

и белорусский рынки фармацевтических препаратов требуют тщательного мониторинга безопасности ЛС, не достаточно контролируются сертификационными органами, а некоторые лекарства, лежащие на полках аптек, должны пройти дополнительные исследования. Для эффективной работы в этом направлении, на наш взгляд, необходимо наладить более тщательный процесс регистрации ЛС с учетом всех современных исследований и данных PubMed и Cocharane Library.

#### **Список использованной литературы**

1. <https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2018/v116n4a31.pdf>
2. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21648177/>
3. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21030939/>
4. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30677025/>
5. [https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii= S0140-6736%2808%960601-7](https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2808%960601-7)
6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19033265/>
7. <https://indicator.ru/medicine/tamifyu.htm>
8. <https://febs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2211-5463.12583>

*Ламоткин С.А., Сакович А.В.*

#### **АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА И СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

Известно, что эфирные масла хвойных пород деревьев обладают рядом ценных свойств и антимикробным действием, они широко применяются в фармацевтической и косметической промышленности. Первыми по значимости хвойными породами в видовом составе лесов Республики Беларусь являются сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.) и ель европейская (*Picea abies* L. Karst). Одним из направлений переработки биомассы таких насаждения является получение широкого спектра экстрактивных веществ и в частности эфирного масла.

Целью настоящей работы является анализ состава эфирных масел сосны обыкновенной и ели европейской, произрастающих на

экологически чистых территориях Республики Беларусь, и их антимикробные свойства.

В Республике Беларусь выделено 6 административных регионов, почвенно-климатические условия которых неодинаковы, в соответствие с чем и был проведен анализ влияния региона произрастания на выход и компонентный состав эфирного масла ели европейской (*P. abies* L. Karst) и сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) [1].

Образцы древесной зелени отбирались в национальных парках Республики Беларусь – Березенский биосферный заповедник Минская и Витебская область, ГПУ НП «Браславские озера» Витебская область, ГПУ «Национальный парк «Нарочанский» Минской области, Ландшафтный заказник Налибокский, ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуща» Гродненская область с деревьев 50-60 летнего возраста в декабре месяце.

Хорошо известно, что антропогенные факторы весьма существенно влияют на состав и свойства эфирных масел [2]. Поэтому для отбора образцов древесной зелени были выбраны территории с минимальным техногенным воздействием. Измеренные значения мощности дозы гамма излучения составляли 0,10 мкЗв/час (10 мкР/час), что является фоновым значением для Республики Беларусь. Уровень загрязненности территории оценивали по содержанию в хвое токсичных элементов Pb, Cd, Cu, Co, Ni, Mn, Cr, S методами нефелометрии и атомно-абсорбционного анализа. В целом, содержание этих элементов в различных экологически чистых регионах были схожи и не превышали допустимых значений: Pb –  $0,0034 \pm 0,0006$  мг/ 100 г, Cu –  $0,258 \pm 0,033$  мг/ 100 г, Mn –  $8,476 \pm 1,006$  мг/ 100 г, Ni –  $0,281 \pm 0,018$  мг/ 100 г, Zn –  $3,5 \pm 0,5$  мг/ 100 г, S –  $91,6 \pm 2,2$  мг/ 100 г. Кроме того, отсутствие в местах отбора проб больших промышленных объектов и транспортных магистралей приводит к весьма низкому содержанию токсичных элементов в хвое.

Из отобранных образцов хвои составляли сборную пробу от 10-15 деревьев, с которой и проводили дальнейшие эксперименты. Процесс выделения эфирного масла проводили не позднее, чем через 4-6 часов после отбора. Отобранную хвою отделяли от стволиков, измельчали до размера 3-5 мм, составляли навеску от 200 до 250 г и из нее методом гидродистилляции отгоняли эфирное масло в течение 4-х часов. Выход эфирного масла рассчитывался на абсолютно сухое сырье. Также определялась плотность и показатель преломления, как основные характеристики при входном

контроле сырья. Выход эфирного масла из елей и сосен не высокий и составлял 0,20-0,24% или около 0,4% на а.с.м. при влажности хвои  $60 \pm 1\%$ . Величина показателя преломления ( $n_d^{20}$ ) составляла  $1,4745 \pm 0,0002$  и  $1,4951 \pm 0,0003$  соответственно.

