

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ С ПОМОЩЬЮ АНАЛИЗА ГХ-МС

Медицинский университет Караганды (Караганда, Казахстан)

---

Для обнаружения различных примесей и других фактов фальсификации посредством умышленного изменения состава производителями изучен качественный состав и количественное содержание эфирных масел, реализуемых в аптечной сети, методом газовой хромато-масс-спектрометрии. Увеличение числа фальсифицированных эфирных масел в продаже выявляет необходимость проверки их качества. Должное качество продукции достигается при достаточно строгом компонентном составе, в связи с чем первоочередной задачей является изучение терпеноидного состава натуральных эфирных масел современными методами.

*Ключевые слова:* эфирные масла, терпеноиды, газовая хромато-масс-спектрометрия

---

В последние десятилетия применение в терапии средств растительного происхождения набирает все большую популярность. Ввиду развития у микроорганизмов резистентности ко многим препаратам и их неэффективности, а также из-за набирающего популярность стремления к применению экологически безопасных средств, все больше людей совершают выбор в отношении естественной терапии в лечении и профилактике [29].

Благодаря наличию в своем составе множества соединений: моно- и сесквитерпенов, ароматических и алифатических фенольных производных, эфирные масла обладают широким спектром фармакологической активности: многие масла обладают антибактериальным, противомикробным, фунгицидным действием [7, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 25, 33]. Под фальсификацией натуральных эфирных масел следует понимать умышленное изменение состава натурального эфирного масла с корыстной целью путем подмешивания различных добавок или частичного извлечения наиболее ценных компонентов эфирного масла при сохранении видимости товарного качества продукта. Многие производители с целью получения выгоды заменяют компоненты синтетическими душистыми веществами, добавляют наполнители для увеличения объема продукта, используют синтетические примеси, различные растворители и фиксаторы аромата.

Методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектором изучен качественный состав и количественное содержание компонентов эфирных масел, реализуемых в аптечной сети, для обнаружения различных примесей и других фактов фальсификации посредством умышленного изменения состава. Определен компонентный состав 30 образцов эфирных масел, 23 из которых показали наличие синтетических веществ, не присущих натуральным маслам. Обнаружено сравнительно высокое содер-

жание таких составляющих, как диэтилфталат, изопропилмиририлат, дипропиленгликоль и др. Кроме того, при сравнении с хроматографическими профилями и компонентным составом эфирных масел, описанным в литературных источниках, обнаружено, что некоторые образцы содержат характерные компоненты натурального масла либо в очень низких концентрациях, либо не содержат вовсе.

**Цель работы** – изучить компонентный состав эфирных масел для определения примесей, фактов фальсификации и контроля качества образцов.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Определен компонентный состав образцов 30 эфирных масел различных производителей методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектором путем сравнения с требованиями согласно хроматографическим профилям в нормативных документах, а также с составом согласно литературным данным.

Для анализа использовалась унифицированная методика определения компонентного состава эфирных масел, а также хроматографическая система *7890A Agilent Technologies* с масс-спектрометрическим детектором *5975C inert MSD*.

Для оценки качества и обнаружения фальсификации эфирных масел избран метод сравнения компонентного состава исследуемого образца с составом, указанным в хроматографических профилях межгосударственных стандартов, для каждого отдельного эфирного масла.

Хроматографический профиль, указываемый в межгосударственных стандартах (ГОСТ, ISO) получают путем тщательного анализа значительного объема образцов эфирных масел, полученных в различных странах в течение нескольких лет [2, 3, 22, 26]. Для данного анализа экспертами проводится отбор проб, что позволяет не учитывать образцы, химиче-

ский состав которых оказался отличным от состава эфирных масел, считающихся чистыми и имеющих хорошие органолептические показатели. В результате аналитического исследования выделяют перечень компонентов, обнаруженных во всех пробах. Затем из общего перечня компонентов, обнаруженных в составе проб, выделяют репрезентативные, характерные для конкретного эфирного масла, что позволяет не учитывать такие факты, как место произрастания, фазу и время сбора сырья и метод выделения.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Внешняя оценка упаковки и маркировки образцов показала, что подавляющее большинство эфирных масел (21 из 30) не соответствует заявленным стандартам по упаковке и маркировке: отсутствие кольца первого вскрытия, притертой стеклянной или полиэтиленовой пробки, необходимых для предотвращения нарушения герметичности, являющихся одним из основных условий, позволяющих маслам сохранить свои физико-химические и заявленные терапевтические свойства при хранении.

