

## СОСТАВ ТЕРПЕНОВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В последнее время сложился устойчивый рынок эфирных масел и стабильный спрос на эту продукцию, которая используется в производстве фармацевтической продукции, пищевых продуктов, парфюмерных и косметических средств, других видов экономической деятельности. В мировом агропромышленном комплексе эфиромасличная отрасль является одной из самых прибыльных. За последние 40 лет мировое производство эфирных масел увеличилось с 50 до 250 тыс. тонн в год, для чего используется 300 видов культурных и дикорастущих эфирносов.

Среди эфирных масел, имеющих коммерческое значение, как правило выделяют масла, получаемые их хвойных растений. Как следует из многочисленных литературных источников, выделяемые из хвойных растений терпеноиды формируют сырьевую базу для производства парфюмерно-косметической продукции, фармацевтических препаратов, а также для предприятий тонкого органического синтеза. Первыми по значимости хвойными породами в видовом составе лесов Республики Беларусь являются сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.) и ель европейская (*Picea abies* L. Karst). Данные растения выращиваются как в дендрариях, так и произрастают в естественных условиях [1]

Химический состав эфирного масла определяет качество выпускаемой продукции. При этом существенное влияние на состав масла оказывает значительное количество факторов (сезонность, климатические условия и т.д.) и в том числе экологическая обстановка в местах произрастания. В связи с этим целью настоящей работы был анализ терпенов эфирного масла сосны обыкновенной и ели европейской, произрастающих под воздействием техногенных факторов.

В Минске находится более 1300 предприятий, выбросы которых поступают в воздушный бассейн города. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, в 2021 году в результате производственной деятельности предприятий выделено 84,2 тыс. тонн токсичных газообразных и пылевидных соединений, которые неблагоприятно воздействуют на рост и развитие растений. Чем выше загрязнение атмосферного воздуха, тем большее количество твёрдых примесей оседает на хвое [2].

Наибольшее влияние на экологическую обстановку не только своих районов, но и города в целом оказывают такие предприятия как ОАО «Минский тракторный завод», Минская ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4 РУП «Минскэнерго», Минские тепловые сети, КУПП «Минскводоканал», «Минский автомобильный завод», ОАО «Минский моторный завод», ОАО «Минский завод отопительного оборудования». Суммарные выбросы предприятий превышают 74% всех выбросов загрязняющих веществ по городу. Если же рассматривать стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха в пределах административных районов, то традиционно «лидерами» по объему выбросов загрязняющих веществ выступают предприятия Заводского, Партизанского и Фрунзенского районов [3]. Для того, чтобы выявить влияние техногенных факторов на сосну обыкновенную и ель европейскую, отбор проб древесной зелени производили в Заводском районе г. Минска вблизи ОАО «Минский тракторный завод», где экологическая обстановка наименее благоприятна для произрастания растений.

Древесную зелень отбирали с деревьев 50-60 летнего возраста в октябре месяце на загрязнённой выбросами территории. Эфирные масла выделяли из хвои методом гидродистилляции, а выход определяли вольюметрически.

Хроматографический анализ выполняли на хроматографе Кристалл 5000.1 с использованием кварцевой капиллярной колонки длиной 60 м с нанесенной фазой – 100 %-ным диметилсилоксаном. Идентификацию отдельных компонентов осуществляли с использованием эталонных соединений, а также на основании известных литературных данных по индексам удерживания [4]. Выделенные эфирные масла представляют собой жидкость светло-жёлтого цвета с древесно-хвойным запахом и жгучим вкусом. Величина показателя преломления ( $n_d^{20}$ ) эфирного масла сосны обыкновенной составила  $1,4951 \pm 0,0003$ , а ели европейской –  $1,4745 \pm 0,0002$ . Методом ГЖХ было идентифицировано и количественно измерено порядка 26-30 компонентов, которые представлены в таблице.

Основными компонентами эфирного масла сосны обыкновенной являются 3-карен, а-, в-пинен, мирцен, камфен, лимонен, кариофиллен, на их долю приходится более половины от общего содержания компонентов эфирного масла. Процентное содержание монотерпенов, кислородпроизводных терпенов, сесквитерпенов – 75%, 3% и 17% соответственно.

