

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФИРНОГО МАСЛА И СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ФЛЮИДНОГО СО₂-ЭКСТРАКТА ИЗ ЛИСТЬЕВ ЭВКАЛИПТА ПРУТОВИДНОГО

¹И. Н. Зилфикаров*, ², ³А. М. Алиев

¹ГОУ ВПО «Пятигорская государственная фармацевтическая академия Росздрава», г. Пятигорск, Россия

²Институт физики ДНЦ РАН, г. Махачкала, Россия

³Горный ботанический сад ДНЦ РАН, г. Махачкала, Россия

*E-mail: dagfarm@mail.ru

Поступила в редакцию 19.10.2007 г.

Проведен сравнительный фитохимический анализ эфирного масла и сверхкритического флюидного СО₂-экстракта (СКФ-СО₂-экстракт), а также образцов шрота, полученных из листьев эвкалипта прутовидного (*Eucalyptus viminalis* Labill.). Установлено, что составы исследованных объектов имеют сходства в качественном отношении, но заметно различаются соотношением основных компонентов. СКФ-СО₂-экстракт, кроме эфирного масла, содержит значительное количество сесквитерпенов. Исследование шрота, остающегося после отделения липофильной фракции, показало, что он может служить источником фенолоальдегидов, входящих в состав препаратов эвкалимин и хлорофиллипт, при этом шрот после СКФ-СО₂-экстракции имеет более приемлемые технологические свойства.

К л ю ч е в ы е с л о в а: эвкалипт прутовидный (*Eucalyptus viminalis* Labill.), сверхкритический флюидный СО₂-экстракт, эфирное масло, химический состав, моно-терпены, сесквитерпены, фенолоальдегиды, эвкалимин, хлорофиллипт.

ВВЕДЕНИЕ

Внедрение в фармацевтическую практику прогрессивных химико-технологических процессов, позволяющих комплексно и рационально использовать энергетические и материальные ресурсы, является актуальной задачей. К числу высокотехнологичных и перспективных методов, способных повысить эффективность производства фитопрепаратов и их качество, относится обработка лекарственного растительного сырья сжиженными газами и сверхкритическими флюидами (СКФ) [1]. Применительно к некоторым видам эфирномасличного сырья данная технология рассматривается как дополнительный и даже альтернативный метод промышленной переработки [2, 3]. Одним из объектов наших исследований, посвященных СКФ-СО₂-экстракции, является эвкалипт прутовидный (ЭП).

Эвкалипт растет, главным образом, в Австралии и составляет $\frac{3}{4}$ всей растительности этого континента. Встречается также на островах Тасмания и Новая Гвинея, в некоторой степени распространен в Юго-Восточной Азии (Китай). Культивируется во многих регионах с умеренным климатом, в том числе на Северном Кавказе и в Закавказье [4]. В отечественной медицинской практике применяют

ся несколько видов эвкалипта (*Eucalyptus*, семейство миртовые — *Myrtaceae*) — эвкалипт шариковый (или голубой) (*E. globulis* Labill.), эвкалипт пепельный (или серый) (*E. cinerea* F.v. *Muelex* Benth), эвкалипт Майдена (*E. Maideni* F.v. *Muelex* Benth) и эвкалипт прутовидный (*E. viminalis* Labill.). Листья эвкалиптов в основном используются в фасованном виде для приготовления настоев и отваров, листья ЭП являются сырьем для получения эфирного масла (ЭМ) и ряда фитопрепаратов (эвкалимина, хлорофиллипта и настойки). Важнейшим свойством препаратов эвкалипта, обуславливающим их медицинское значение, является наличие антибактериальной активности [5].

ЭМ эвкалипта (*Oleum Eucalypti*) является наиболее востребованным продуктом промышленной переработки сырья эвкалипта. Оно входит в состав многих комбинированных средств (таблеток, ингаляционных препаратов, мазей, линиментов), применяется также в чистом виде для паровых ингаляций, полосканий (в виде ароматной воды) как антисептическое, в виде растираний как отвлекающее средство и др. В составе эвкалиптового масла должно содержаться не менее 60 % цинеола [6].