Из всего числа исследованных эфирных масел, компоненты вызывающие подозрения на факт фальсификации, были обнаружены в 23 из 30 образцов.

Качественный анализ основан на сравнении времен удерживания и масс-спектров с данными библиотеки масс-спектрических данных. Идентификацию отдельных компонентов проводили путем сравнения времен удерживания и масс-спектров с данными библиотеки масс-спектрометрических данных NIST.

Эфирное масло шалфея на сегодняшний день рассматривается как один из наиболее важных источников для выделения соединений, обладающих высокой антиоксидантной, антимикробной и противогрибковой активностью [1, 4, 6, 23, 31]. Кроме того, наличие в составе монотерпенов ( $\alpha$ - и  $\beta$ -туйоны, борнеол), сесквитерпенов (гумулен,  $\beta$ -кариофиллен) обуславливает противовоспалительное, антибактериальное и отхаркивающее действие.

Хроматографический анализ эфирного масла шалфея мускатного (*Salvia sclarea*) производителя ООО «Лекус» (Россия) показал, что в составе содержится не менее 30 индивидуальных компонентов, только 6 из которых имеют концентрацию более 1%. Спирт линалоол (26,47%) и линалил ацетат (41,63%) являются основными составляющими данного образца. Помимо указанных компонентов обнаружены  $\alpha$ -терпинеол, спирт цитронеллол, геранил ацетат и кариофиллен – менее 2% от общего объема. Компоненты, такие как  $\alpha$ - и  $\beta$ -туйоны, борнеол, и в особенности  $\alpha$ -гумулен, которые являются специфическими для данного эфирного масла и должны содержаться в значительных количествах – в исследованном образце отсутствуют. Более того, помимо указанных компонентов в большом количестве обнаружен диэтилфталат (23%), который используется в парфюмерии и косметологии для фиксации ароматов [5], что указывает на умышленное изменение состава эфирного масла и добавление синтетических компонентов. (табл. 1).

В следующем образце этого же эфирного масла производителя ООО «Сибирь наме-

Таблица 1 – Компонентный состав образца эфирного масла шалфея мускатного производителя ООО «Лекус» (Россия) по данным хромато-масс-спектрометрии

Время удерживания (мин.)	Компонент	Содержание (% от цельного масла)
11,250	$\beta$ -мирцен	0,12
12,210	лимонен	0,38
14,096	линалоол	26,47
14,796	1,2-дигидролиналоол	0,25
15,506	ментон	0,18
16,091	$\alpha$ -терпинеол	2,24
16,912	цитронеллол	1,12
17,538	линалил изобутират	41,63
17,717	неидентифицированный компонент	0,39
17,838	цитронеллил формат	0,39
18,137	изоборнил ацетат	0,19
19,337	$\alpha$ -пинен	0,14
19,563	геранил ацетат	0,91
19,922	лавандулол	0,10
20,704	кариофиллен	1,07
22,007	неидентифицированный компонент	0,21
23,783	диэтилфталат	22,82

## Теоретическая и экспериментальная медицина

Таблица 2 – Компонентный состав образца эфирного масла шалфея мускатного производителя ООО «Сибирь намедойл» (Россия) по данным хромато-масс-спектрометрии

