

шероховатость образца. Влияние данного фактора будет изучено в дальнейшем.

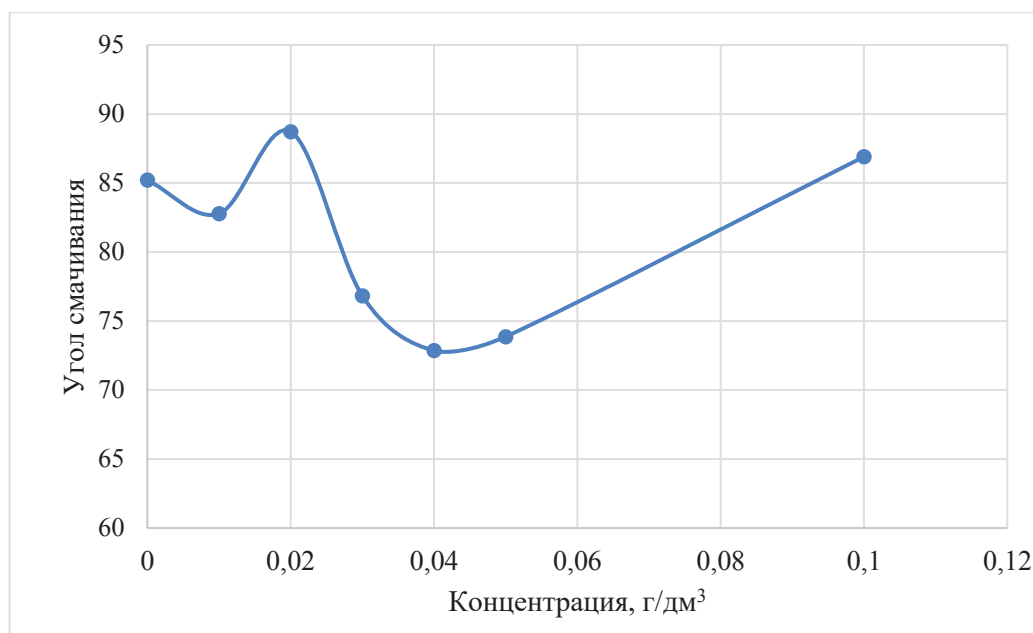


Рис.1 – Зависимость краевого угла смачивания АБС-пластика от концентрации лаурилсульфоната натрия

Список использованных источников

1. Опимах, Е. В. Флотационное извлечение полистирола / Е. В. Опимах // Полимер. материалы и технологии. – 2016. – т. 2, № 1. – с. 75–78.

УДК 547.913:615.281

Н.А. Коваленко, Г.Н. Супиченко, Т.И. Ахрамович
Белорусский государственный технологический университет
Минск, Республика Беларусь

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА *PINUS STROBUS L.*

Аннотация. Представлены результаты газохроматографического анализа эфирного масла *Pinus strobes L.* из коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Главными компонентами являются α -пинен ($\approx 23\%$), β -пинен ($\approx 25\%$). Показана антимикробная активность эфирного масла относительно грамположительных и грамотрицательных бактерий.

N.A. Kovalenko, G.N. Supichenko, T.I. Ahramovich

Belarusian State Technological University

Minsk, Republic of Belarus

**ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL OF
PINUS STROBUS L**

Abstract. The results of gas chromatographic analysis of the essential oil of *Pinus strobus* L. from the collection of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus are presented. The dominant components are α -pinene ($\approx 23\%$), β -pinene ($\approx 25\%$). The antimicrobial activity of essential oil against gram-positive and gram-negative bacteria is shown.

В связи с появлением в последнее время микроорганизмов, устойчивых к большинству известных антибиотиков, актуальной является разработка новых эффективных и экологически безопасных фитопрепаратов, обладающих лечебным и лечебно-профилактическим действием. Известно, что высокую и разнообразную биологическую активность проявляют эфирные масла хвойных растений, которые благодаря своим противовоспалительным, ранозаживляющим, иммуномодулирующим свойствам могут служить сырьем для приготовления лекарственных средств бактериостатического действия.

Цель настоящей работы – изучение компонентного состава и антимикробных свойств эфирного масла *Pinus strobus* L. (сосны Веймутова) из коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

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

Разделение компонентов эфирного масла выполняли на хроматографе «Цвет 800», 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. Линейная скорость газа-носителя 30 см/с, величина сброса 1:50. 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.