Растущий спрос на эвкалиптовое масло в настоящее время удовлетворяется в основном за счет расширения перечня его природных источников — различных видов эвкалипта. Нагрузку на природные запасы сырья эвкалипта увеличивает также то, что он одновременно служит источником экстракционных препаратов и пищевых ароматизаторов. Негативным фактором также является сложившаяся на сегодняшний день практика промышленной переработки сырья эвкалипта в различных отраслях (эфирномасличной, пищевой, фармацевтической), приводящая во всех случаях к потере ценных биологически активных веществ.

В связи с изложенным, очень перспективным представляется развитие технологий комплексной переработки сырья с одновременным или последовательным получением нескольких целевых продуктов, включая ЭМ эвкалипта. На сегодня возможна реализация подходов, при которых происходит последовательная промышленная переработка эфирномасличного сырья с получением сначала ЭМ или липофильных экстрактов из исходного сырья, затем фитопрепаратов из первичного шрота. Большой интерес в данном случае представляют возможности применения сжиженных газов в качестве селективных экстрагентов липофильной фракции [2, 3, 7].

Основной целью настоящей работы является сравнительное исследование состава и свойств липофильных извлечений и шрота, полученных из листьев эвкалипта прутовидного традиционным методом (гидродистилляцией) и экстракцией диоксидом углерода в сверхкритическом флюидном состоянии.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основным объектом исследования являлось сырье ЭП — листья, высушенные в тени, которые соответствовали требованиям нормативной документации [8]. Исследованиям также подвергались ЭМ и СКФ-СО₂-экстракт, полученные из одной партии листьев ЭП, а также образцы шрота после гидродистилляции и СКФ-СО₂-экстракции.

ЭМ эвкалипта было получено методом паровой перегонки (гидродистилляцией) в лабораторных условиях. Экстракция СКФ-СО₂ осуществлялась на опытной лабораторной установке, описанной в работах [9, 10] при температуре 31,5 °С и давлении 30 МПа.

Непосредственно перед обработкой листья эвкалипта измельчались до размера частиц 1 ÷ 3 мм. Образцы ЭМ, СКФ-CO₂-экстракта и образцы шрота сразу после получения герметично упаковывались и далее анализировались.

ЭМ эвкалипта — подвижная прозрачная жидкость светло-желтого цвета с зеленоватым оттенком с характерным выраженным «цинеоловым» запахом. Практически нерастворимо в воде, смешивается во всех соотношениях со многими органическими растворителями. Выход ЭМ составил 2,5 %.

СКФ-CO₂-экстракт ЭП представляет собой мазеобразную массу желтовато-коричневого цвета с зеленоватым оттенком с сильным специфическим запахом, практически нерастворимую в воде, малорастворимую в 95 % этиловом спирте и растворимую в хлорсодержащих органических растворителях (хлороформ, хлористый метилен и др.). Он представляет собой неоднородную смесь жидкой (эфирное масло) и густой фаз с сильным характерным (эвкалиптовым или цинеоловым) запахом. ЭМ в составе СКФ-CO₂-экстракта представляет собой жидкость светло-желтого цвета с зеленоватым оттенком. Густая фаза — смолистая масса, окрашенная в темно-коричневый цвет. Выход экстракта составил около 5 %.

Шрот листьев после гидродистилляции представляет собой влажную массу измельченных листьев, почерневших и побуревших, отчасти сохранивших зеленый цвет, с очень слабым запахом ЭМ. Для исследования шрот высушивали до влажности 10 %. Шрот листьев ЭП после СКФ-CO₂-экстракции представляет собой смесь порошка и фрагментов листьев светло-коричневого цвета с зеленоватым оттенком со слабым запахом эвкалипта, остаточная влажность — 5,6 %, легко растирается в однородный мелкодисперсный порошок.

