной обладает антимикробной активностью относительно грамположительных и грамотрицательных бактерий.

Yu.A. Nechai, N.A. Kovalenko, G.N. Supichenko, V.N. Leontiev

Belarusian State Technological University

Minsk, Belarus

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF *PINUS MUGO* ESSENTIAL OIL

Abstract. The results of gas chromatographic analysis of the essential oil of *Pinus mugo* growing in the central part of Republic of Belarus are presented. The dominant components are α -pinene (15–20%), β -pinene (5–7%), Δ^3 -carene (20–25%), β -phellandrene (10–15%), myrcene (3–7%), bornylacetate (3–5%), trans-caryophyllene (5–7%). The antimicrobial activity of essential oil against gram-positive and gram-negative bacteria is shown.

Сосна горная (*Pinus mugo*) относится к семейству Сосновые (*Pinaceae*) и произрастает преимущественно в горных районах Центральной и Южной Европы. В последние годы *Pinus mugo* наряду с сосной обыкновенной и елью европейской все чаще входит в состав лесных насаждений Республики Беларусь.

Известно, что сосновые эфирные масла содержат ценные биологически активные соединения и обладают рядом лечебных свойств. В научной литературе имеются публикации по компонентному составу и антимикробным свойствам эфирного масла *Pinus mugo* (*P. mugo*) различного географического происхождения [1], однако эфирное масло сосны горной, интродуцированной в Республике Беларусь, изучено слабо.

Цель настоящей работы – изучение компонентного состава и антимикробных свойств эфирного масла сосны горной, произрастающей в центральной части Республики Беларусь.

Образцы эфирного масла были получены из свежесобранных охвоенных концов сосны горной методом гидродистилляции.

Разделение компонентов эфирного масла выполняли на хроматографе «Хроматэк-Кристалл», оснащенном пламенно-ионизационным детектором и оборудованном капиллярной колонкой Cyclosil В длиной 30 м, внутренним диаметром 0,32 мм и неподвижной фазой β-циклодекстрин (0,25 мкм), в режиме программирования температуры в токе газа-носителя азота.

Идентификацию компонентов эфирных масел проводили сравнением времен удерживания идентифицируемых пиков с временами удерживания стандартных образцов. Количественные определения проводили методом внутренней нормализации по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов.

Энантиомерный избыток E_x рассчитывали по формуле:

$$E_x = \frac{(A_{\max} - A_{\min})}{(A_{\max} + A_{\min})} * 100,$$

где A_{\max} – площадь пика преобладающего энантиомера, A_{\min} – площадь пика второго энантиомера.

Антибактериальную активность определяли методом диффузии растворов эфирного масла в агар (метод бумажных дисков) по методике [2]. В качестве тест-культур использовали санитарно-показательные микроорганизмы: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella alony*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium* sp., *Escherichia coli* Hfr H, *Pseudomonas aeruginosa*.

По результатам хроматографического разделения в эфирном масле сосны горной идентифицировано 22 соединения. Отличительной чертой исследованного образца является высокое содержание монотерпеновых углеводородов, суммарное содержание которых составляет более 50%. Главными компонентами являются α-пинен (15–20%), β-пинен (5–7%), Δ³-карен (20–25%), β-фелландрен (10–15%), мирцен (3–7%), борнилацетат (3–5%), транс-кариофиллен (5–7%). Содержание остальных компонентов не превышает 1 %.

Ранее нами показано, что оптические изомеры терпеновых соединений, входящие в состав эфирных масел, проявляют различную антимикробную активность [2, 3]. В этой связи был проанализирован энантиомерный состав эфирного масла сосны горной.

По результатам хроматографического разделения энантиомеров основных компонентов установлено, что эфирное масло сосны горной является оптически чистым по (+)- Δ^3 -карену. Камфен и лимонен в образце масла представлены обеими формами с небольшим энантиомерным избытком (-)-камфена и (+)-лимонена. Характер распределения энантиомеров α - и β -пиненов различается. Концентрации право- и левовращающих форм α -пинена в исследованном образце приблизительно равны, в то время как β -пинен представлен преимущественно в виде (-)-формы с энантиомерным избытком $\approx 57\%$.