Время удерживания (мин)	Компонент	Содержание (% от цельного масла)
9,1470	3-карен	0,42
9,5296	γ-терпинен	4,16
9,9547	камфен	2,64
10,7731	β-пинен	2,56
11,2514	β-мирцен	1,46
12,1123	о-цимен	1,09
12,2186	лимонен	3,75
12,2930	эвкалиптол	12,19
14,0149	линалоол	2,04
15,0671	борнанон	11,54
15,3328	изоборнеол	4,22
15,5560	борниацетат	6,84
15,7898	терпинен-4-ол	0,35
16,0768	α-терпениол	1,41
17,4267	линалиацетат	3,26
18,0750	борниацетат	0,89
20,7003	кариофиллен	0,75
23,8357	диэтилфталат	39,61

Таблица 3 – Компонентный состав образца эфирного масла мелиссы производителя ООО «Лекус» (Россия) по данным хромато-масс-спектрометрии

Время удерживания, мин.	Компонент	Содержание (% от цельного масла)
14,0043	линалоол	0,62
14,4082	фенилэтиловый спирт	12,46
15,0778	изопулегол	1,06
15,3010	цитронеллал	18,03
16,8953	цитронеллол	8,78
17,1504	нераль	0,19
17,4798	гераниол	11,54
17,7562	цитраль	0,32
19,3505	неидентифицированный компонент	2,72
19,4780	эвгенол	1,07
19,9351	геранилацетат	2,82
21,3274	гумулен	0,12
21,7100	γ-муролен	0,86
21,8163	гермакрен-D	2,20
22,0289	копен	0,23
22,1246	α-муролен	0,67
22,3797	δ-кадинен	3,48
22,9749	β-элемен	2,94
23,7933	диэтилфталат	20,8
24,7392	неидентифицированный компонент	1,36

## Теоретическая и экспериментальная медицина

Таблица 4 – Компонентный состав образца эфирного масла Melissa произведена ООО «Сибирь намедой» (Россия) по данным хромато-масс-спектрометрии

Время удерживания, мин.	Компонент	Содержание,% от цельного масла
9,5297	α-пинен	0,13
12,2188	D-лимонен	4,96
14,0044	линалоол	0,99
15,0673	изопулегол	1,58
15,3224	цитронеллал	24,72
15,8006	α-терпинеол	0,28
16,9167	цитронеллол	13,52
17,4906	гераниол	16,09
17,7563	цитраль	0,41
19,3612	неидентифицированный компонент	3,91
19,4781	эвгенол	1,73
19,9352	нераль	3,09
20,1690	β-элемен	3,13
20,7005	кариофиллен	0,15
21,3275	гумулен	0,21
21,8271	гермакрен-D	3,40
22,0397	γ-муролен	1,75
22,1247	α-муролен	1,07
22,2522	δ-кадинен	9,82
27,2371	изопропилмиристат	2,39

Таблица 5 – Компонентный состав образцов эфирного масла чайного дерева в сравнении с литературными данными

Компонентный состав согласно литературным данным		Компонентный состав исследованных образцов	
компонент	% содержание	Производитель ООО	Производитель ООО «Сибирь»
α-пинен	1,0-6,0	1,269	1,305
сабинен	до 3,5%	-	-
α-терпинен	6,0-12,0	3,628	3,548
лимонен	0,5-1,5	1,061	1,092
ρ-цимен	0,5-8,0	-	-
1,8-цинеол	до 10,0	-	-
γ-терпинен	14,0-28,0	-	-
терпинолен	1,5-5,0	0,239	0,243
терпинен-4-ол	35,0-48,0	15,932	16,262
α-терпинеол	2,0-5,0	2,938	3,077
аромадендрен	0,2-3,0	1,171	1,185
леден	0,1-3,0	-	-
кадинен	0,2-3,0	-	-
глобулол	до 1,0	0,181	0,181

## Теоретическая и экспериментальная медицина

Таблица 6 – Компонентный состав образца эфирного масла гвоздики производителя ООО «Миролла» (Россия) по данным хромато-масс-спектрометрии

Время удерживания (мин)	Компонент	Содержание (% от цельного масла)
12,4527	дипропиленгликоль	36,683
16,1514	метилсалицилат	0,150
19,5951	эвгенол	45,227
19,8821	копэн	0,229
20,4667	$\beta$ -кариофиллен	0,116
20,5729	аромадендрен	0,206
20,7324	кариофиллен	11,199
21,2426	неидентифицированный компонент	0,145
21,3276	гумулен	1,493
23,6021	кариофиллен оксид	0,496