Химический анализ ЭМ и СКФ-CO₂-экстракта осуществлялся методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ) на приборе Saturn 2000 (Varian, США) с масс-спектрометрическим детектором типа «ионная ловушка» на колонке Stabilwax длиной 30 м, внутренним диаметром 0,32 мм и толщиной неподвижной фазы 0,5 мк. Калибровка масс-спектрометра и количественная обработка данных проводились методом нормализации полного ионного тока детектированных соединений. Идентификация компонентов проводилась по библиотекам масс-спектров NIST и WILEY. Поиск осуществлялся с использованием алгоритмов NIST и Saturn в стандартном режиме. Идентифицированные соединения имели величину параметра совпадения масс-спектра анализируемого вещества с библиотечным более 700.

Образцы шрота после гидродистилляции и СКФ-CO₂-экстракции анализировались методами фитохимического анализа: гравиметрическим, спектрофотометрическим, методом ТСХ и др. Для анализа образцов шрота мы применяли методики, предложенные для листьев ЭП и отраженные в работах [11, 12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как было отмечено выше, экстракты, полученные обработкой сырья сжиженным или СКФ CO₂, обладают липофильными свойствами. Как правило, они содержат в своем составе, помимо ЭМ, сопутствующие нелетучие соединения. Различие между ЭМ и CO₂-экстрактами может быть обусловлено еще и тем, что при получении CO₂-экстрактов отсутствует воздействие высоких температур, горячей воды и кислорода воздуха, как это имеет место при перегонке с водяным паром. С другой стороны, сжиженный или сжатый газ, в частности CO₂ в присутствии остаточной

влаги сырья может выступать как фактор, способный влиять на состав экстракта. То есть химическая индифферентность экстрагента в отношении природных веществ нуждается в исследовании. До настоящего времени в литературе встречается относительно немного работ, посвященных сравнительному анализу ЭМ и СКФ-СО₂-экстрактов, полученных из одного сырья. Результаты, полученные нами при анализе ЭМ и СКФ-СО₂-экстракта ЭП, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Компонентный состав эфирного масла и СКФ-СО₂-экстракта эвкалипта прутовидного

№ п/п	Соединение	Содержание, %	
		ЭМ	СКФ-СО ₂ -экстракт
1.	α-пинен*	7,0	4,7
2.	Камфен*	—	0,02
3.	β-пинен*	0,12	0,09
4.	Изо-β-пинен	0,05	0,03
5.	α-фелландрен*	0,12	1,0
6.	Терпинолен	—	0,01
7.	Лимонен*	3,1	1,7
8.	Эвкалиптол (1,8-цинеол)*	71,1	15,6
9.	Этилгексаноат	—	0,02
10.	γ-терпинен*	0,16	0,07
11.	Цимол*	3,2	1,5
12.	(+)-4-карен	—	0,02
13.	3-метилбутановая кислота	0,19	0,05
14.	Вербенилэтиловый эфир	—	0,02
15.	Циклогексанкарбоновая кислота	—	0,03
16.	Этилоктаноат	—	0,03
17.	2,7-диметилоктандион-3,5	0,02	0,01
18.	Изоледен	0,02	0,51
19.	Мууролен	—	0,08
20.	2,4,5,6,7,8-гексагидро-1,4,9,9-тетраметил-3Н-3а,7-метаноазулен	—	2,2
21.	Линалоол*	0,08	0,01
22.	Лонгифолен*	0,02	0,19
23.	Аристолен	—	0,05
24.	Δ-аристолен	2,5	1,5
25.	4-терпинеол*	0,27	0,23
26.	Алло-аромадендрен*	1,9	18,1
27.	Эремофилен	—	1,0
28.	Аромадендрен*	0,29	3,1
29.	Валенсен	0,83	0,49
30.	Эликсен	1,7	1,8
31.	Борнеол	0,13	0,05