Качественный и количественный анализ проводили на хроматографе Кристалл 5000.1 с использованием кварцевой капиллярной колонки длиной 60 м с нанесенной фазой 100% диметилсилексаном. Запись спектров ЯМР проводили на спектрометре AVANCE-500 (Германия) с рабочими частотами для ядер  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  – 500 МГц и 125 МГц, соответственно.

Методами ГЖХ и ЯМР спектроскопии было идентифицировано и количественно измерено порядка 28 компонентов в эфирном масле сосны обыкновенной, суммарное содержание которых составило 77,4–77,9 % от общего содержания компонентов. Основными компонентами (содержание более 1%) являются: 3-карен –  $25,2 \pm 0,5$ , камфен –  $1,96 \pm 0,14$ , лимонен –  $2,2 \pm 0,5$ , мирцен –  $1,66 \pm 0,07$ , терпинолен –  $2,52 \pm 0,06$ ,  $\alpha$ -пинен –  $17,7 \pm 0,6$ ,  $\beta$ -пинен –  $4,3 \pm 0,7$ , кариофиллен –  $8,68 \pm 0,26$ , на их долю приходится более половины от общего содержания компонентов эфирного масла.

Качественный анализ эфирного масла ели европейской показал наличие порядка 65 соединений. Основными компонентами с содержанием более 1% являются:  $\alpha$ -пинен –  $8,5 \pm 0,5$ ; камфен –  $15,7 \pm 0,5$ ;  $\beta$ -пинен –  $1,6 \pm 0,3$ ; мирцен –  $4,3 \pm 0,6$ ; лимонен –  $16,1 \pm 0,6$ ; 1,8-цинеол –  $9,3 \pm 0,7$ ; камфора –  $2,1 \pm 0,3$ ; борнеол –  $3,7 \pm 0,6$ ;  $\alpha$ -терпинеол –  $2,5 \pm 0,3$ ; борнилацетат –  $19,2 \pm 1,3$ .

Антибактериальную активность эфирных масел определяли диффузионным методом (метод бумажных дисков). Принцип метода основан на диффузии антимикробных агентов в агар и определении диаметра зон ингибирования роста тест-культур бактерий на агаризованной среде, формирующихся под действием диффундирующих в среде веществ, обладающих антимикробной активностью [3]. Определение антибактериальной активности эфирных масел проводили с использованием 6 санитарно-показательных микроорганизмов. Определение антибактериальной активности эфирных масел проводили с использованием санитарно-показательных микроорганизмов: *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Salmonella enterica* 0890, *Bacillus subtilis* 168; *Clostridium* sp., *Escherichia coli* Hfr H, *Pseudomonas aeruginosa* PAO1. Результаты определения диаметра зон ингибирования роста тест-культур бактерий растворами эфирных масел приведены в таблице.

Таблица

**Результаты определения диаметра зон ингибирования роста  
тест-культур бактерий растворами эфирных масел  
(10 % и 50 % раствор эфирного масла в этаноле)**

Хвойные растения	Процентное содержание спирта	Диаметр зоны ингибирования роста (мм) тест-культур бактерий					
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Salmonella enterica</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Clostridium</i> sp.	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	10 %	15	15	13	16	14	14
	50 %	19	19	17	20	19	18
Ель европейская ( <i>Picea abies</i> (L.) Karst)	10 %	17	18	20	23	19	22
	50 %	21	22	24	27	24	26

Таким образом проведенные исследования показали, что состав и антибактериальные свойства эфирных масел сосны обыкновенной и ели европейской выделенных из растений, произрастающих на территориях с одинаковой техногенной нагрузкой и идентичных географических и климатических условиях, в рамках статистической обработки результатов практически не изменяются.

#### Список использованной литературы

1. Сарнацкий, В. В. Ельники: формирование, повышение продуктивности и устойчивости в условиях Беларуси / В. В. Сарнацкий. – Минск: Тэхналогія, 2009. – 334 с.
2. Есякова, О. А. Влияние загрязненности воздушной среды Красноярска на терпеноидный состав эфирного масла ели сибирской / О. А. Есякова, Р. А. Степень // Химия растительного сырья, 2010. – № 4. – С. 139–143.
3. 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. – P. 434–437.