Таблица 7 – Компонентный состав образца эфирного масла гвоздики по данным хромато-масс-спектрометрии производителя ООО «Олеос» (Россия)

Время удерживания (мин)	Компонент	Содержание (% от цельного масла)
9,5297	$\alpha$ -пинен	0,095
17,3630	хавикол	0,123
19,3293	$\alpha$ -кубебен	0,133
19,7013	эвгенол	76,848
19,8926	копаен	0,421
20,7535	кариофиллен	16,240
21,3381	гумулен	4,030
22,0608	нафтаден	0,102
22,1884	$\alpha$ -фарнезен	0,141
22,5285	цис-каламенен	0,824
23,0600	цис-жасмон	0,260
23,5489	неидентифицированный компонент	0,206
23,5914	кариофиллен оксид	0,481

дойл» (Россия) также обнаружен фиксатор диэтилфталат в особо больших концентрациях: с долей в 39,6% от всего объема компонентов эфирного масла (табл. 2).

Натуральное эфирное масло Melissa лекарственной проявляет антибактериальное, противогрибковое, противопаразитарное и спазмолитическое действие [8, 18, 28], так как содержит высокие концентрации мнотерпеновых альдегидов – гераниаль, цитраль, спирта гераниола и сесквитерпенов, таких как  $\beta$ -кариофиллен и  $\beta$ -кариофиллен оксид.

В двух образцах эфирного масла Melissa лекарственной (*Melissa officinalis* L.) производителей ООО «Лекус» и ООО «Сибирь на медойл» (Россия) идентифицировано по 20 индивидуальных компонентов. В составе эфир-

ного масла производителя ООО «Лекус» – всего 12 компонентов имеют концентрацию более 1%, среди которых обнаружены в значительном количестве фенилэтиловый спирт, который используется в промышленности в качестве стабилизатора, а в парфюмерной промышленности – для имитации аромата розы, компонент, который не содержится в натуральном эфирном масле Melissa. Другие мажорные компоненты соответствуют хроматографическому профилю исследуемого масла, однако и в этом образце помимо указанных составляющих обнаружен диэтилфталат в больших количествах (табл. 3).

В компонентном составе эфирного масла производителя ООО «Сибирь на медойл» диэтилфталат не обнаружен, но кроме компонентов,

## Теоретическая и экспериментальная медицина

Таблица 8 – Компонентный состав образца эфирного масла туйи производителя ООО «Сибирь намедойл» (Россия) по данным хромато-масс-спектрометрии

Время удерживания (мин)	Компонент	Содержание (% от цельного масла)
9,3703	$\alpha$ -туйон	0,487
9,5403	$\alpha$ - пинен	1,730
9,9442	камфен	1,247
10,7201	сабинен	3,398
11,2516	$\beta$ -мирцен	0,952
11,7086	3-карен	0,401
11,8893	$\alpha$ -терпинен	0,419
12,1018	<i>l</i> -цимен	2,902
12,2081	лимонен	1,823
12,9947	$\gamma$ -терпинен	1,000
13,7174	фенхон	11,791
14,0044	4-карен	0,504
14,1425	туйон	1,242
14,3976	$\beta$ -туйон	9,559
14,7271	неидентифицированный компонент	0,815
14,9503	$\alpha$ -копаен	0,230
15,0566	борнанон	0,202
15,4286	циклофенхен	1,013
15,7900	терпинен-4-ол	3,826
16,0876	$\alpha$ -терпинеол	0,326
16,6403	неидентифицированный компонент	0,378
17,3524	неидентифицированный компонент	0,313
17,6394	туйилацетат	0,926
18,1177	изоборнилацетат	0,246
18,2027	сабирилацетат	37,304
18,9573	$\gamma$ -терпинеол	14,251
19,3081	2-карен	0,433
22,5285	кадинен	1,152
23,8465	диэтилфталат	0,445
25,1644	пентилэтилфталат	0,684