Таблица – Компоненты эфирных масел хвойных пород и их массовая доля

Сосна обыкновенная ( <i>Pinus silvestris</i> L.)			
Компонент	Масс. %	Компонент	Масс. %
Трициклен	0,726	Терпинен-4-ол	0,265
а-Пинен	23,776	а-Терпинеол	0,094
Камфен	3,422	Борнилацетат	3,339
Фенхен	0,033	Эвгенол	0,000
Сабинен	0,900	Кариофиллен	2,632
б-Пинен	5,408	Лонгифолен	1,176
Мирцен	6,746	α-Гумулен	0,094
3-Карен	32,013	g-Муролен	0,185
а-Терпинен	0,271	а-Муролен	0,495
р-Цимол	0,288	б-Бизаболен	0,055
Лимонен	4,538	g-Кадинен	1,115
g-Терпинен	0,480	d-Кадинен	1,926
Терпинолен	2,863	Неидентифицированные	15,370
Ель европейская ( <i>Picea abies</i> L. Karst)			
Компонент	Масс. %	Компонент	Масс. %
Сантен	0,518	Фенхол	0,168
Трициклен	0,992	Камфора	2,936
а-Пинен	7,410	б-Терпинеол	0,250
Камфен	14,266	Борнеол	5,279
Сабинен	0,444	Тепринен-4-ол	1,249
б-Пинен	4,594	а-Терпинеол	2,947
Мирцен	4,697	Метилтимол	1,287
а-Фелландрен	0,222	Борнилацетат	14,520
а-Терпинен	3,494	Терпинилацетат	1,301
р-Цимен	0,427	б-Элемен	0,296
1,8-Цинеол	7,690	Лонгифолен	0,066
Лимонен	14,338	Кариофиллен	0,101
Терпинолен	1,297	б-Бисаболен	0,071
Линалоол	0,322	d-Кадинен	0,779
Фенхиловый спирт	0,032	Неидентифицированные	8,007

Основные компоненты эфирного масла ели европейской: а-пинен, камфен, б-пинен, мирцен, а-терпинен, 1,8-цинеол, лимонен, терпинолен, камфора, борнеол, тепринен-4-ол, а-терпинеол, метилтимол, борнилацетат, терпинилацетат. Процентное содержание монотерпенов 60%, кислородпроизводных терпенов 29%, а сесквитерпенов 3%

Полученные данные свидетельствуют о различии процентного соотношения компонентов, в сравнении с эталоном, что указывает на влияние степени загрязнения древесной зелени. Однако качественный состав эфирных масел остается постоянным. В связи с этим, различие экологических условий произрастания хвойных деревьев в местах от-

бора образцов позволяет использовать эфирные масла в качестве стабильного источника сырья для предприятий фармацевтической и парфюмерно-косметической промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мележ, В.С. Охрана окружающей среды в Беларуси / В.С. Мележ. – Минск: М-во статистики и анализа Респ. Беларусь, 2007. – 206 с.
2. Матвейко А. П. Основы рационального и комплексного использования лесных ресурсов Республики Беларусь // Лесная наука на рубеже XXI века: сб. науч. тр. Гомель, 1997. Вып. 46. – С. 61–63.
3. Логинова, В.Ф. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень / В.Ф. Логинова, О.О. Новиков – Минск: БГУ, 2021. – 95 с.
4. Comparison of terpen composition in Engelmann spruce (*Picea Engelmann*) using hydrodistillation, SPME and PLE / M. Mardarowicz [et al.] // A journal of biosciences. 2004. – P. 641–648.

УДК 579.66:663.1

Н.А. Иванникова магистрант; В.В. Остробородова асп.;  
Т.В. Свиридова канд. биол. наук, доц.;  
О.С. Корнеева д-р биол. наук, проф. (ВГУИТ, г. Воронеж)

### **ВЫБОР ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *CHLORELLA VULGARIS* ИФР С-111**

В современном мире в стадии масштабно внедряемых или только разрабатываемых находится большое количество различных технологий использования биомассы в энергетических и сырьевых целях. Поиски продуктивных видов биомассы для получения энергии выдвигают в разряд перспективных источников фототрофные микроорганизмы. При разработке таких биотехнологических процессов важно не только учитывать возможность получения различных целевых продуктов из используемой биомассы, но и организовать безопасное производство с минимальной нагрузкой на окружающую среду. Этим требованиям вполне отвечает биомасса микроводорослей.

Одними из наиболее продуктивных считаются микроводоросли рода *Chlorella*. Она непритязательна к условиям обитания, способна развиваться как в пресной, так и в соленой воде. Автотроф, однако в темноте переходит на гетеротрофный тип питания. Этот род микроводорослей известен давно и хорошо изучен, что является преимуществом для его применения в различных отраслях промышленности и медицине.