**Сравнительное фитохимическое исследование эфирного масла
и сверхкритического флюидного CO₂-экстракта из листьев эвкалипта прутовидного**

Окончание табл. 1

№ п/п	Соединение	Содержание, %	
		ЭМ	СКФ-CO ₂ -экстракт
32.	<i>Цис</i> -гераниол (нерол)	0,21	0,89
33.	Кадинен	—	0,27
34.	γ-кадинен	0,04	0,38
35.	Дегидроаромадендрен	0,02	0,55
36.	Каламенен	0,02	0,06
37.	3,7-диметил-1,6-октадиен-3-ол	0,05	0,19
38.	<i>Изо</i> -карвеол	0,09	0,07
39.	Фенилэтиловый спирт	0,04	0,01
40.	Жасмон	—	0,03
41.	Гвайол*	0,01	0,12
42.	Бергаптен	—	0,03
43.	Кубенол	—	1,1
44.	Алло-аромадендреноксид	—	0,06
45.	1-бromo-3,5-диметиладамантан	0,11	0,47
46.	Декагидро-α,α-4a-триметил-8-метилен-2-нафталенметанол	0,20	1,1
47.	1-этилиденоктагидро-7a-метил-1H-инден	0,12	1,1
48.	Спатуленол	0,08	0,41
49.	7-изопропенил-1,4a-диметил-4,4a,5,6,7,8-гексагидро-3H-нафтален-2-он	—	0,09
50.	Δ-селинен	0,06	0,97
51.	Агароспирол	0,06	1,7
52.	γ-эудесмол	0,18	3,9
53.	Эудесмол*	0,47	5,8
54.	Этилгексадеканоат	—	0,13
55.	3,7,11,15-тетраметил-2-гексадецен-1-ол	—	0,55
56.	<i>n</i> -гексадекановая кислота	0,49	0,61
57.	Сквален	0,39	0,73
58.	Насыщенные углеводороды	4,5	24,5

* Вещество упоминается в <http://interflora.narod.ru/eucalipt.htm>

Из результатов анализа, представленных в таблице 1, видно, что качественный состав у ЭМ и СКФ-CO₂-экстракта эвкалипта почти одинаковый. Ряд минорных компонентов СКФ-CO₂-экстракта в составе ЭМ не обнаружен, однако

основные различия между данными объектами заключаются в количественном соотношении компонентов. Например, эвкалиптола (1,8-цинеола) в составе ЭМ обнаружено более 70 %, в то время как в СКФ-СО₂-экстракте его всего около 16 %. Распределение обнаруженных веществ по основным классам соединений позволяет более наглядно выявить влияние метода получения на состав продукта. В составе ЭМ основными классами веществ являются *монотерпены* — 1,8-цинеол (эвкалиптол) (71,1 %), α-пинен, β-пинен, α-фелландрен, лимонен, γ-терпинен, цимол, линалоол, борнеол и др. и *сесквитерпены* — изоледен, лонгифолен, Δ-аристолен, алло-аромадендрен, аромадендрен, валенсен, эликсен, γ-кадинен, каламенен, спатуленол, Δ-селинен, агароспирол, эудесмол и др. При этом монотерпенов в 9 раз больше, чем сесквитерпенов. Заметную долю составляют насыщенные углеводороды.

В составе СКФ-СО₂-экстракта соотношение монотерпены — сесквитерпены находится в пропорции 1 : 2 в пользу сесквитерпенов, что вызвано особенностями экстракции и свойствами экстрагента. Практически все компоненты, обнаруженные в ЭМ, содержатся и в СКФ-СО₂-экстракте. Кроме них, в составе экстракта обнаружены: *монотерпены* — камфен, терпинолен, карен; *сесквитерпены* — вербенилэтиловый эфир, мууролен, аристоклен, эремофиллен, кадинен, жасмон, кубенол, алло-аромадендреноксид. Заметным с фармакологической точки зрения отличием СКФ-СО₂-экстракта от ЭМ явилось присутствие в нем фурукумарина бергаптена и соединений дитерпеновой природы. Кроме того, СКФ-СО₂-экстракт характеризуется значительным содержанием насыщенных углеводородов, присутствующих в количестве, сопоставимом с монотерпенами (таблица 2).