Таблица 9 – Компонентный состав образца эфирного масла бергамота производителя ООО «Олеос» (Россия) по данным хромато-масс-спектрометрии

Время удерживания (мин)	Компонент	Содержание (% от цельного масла)
9,5296	$\alpha$ -пинен	1,410
10,7200	$\beta$ -туйон	0,070
11,2514	$\beta$ -мирцен	0,638
12,2824	D-лимонен	31,947
12,8351	дипропиленгликоль	18,288
14,0893	линалоол	20,855
14,8120	1,2-дигидролиналоол	0,632
17,0334	неидентифицированный компонент	0,171
17,4904	линаллилизобутират	26,626
19,2973	триацетин	0,507
22,0076	хотриенол	0,083

Таблица 10 – Компонентный состав образца эфирного масла бергамота по данным хромато-масс-спектрометрии производителя ООО «Сибирь намедойл» (Россия)

Время удерживания (мин)	Компонент	Содержание (% от цельного масла)
9,5402	$\alpha$ -пинен	7,768
9,9548	Камфен	0,133
10,7731	$\beta$ -пинен	0,215
11,2514	$\beta$ -мирцен	0,488
12,1124	<i>p</i> -цимен	0,327
12,2505	D-лимонен	22,913
14,0043	линалоол	1,374
16,0875	$\alpha$ -терпинеол	0,175
17,1397	нераль	0,136
17,4479	линалилацетат	11,365
17,7455	цитраль	0,161
17,7880	1,2-дигидролиналоол	0,182
19,3080	диацетат глицерина	4,260
23,8251	диэтилфталат	49,790

соответствующих хроматографическому профилю эфирного масла мелиссы, выявлен изопропилмиририлат – синтетический компонент, который часто применяется в качестве растворителя и синтетического жира в косметических средствах, а также в качестве закрепителя ароматов в парфюмерных композициях (табл. 4).

Обнаруженные фиксатор аромата, синтетический ароматизатор и растворитель не содержатся в натуральном эфирном масле и показывают синтетическую природу компонентов, что не соответствует заявленным стандартам качества.

Следующий исследованный образец – эфирное масло чайного дерева (*Melaleuca alternifolia*), производителя ООО «Миролла» (Россия), в составе которого было обнаружено 27 различных компонентов, масло содержит всего 10 компонентов, имеющих концентрацию более 1%. Среди них в большом количестве спирт терпинен-4-ол, 3-карен, а также в небольшом количестве терпеноиды  $\alpha$ -терпинен,  $\alpha$ -пинен, D-лимонен и *o*-цимен. Также обнаружен фиксатор аромата диэтилфталат и дипропиленгликоль, который является растворителем – натуральное эфирное масло не может содержать указанных компонентов, что говорит о синтетической природе веществ.

Эфирное масло чайного дерева обладает высоким уровнем противогрибковой,

антибактериальной и противовоспалительной активности [9]. Согласно хроматографическому профилю, характерными компонентами данного масла являются терпинен-4-ол,  $\gamma$ - и  $\alpha$ -терпинены,  $\alpha$ -пинен, данные компоненты хоть и были идентифицированы в следующем образце эфирного масла чайного дерева производителя ООО «Сибирь намедойл» (Россия), но хроматографический анализ показал, что эти компоненты в очень низких концентрациях, а именно компоненты, как  $\alpha$ -терпинен, *o*-цимен и лимонен составили очень малую долю всех компонентов эфирного масла (до 5%). Основными компонентами данного образца оказались всего 2 компонента – диэтилфталат и терпинеол (табл. 5).

Исследовано 2 образца эфирного масла гвоздики (*Eugenia caryophyllata*), натуральное масло которой может содержать до 85% эвгенола, а также таких веществ, как эвгенил ацетат,  $\beta$ -кариофиллен,  $\alpha$ -гумулен. Помимо антимикробной, антиоксидантной, противогрибковой и противовирусной активности, эфирное масло гвоздики обладает противовоспалительными, цитотоксическими и обезболивающими свойствами [15].