Этанольные растворы эфирного масла *Pinus mugo* оказывают бактериостатическое действие на рост всех тестируемых микроорганизмов (таблица).

Таблица – Антимикробная активность 5%-ных растворов эфирного масла *P.mugo*

Тест-культуры бактерий	Диаметр зоны ингибирования роста, мм
<i>Staphylococcus aureus</i>	15
<i>Salmonella alony</i>	12
<i>Bacillus subtilis</i>	17
<i>Clostridium</i> sp.	17
<i>Escherichia coli</i> Hfr H.	14
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15

Наиболее чувствительным к эфирному маслу оказались тест-культуры *Bacillus subtilis* и *Clostridium* sp. Наименее подвержены антимикробному влиянию бактерии *Salmonella alony*.

Таким образом, установлен компонентный состав и характер распределения энантиомеров основных компонентов эфирного масла *Pinus mugo*. Эфирное масло сосны горной обладает антибактериальной активностью и может найти применение в качестве компонента фитопрепаратов с бактерицидными свойствами.

Список использованных источников

1. Popescu, D.I. Volatile compounds and oxidant and antifungal activity of bud and needle extracts from three populations of *Pinus mugo* Turra growing in Romania / D.I. Popescu [et al.] // Horticulturae. – 2022. – № 8. – P. 952–963.
2. Коваленко, Н.А. Антимикробные свойства эфирного масла *Pseudotsuga Menziesii* / Н.А. Коваленко, Г.Н. Сувиченко, Т.И.

Ахрамович, Е.В. Феськова, В.Н. Леонтьев, А.Г. Шутова // Весці НАН Беларусі. Сер. біол. навук. – 2019. – Т. 64, № 4. – С. 431–439.

3. Shutava, H.G. Antiradical and antibacterial activity of essential oils from the *Lamiaceae* plants in connection with their composition and optical activity of components H.G. Shutava, T.G. Shutava, N.A. Kavalenka, H.N. Supichenka // Intern. J. Sec. Metabol. – 2018, v. 5, № 2 – P.109–122.

УДК 544.723

Е.В. Никитюк, Е.Г. Петрова

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

МАГНИТНЫЙ СОРБЕНТ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНОГО ФЕРРИТА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ Co^{2+} , Ni^{2+} и Cu^{2+}

Аннотация. В работе получены магнитные наночастицы $\text{Mg}_{0.1}\text{Zn}_{0.1}\text{Fe}_{2.8}\text{O}_4$ с размерами менее 20 нм и оценена возможность их использования в качестве сорбентов для выделения солей кобальта, меди и никеля из водных растворов различных концентраций. В ходе сравнения различных моделей адсорбции показано, что полученные данные наиболее соответствуют адсорбции по Фрейндлиху.

E.V. Nikitsiuk, E.G. Petrova

Belarusian State University
Minsk, Belarus

MAGNETIC SORBENT BASED ON NANOSCALE FERRITE FOR Co^{2+} , Ni^{2+} AND Cu^{2+} REMOVAL

Abstract. Magnetic nanoparticles $\text{Mg}_{0.1}\text{Zn}_{0.1}\text{Fe}_{2.8}\text{O}_4$ with dimensions less than 20 nm were produced and the possibility of using them as sorbents for separating cobalt, copper and nickel salts from aqueous solutions of different concentrations was evaluated. Comparing the different adsorption models, it is shown that the data are most consistent with Freundlich adsorption.

Очистка воды от разного рода примесей не теряет своей актуальности и по сей день, так как загрязнение воды токсичными соединениями (ионами тяжелых металлов, радионуклидами, красителями, фармацевтическими субстанциями и т.д.) является одной из важнейших современных проблем охраны окружающей среды [1]. Большое внимание исследователей уделяется разработке магнитных