Результаты анализа позволяют считать метод обработки листьев ЭП СКФ-СО₂ пригодным для извлечения липофильной фракции, содержащей ЭМ и сопутствующие ему углеводороды, в том числе не перегоняемые с водяным паром. Из СКФ-СО₂-экстрактов можно фракционировать ЭМ приложением известных методов, а также включать его в нативном виде в фитопрепараты и средства лечебной косметики [1].

Образцы шрота ЭП, полученные разными методами, отличаются по некоторым физико-химическим и технологическим параметрам. Как было отмечено выше,

Таблица 2

Основные классы соединений в составе эфирного масла и СКФ-СО₂-экстракта эвкалипта прутовидного

Класс соединений	Содержание, %	
	ЭМ	СКФ-СО ₂ -экстракт
Монотерпены	85,7	26,3
Сесквитерпены	8,7	47,1
Фурукумарины (бергаптен)	—	0,03
Сложные эфиры	0,04	0,16
Органические кислоты	0,68	0,69
Дитерпеновый спирт	—	0,55
Тритерпены (сквален)	0,39	0,73
Насыщенные углеводороды	4,5	24,5

шрот после гидродистилляции представляет собой влажную массу, которая требует сушки до остаточной влажности 10÷14 %, чтобы предотвратить процессы деструкции оставшихся в нем веществ. Шрот после СКФ-CO₂-экстракции образуется с влажностью ниже, чем в исходном сырье, так как часть влаги переходит в СКФ-CO₂-экстракт, то есть влияние воды на состав шрота в данном случае минимально.

Для шрота, образующегося при экстракции сырья сжиженным CO₂, характерно то, что он приобретает большую, чем в исходном сырье, сыпучесть, легко образует мелкодисперсный порошок, вследствие чего несколько затрудняется его дальнейшая переработка. Одновременно с этим шрот после CO₂-экстракции легче смачивается полярными экстрагентами, так как в нем сведено к минимуму мешающее влияние неполярных веществ. Те же свойства характерны и для шрота ЭП после СКФ-CO₂-экстракции.

Фитохимический анализ исследуемых образцов шрота проводился по качественному и количественному содержанию фенолоальдегидов (эуглобалин) — веществ терпеновой природы, входящих в состав хлорофиллипта и эвкалимина. При этом исследовалось также исходное сырье. На тонкослойных хроматограммах всех испытуемых объектов наблюдали пятна, совпадающие по расположению и цвету с пятнами на хроматограмме раствора эвкалимина и принадлежащие фенолоальдегидам. Для количественного анализа мы применяли характерную для фенолоальдегидов ЭП полосу поглощения при длине волны 278 ± 2 нм, при которой величина оптической плотности имеет линейную зависимость от концентрации определяемых веществ. Содержание фенолоальдегидов в исходном сырье составило $(5,36 \pm 0,20)$ %, в шроте после гидродистилляции — $(5,42 \pm 0,21)$ %, в шроте после СКФ-CO₂-экстракции — $(5,58 \pm 0,21)$ % в пересчете на абсолютно сухое сырье, то есть массовая доля фенолоальдегидов в шроте возрастает пропорционально тому, сколько продукта извлекается при обработке исходного сырья. Таким образом, обоснованным является предположение, что шрот листьев ЭП после извлечения липофильной фракции может считаться первичным и служить сырьем для дальнейшего выделения суммы фенолоальдегидов. Чтобы оценить такую возможность, мы провели экстракцию и очистку фенолоальдегидов из исходного сырья и образцов шрота по двум направлениям — по технологиям эвкалимина и хлорофиллипта, основные стадии которых изложены в работах [11—13].