Установлено, что в исследуемом образце процентное количество эвгенола составляет 45,3%, однако, кроме основного составляющего компонента, в составе обнаружены

## Теоретическая и экспериментальная медицина

Таблица 11 – Компонентный состав образца эфирного масла мандарина производителя ООО «Натуральные масла» (Россия) по данным хромато-масс-спектрометрии

Время удерживания (мин)	Компонент	Содержание (% от цельного масла)
9,5402	$\alpha$ -пинен	1,090
10,7200	сабинен	0,480
10,7731	$\beta$ -пинен	0,465
11,2514	$\beta$ -мирцен	2,353
11,5915	октаналь	0,267
11,7191	3-карен	0,195
12,3143	D-лимонен	49,967
13,0051	$\gamma$ -терпинен	1,790
13,7173	4-карен	0,093
14,0042	линалоол	0,164
14,7907	лимонен оксид	0,080
16,3744	деканаль	0,087
27,3113	изопропилмиристан	42,644
30,0428	изопропилпальмитат	0,326

Таблица 12 – Компонентный состав образца эфирного масла лаванды производителя ООО «Сибирь намедойл» (Россия) по данным хромато-масс-спектрометрии

Время удерживания (мин)	Компонент	Содержание (% от цельного масла)
9,5404	$\alpha$ -пинен	3,992
9,9549	камфен	0,528
10,7734	$\beta$ -пинен	0,819
11,1560	3-октанон	0,122
11,7087	3-карен	0,096
11,8894	гексилацетат	0,113
12,2082	D-лимонен	0,600
12,2720	эвкалиптол	1,873
14,0682	линалоол	20,071
14,7910	1,2-дигидролиналоол	0,248
15,5350	борнеол	1,397
17,0230	неидентифицированный компонент	0,127
17,4694	сабинен	21,481
17,7883	2,4-диметил-2,4-гептадиеналь	0,461
20,7005	кариофиллен	0,083
20,9875	кумарин	0,156
23,8359	диэтилфталат	47,704
25,1645	изопропилфталат	0,127

кариофиллен в большом количестве и дипропиленгликоль (27%) – этот компонент является составляющей всех образцов исследуемого производителя ООО «Миrolла» (Россия). Как было указано, он является синтетическим и добавляется в продукт намеренно в качестве растворителя и наполнителя для увеличения общего объема продукта (табл. 6).

Что касается эфирного масла гвоздики производителя ООО «Олеос» (Россия), то в его составе было идентифицировано всего 3 компонента более 1%, основной из которых эвгенол (77%), а также кариофиллен (16%) и гумулен (4%). Согласно литературным данным, натуральное гвоздичное масло также содержит  $\beta$ -мирцен,  $\alpha$ - и  $\beta$ -пинены, иланген,  $\gamma$ -селинен,  $\beta$ -элемен, гептанол, нонанол, бензиловый спирт, хавикол и другие компоненты, которых не обнаружено в составе исследуемого образца, что указывает на синтетический состав (табл. 7).

5 из 7 образцов эфирных масел производителя ООО «Сибирь намедойл» содержат диэтилфталат, который указывает на недоброкачественность продукта.

Исследования последних лет показали, что эфирное масло туи ввиду наличия в своем составе таких веществ как  $\alpha$ -цедрол,  $\alpha$ -туйон обладает высокой противогрибковой и антигельминтной активностью, кроме того имеет противовирусное, противомикробное действие [32]. В составе исследованного образца эфирного масла туи было обнаружено 30 индивидуальных компонентов, и 14 из них имели концентрацию более 1% (табл. 8).

Такие компоненты как  $\alpha$ -пинен, туйон, камфен,  $\beta$ -туйон, сабинен, фенхон действительно присущи эфирномасличным растениям семейства пихтовых, но помимо этого идентифицирован компонент, имеющий гораздо большую концентрацию – изоборнил ацетат (37%), который используется в косметической промышленности в качестве ароматизатора для создания камфорного и пихтового аромата, что говорит о несоответствии стандартам качества.