Антибактериальную активность определяли методом диффузии растворов эфирного масла в агар (метод бумажных дисков) по методике [1–3]. В качестве тест-культур использовали санитарно-

показательные микроорганизмы: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella alony*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium* sp., *Escherichia coli* Hfr H, *Pseudomonas aeruginosa*.

Минимальную ингибирующую концентрацию (МИК) эфирного масла *Pinus strobus* L. определяли методом серийных разведений антимикробных агентов в жидкой среде. Путем разведения растворов препаратов получали различные действующие концентрации эфирного масла (5%–0,05%) в культуральных жидкостях (исходное содержание клеток ~10⁴ КОЕ/мл). Инкубировали посеvy при 30°C в течение 24 ч. Затем визуально определяли наличие мутности в каждой из пробирок. Выбирали ту из них, которая содержала прозрачную суспензию и наименьшую концентрацию антимикробного агента. Эта концентрация соответствовала МИК. Результаты усредняли по данным двух экспериментов.

Исследования показали (таблица 1), что этанольные растворы эфирного масла *Pinus strobus* L. в изученном интервале концентраций (0,05–5%) оказывают бактериостатическое действие на рост всех тестируемых микроорганизмов. Повышение концентрации усиливает антимикробную активность.

Таблица 1 – Антимикробная активность растворов эфирного масла *Pinus strobus* L.

Тест-культуры бактерий	Концентрация эфирного масла в этаноле, %			МИК, %
	0,05	0,5	5,0	
	Диаметр зоны ингибирования роста, мм			
<i>Staphylococcus aureus</i>	10,6	12,2	19,5	0,1
<i>Salmonella alony</i>	6,5	8,7	16,0	0,2
<i>Bacillus subtilis</i>	8,4	10,3	17,4	0,1
<i>Clostridium</i> sp.	10,3	12,5	19,8	0,1
<i>Escherichia coli</i> Hfr H.	7,2	9,2	16,5	0,1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	7,0	9,1	16,7	0,2

Наиболее чувствительным к эфирному маслу оказались тест-культуры *Staphylococcus aureus* и *Clostridium* sp. Наименее подвержены

антимикробному влиянию бактерии *Pseudomonas aeruginosa* и *Salmonella alony*.

В целом, грамположительные микроорганизмы оказались по суммарным показателям более устойчивы, чем грамотрицательные тест-культуры.

Для объяснения антимикробных свойств эфирного масла сосны Веймутова, необходимо было выяснить компонентный состав и характер распределения энантиомеров его основных компонентов.

Отличительной чертой эфирного масла сосен является высокое содержание пиненов. По данным газожидкостной хроматографии основной вклад в компонентный состав исследованного эфирного масла вносят пинены, суммарное содержание которых составляет $\approx 50\%$. Концентрация α -пинена составляет $\approx 23\%$, а β -пинена – $\approx 25\%$.

Характер распределения энантиомеров α - и β -пиненов в эфирном масле сосны Веймутова представлен на рис. 1.

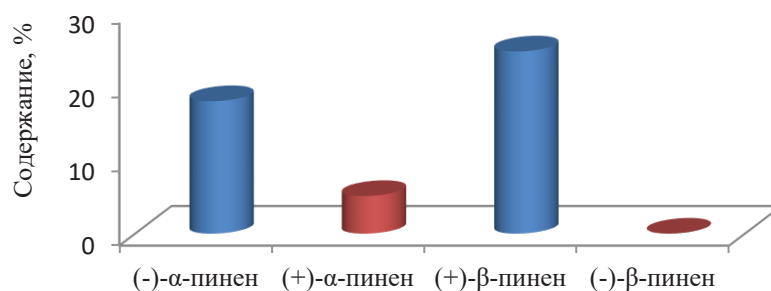


Рис. 1 – Распределение энантиомеров α - и β -пиненов в эфирном масле *Pinus strobes* L.

Из представленных на рис.1 данных видно, что эфирное масло сосны Веймутова является оптически чистым по (+)- β -пинену. В масле преобладает (-)-форма α -пинена, энантиомерный избыток которой составляет $\approx 56\%$.

Анализ литературных данных [1–5] показывает, что оптические изомеры терпеновых соединений, входящие в состав эфирных масел, проявляют разную антимикробную активность. В этой связи были изучены антимикробные свойства стандартных образцов энантиомеров α -пинена и β -пинена.