Образцы лекарственных препаратов, полученных из шрота, мы сравнивали по составу и основным фармакопейным показателям с промышленными образцами хлорофиллипта (производства ЗАО «Вифитех» (Моск. обл.)) и эвкалимина (производства ГУ ВИЛАР (Москва)). Данные сравнительного фитохимического анализа, представленные в таблице 3, показывают практически полное сходство между образцами лекарственных препаратов по всем основным показателям.

Результаты испытаний препаратов, полученных из образцов шрота эвкалипта прутовидного, показывают перспективу развития комплексной переработки исходного сырья. При этом процессы получения ЭМ на первой стадии и хлорофиллипта (или эвкалимина) на второй наилучшим образом реализуются при использовании технологии экстракции сырья сжиженным CO₂. Большой интерес, как концентрат БАВ липофильной природы, представляет СКФ-CO₂-экстракт эвкалипта, который характеризуется тем, что помимо ЭМ содержит значительное количество сесквитерпенов, не перегоняемых с водяным паром.

Таблица 3

Результаты анализа образцов лекарственных препаратов, полученных из шрота листьев ЭП после гидродистилляции (I) и СКФ-СО₂-экстракции (II), в сравнении с промышленными образцами (III) хлорофиллипта и эвкалимина

Показатели и нормы качества	Хлорофиллипт		
	I	II	III
<i>Описание:</i> густая масса изумрудно-зеленого цвета со специфическим запахом, практически нерастворимая в воде	Соотв.	Соотв.	Соотв.
— Качественная реакция на терпеноиды	Полож.	Полож.	Полож.
— ТСХ (обнаружение фенолоальдегидов)	Полож.	Полож.	Полож.
— УФ-спектр ($\lambda_{\max} = 278 \pm 2$ нм)	278,2	278,2	277,8
Содержание суммы фенолоальдегидов, %	44,0	48,0	45,0
Содержание катионов меди (II), %	0,17	0,16	0,16
Антибактериальный титр (не более 12,5 мкг/мл)	Соотв.	Соотв.	Соотв.
Показатели и нормы качества	Эвкалимин		
	I	II	III
<i>Описание:</i> аморфный порошок серовато-кремового цвета с зеленоватым оттенком, со специфическим запахом, электризуется при растирании, практически нерастворим в воде, умеренно — в 95% этиловом спирте	Соотв.	Соотв.	Соотв.
— Качественная реакция на фенольные вещества	Полож.	Полож.	Полож.
— ТСХ (обнаружение фенолоальдегидов)	Полож.	Полож.	Полож.
— УФ-спектр ($\lambda_{\max} = 278 \pm 3$ нм; $\lambda_{\min} = 243 \pm 3$ нм)	Соотв.	Соотв.	Соотв.
Содержание суммы фенолоальдегидов (не менее 40 %)	42,5	42,0	43,0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе впервые осуществлена комплексная переработка листьев эвкалипта прутовидного с получением сначала СКФ-СО₂-экстракта, затем суммарных липофильных препаратов из первичного шрота. Проведена сравнительная оценка химического состава ЭМ и СКФ-СО₂-экстракта эвкалипта, полученных из сырья одной промышленной партии. В их составе в основном содержатся монотерпены, сесквитерпены и насыщенные углеводороды, ряд соединений обнаружен в составе ЭМ эвкалипта прутовидного впервые. Установлено, что, несмотря на сходство качественного состава исследованных объектов, в СКФ-СО₂-экстракте значительно больше содержится условно «тяжелой» липофильной фракции, состоящей из смеси сесквитерпенов и насыщенных углеводородов. Фитохимическое и фитотехнологическое исследование образцов шрота ЭП показало, что при СКФ-СО₂-экстракции, так же как при гидродистилляции, в сырье остаются неизвлеченными ценные биологически активные соединения — фенолоальдегиды, входящие в состав эвкалимина и хлорофиллипта. Сравнительная оценка разных образцов шрота показала, что реализация СКФ-технологии переработки ЭП может оказаться востребованной. Она позволяет полнее извлекать ЭМ без участия острого водяного пара, затрагивает большую группу липофильных веществ и не требует дополнительной переработки первичного шрота. В условиях масштабного производства эти преимущества могут иметь решающее значение, так как позво-