Эфирное масло бергамота обладает высоким противогрибковым, кроме того противомикробным эффектом на грамотрицательные бактерии, из-за наличия в составе высокоактивных веществ как спирт линалоол и цитраль [27, 30]. Более того, исследуется возможность применения входящих в состав масла терпеноидов в терапии рака, ввиду противоопухолевой активности компонентов.

Исследуемый образец эфирного масла бергамота производителя ООО «Сибирь наме-

дойл» (Россия) содержит в своем составе всего 6 компонентов с концентрацией более 1% из общего количества идентифицированных 14, что уже указывает на низкое качество продукта (табл. 10).

Согласно литературным данным эфирное масло бергамота содержит в значительных количествах такие вещества, как  $\beta$ -пинен, лимонен, линалил ацетат, гераниаль, гамма-терпинен. В анализируемом образце обнаружен диэтилфталат, а также диацетат глицерина, который является растворителем и используется в промышленности в качестве наполнителя – для увеличения объема продукта и влагоудерживающего компонента.

В образце такого же эфирного масла производителя ООО «Олеос» (Россия) обнаружено всего 5 ключевых составляющих – лимонен, растворитель – дипропиленгликоль и смесь линалоола и линалил ацетата (табл. 9). Дипропиленгликоль применяется в фармацевтической и парфюмерной промышленности в качестве растворителя. Данный компонент является синтетически получаемым соединением, которое добавлено в состав эфирных масел преднамеренно. Известно, что дипропиленгликоль обладает низкой токсичностью, однако не встречается в составе натуральных эфирных масел.

Исследованы образцы с количественным содержанием компонентов менее 10 соединений, что является прямым показателем низкого качества и подтверждением синтетической природы таких масел, так как натуральные эфирные масла могут содержать до 800 компонентов.

В эфирном масле мандарина (*Oleum mandarinae*) производителя ООО «Натуральные масла» (Россия) определено всего 14 соединений, содержание 5 из которых составило более 1% и 7 компонентов, содержание которых составило более 0,1% от цельного масла (табл. 11). Более того, образец отличался высоким содержанием синтетического компонента изопропилмиристата, который часто применяется в качестве растворителя и синтетического жира в косметических средствах, а также в качестве закрепителя ароматов в парфюмерных композициях.

Натуральное эфирное масло лаванды широко используется в косметологии и медицине в составе комплексной терапии. Обладает противомикробной, противогрибковой и противовоспалительной активностью [14]. Недавние исследования показали, что масло оказывает спазмолитическое действие ввиду вы-

сокого содержания в своем составе линалоола. Согласно литературным данным, преобладающими компонентами эфирного масла лаванды являются линалоол, линалилацетат, камфора, борнеол и 1,8-цинеол.

В составе эфирного масла лаванды производителя ООО «Сибирь намедойл» (Россия) обнаружено 18 компонентов, 6 из которых составляет более 1%, и 11 веществ, которые составили более 0,1% всего объема масла. Среди преобладающих компонентов – диэтилфталат, сабинен и линалоол (табл. 12).

Таким образом, изучив состав 30 образцов эфирных масел, реализуемых в аптечной сети, установлены существенные расхождения в качественном составе и количественном содержании компонентов. Отмеченные особенности компонентных составов позволяют сделать предположение о фальсификации образцов эфирных масел шалфея мускатного, Melissa лекарственной, чайного дерева, гвоздики, туи, бергамота, мандарина и лаванды с добавлением фиксаторов, ароматизаторов, отдельных недорогих компонентов, присущих эфирным маслам, в результате чего применение фальсифицированных эфирных масел повышает их опасность для здоровья человека, так как масла лишены терапевтических свойств, могут вызывать сыпь, раздражение кожи, могут привести к аллергическим реакциям. В связи с этим необходим тщательный анализ эфирных масел, реализуемых на рынке Республики Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Байкова Е. И. Компонентный состав эфирных масел некоторых видов рода *Salvia L.*, выращенных в условиях Новосибирска (Россия) /Е. И. Байкова, Е. А. Королук, А. В. Ткачев //Химия растительного сырья. – 2002. – №1. – С. 37-42.