Результаты скрининга антимикробной активности 20%-ных этанольных растворов оптических изомеров пиненов, входящих в состав эфирного масла сосны Веймутова приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Антимикробная активность энантиомеров α - и β -пиненов

Тест-культуры бактерий	Диаметр зоны ингибирования роста, мм			
	(+)	(-)	(+)	(-)
	α -пинен	α -пинен	β -пинен	β -пинен
<i>Staphylococcus aureus</i>	7,2	10,8	8,3	4,2
<i>Salmonella alony</i>	11,5	16,1	12,9	8,6
<i>Bacillus subtilis</i>	15,6	21,4	16,4	11,7
<i>Clostridium</i> sp.	17,7	24,3	18,9	14,5
<i>Escherichia coli</i> Hfr H.	12,1	18,4	14,5	10,1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	8,3	12,1	10,5	6,6

Сравнение полученных данных показывает, что антимикробные свойства эфирного масла сосны Веймутова обусловлены компонентным и энантиомерным составом. Следует отметить, что бактериостатический эффект обусловлен суммарным действием как макро-, так и микрокомпонентов, входящих в его состав. Так, при гораздо меньшей концентрации (5,0 %) эфирное масло обладает более выраженной антимикробной активностью по сравнению с 20%-ными растворами его главных компонентов.

Список использованных источников

1. Коваленко, Н.А. Антибактериальная активность эфирного масла *Agastache aurantiaca* / Н.А. Коваленко, Г.Н. Супиченко, Т.И. Ахрамович, А.Г. Шутова, В.Н. Леонтьев // *Химия растительного сырья*. – 2018. – № 2. – С. 63-70.
2. Коваленко, Н.А. Антибактериальная активность эфирных масел иссопа лекарственного / Н.А. Коваленко, Т.И. Ахрамович, Г.Н. Супиченко, Т.В. Сачивко, В.Н. Босак // *Химия растительного сырья*. – 2019. – № 1. – С. 191-199.
3. Коваленко Н.А., Леонтьев В.Н., Супиченко Г.Н., Ахрамович Т.И., Шутова А.Г. Антимикробные свойства эфирного масла растений рода *Monarda*, культивируемых в Беларуси // *Химия растительного сырья* – 2021. – № 2. – С. 137-144.
4. Loziene, K. Influence of plant origin natural α -pinene with different enantiomeric composition on bacteria, yeasts and fungi / K. Loziene [et al.] // *Fitoterapia*. – 2018. – № 127. – P. 20-24.

5. Rivas da Silva, A.C. Biological Activities of α -Pinene and β -Pinene Enantiomers / A.C. Rivas da Silva [et al.] // *Molecules* – 2012. – № 17. – P. 6305-6316.

УДК 541.15:543.476

А.М. Колос

Международный государственный экологический
институт имени А.Д. Сахарова
Белорусского государственного университета
Минск, Беларусь

СОСТАВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ЭКСТРАКТОВ *Achillea millefolium* L. В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ.

Аннотация. В работе описаны результаты исследований свойств и состава БАВ в водно-спиртовых вытяжках тысячелистника обыкновенного, произрастающего в естественных условиях на территории Беларуси. Выявлен оптимальный состав смесей и длительность экстракции, концентрации спирта в экстрагирующей смеси. Установлено наличие антимикробных свойств фитοэкстракта к *E. coli* и *Rhizopus stolonifera*.

Ключевые слова. Фитοэкстракты, флавоноиды, фенольные кислоты, антимикробные свойства, антиоксидантная активность.

Kolos A.M.

International State Ecological
Institute named after A.D. Sakharov
Of the Belarusian State University
Minsk, Belarus

COMPOSITION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF EXTRACTS *Achillea millefolium* L. UNDER NATURAL CONDITIONS OF GROWTH.

Abstract. The paper describes the results of studies of the properties and composition of biologically active substances in aqueous-alcoholic extracts of common yarrow growing in natural conditions on the territory of Belarus. The optimal composition of the mixtures and the duration of the extraction, the concentration of alcohol in the extracting mixture have been revealed. The presence of antimicrobial properties of the phytoextract to *E. coli* and *Rhizopus stolonifera* was established.

Keywords. Phytoextracts, flavonoids, phenolic acids, antimicrobial properties, antioxidant activity.