ляют рациональнее с экономической и экологической точек зрения использовать ценное растительное сырье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зилфикаров И.Н., Челомбитко В.А., Алиев А.М. Обработка лекарственного растительного сырья сжиженными газами и сверхкритическими флюидами. Пятигорск, 2007.
2. Зилфикаров И.Н., Алиев А.М., Северцев В.А., Челомбитко В.А. Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: Сб. науч. тр. (ПятГФА). Вып. 60. Пятигорск, 2005. С. 105—109.
3. Lee S.J., Chun B.S., Wilkinson G.T., Weber A. Proceeding of the 8th Meeting on Supercritical Fluids. University Bordeaux 1. 2002. Т. 2. С. 879—884.
4. Куркин В.А. Фармакогнозия: Учебник для студентов фармацевтических вузов. Самара, 2004. 1180 с.
5. Машковский М.Д. Лекарственные средства: В 2 т. 13-е изд., перераб. и доп. М., 1993.
6. Государственная фармакопея СССР. 10-е изд. М., 1968. 1080 с.
7. Молчанов Г.И. Интенсивная обработка лекарственного сырья. М., 1981. 208 с.
8. Государственная фармакопея СССР. 11-е изд. Вып. 2. М., 1990. 400 с.
9. Зилфикаров И.Н., Алиев А.М., Северцев В.А. и др. Матер. IX междунар. съезда «Фитофарм 2005». СПб., 2005. С. 743—747.
10. Aliev A.M., Stepanov G.V. The visual investigation of solubility of biological active substances // Proceeding of the 9th Meeting on Supercritical Fluids. Trieste, Italy, 2004.
11. Зилфикаров И.Н., Северцева О.В., Абейдулина С.А. и др. Матер. XX междунар. съезда «Фитофарм 2006». СПб., 2006. С. 109—111.
12. Зилфикаров И.Н. Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: Сб. науч. тр. (ПятГФА). Вып. 62. Пятигорск, 2007. С. 57—59.
13. Зилфикаров И.Н. Изв. вузов. Сев.-Кав. рег. 2007. № 3. С. 60—62.

COMPARATIVE PHYTOCHEMICAL STUDY OF THE ESSENTIAL OIL AND THE SUPERCRITICAL FLUID CO₂-EXTRACT FROM LEAVES OF EUCALYPTUS VIMINALIS

¹I. N. Zilfikarov*, ^{2, 3}A. M. Aliev

¹Pyatigorsk State Pharmaceutical Academy, Pyatigorsk, Russia

²Institute of Physics & ³Mountain Botanical Garden DSC RAS, Makhachkala, Russia

*E-mail: dagfarm@mail.ru

A phytochemical comparison of essential oil and supercritical fluid CO₂-extract (SCF-CO₂-extract), and analysis of residues obtained from the leaves of eucalyptus (*Eucalyptus viminalis* Labill.) are performed. Compositions of essential oil and SCF-CO₂-extract are similar qualitatively, but significantly differ in relative amounts of their main components. SCF-CO₂-extract contains substantial amounts of sesquiterpens in addition to essential oil. The residue remaining after the separation of lipophylic fraction is found to be a source of phenoloaldehyds, which can serve as constituents of pharmaceuticals (*Eucaliminum* and *Chlorophylliptum*). The properties of residues remaining after the SCF-CO₂-extraction are more technically advantageous.

Key words: *Eucalyptus viminalis* Labill., supercritical fluid CO₂-extract, essential oil, chemical composition, monoterpens, sesquiterpens, phenoloaldehyds, *Eucaliminum*, *Chlorophylliptum*.