2 ГОСТ 9069-73 Масла эфирные, вещества душистые и полупродукты их синтеза, косметическое сырье. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.

3 ГОСТ ISO 11024-1-2014 Масла эфирные. Общее руководство по хроматографическим профилям.

4 Коваленко Н. А. Динамика накопления и компонентный состав эфирных масел некоторых видов рода *Salvia L* //Труды БГУ. – 2010. – Т. 5. – С. 27-33.

5 Определение диэтилфталата в образцах косметической продукции /Н. Л. Бацуква, Ю. А. Присмотров, Е. А. Жданович, О. Н. Замбжицкий //Здоровье и окружающая среда. – 2010. – №16. – С. 278-281.

6 Особенности химического состава видов рода *Salvia L.* /В. Доля, С. Тржецинский, В. Мозуль, Н. Третьяк //Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2013. – №3 (13). – С. 83-85.

7 Ткаченко К. Г. Эфиромасличные растения и эфирные масла: достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения //Вестник Удмуртского Университета. – 2011. – №1. – С. 88-100.

8 Adinee J. Essential Oil Component in Flower of Lemon Balm (*Melissa officinalis L.*) /J. Adinee, K. Piri, O. Karami //American Journal of Biochemistry and Biotechnology. – 2008. – V. 4. – P. 277-278

9 Antifungal activity of the components of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil /K. A. Hammer, C. F. Carson, T. V. Riley et al. //Journal of applied microbiology. – 2003. – V. 95. – P. 853-860.

10 *Artemisia herba-alba* Asso. essential oil antibacterial activity and acute toxicity /A. Bertella, K. Benlahcen, S. Abouamama et al. // Industrial Crops & Products. – 2018. – V. 116. – P. 137-143.

11 *Artemisia herba-alba* essential oil from Buseirah (South Jordan): chemical characterization and assessment of safe antifungal and anti-inflammatory doses /M. S. Abu-Darwish, C. Cabral, M. J. Gonçalves et al. //Journal of Ethnopharmacology. – 2015. – V. 174. – P. 153-160.

12 Bioactivity of essential oil from *Artemisia stolonifera* (Maxim.) Komar. and its main compounds against two stored-product insects /W. J. Zhang, K. Yang, C. X. You et al. //J. Oleo Sci. – 2015. – V. 64, №3. – P. 299-307.

13 Biological effects of essential oils – a review /F. Bakkali, S. Averbeck, D. Averbeck et al. // Food Chem Toxicol. – 2008. – №46. – P. 446-475.

14 Cavanagh H. M. A. Lavender essential oil: a review /H. M. A. Cavanagh, J. M. Wilkinson //Australian infection control. – 2005. – V. 10. – С. 35-37.

15 Chaieb K. The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum L.* Myrtaceae): a short review //Phytotherapy research. – 2007. – V. 21. – P. 501-506.

16 Chemical composition of hydrodistillation and solvent free microwave extraction of essential oils from *Mentha piperita L.* growing in Taif, kingdom of Saudi Arabia, and their anticancer and antimicrobial activity /S. Abdel-Hameed El-Sayed, M. S. Salman, M. A. Fadl et al. //Oriental Journal of Chemistry. – 2018. – V. 34, №1. – P. 222-233.

17 Chu S. S. Insecticidal activity and chemical composition of the essential oil of *Arte-*

misia vestita from China against *Sitophilus zeamais* /S. S. Chu, Q. R. Liu, Z. L. Liu // *Biochemical Systematics and Ecology*. – 2010. – V. 38, №4. – P. 489-492.

18 Composition and Bioactivity of the Essential Oil of *Melissa officinalis* L. Growing Wild in Tajikistan /F. S. Sharopov, M. Wink, D. R. Khalifaev et al. // *International Journal of Traditional and Natural Medicines*. – 2013. – V. 2. – P. 86-96.

19 Cook C. M. Essential Oils: Isolation, Production and Uses /C. M. Cook, T. Lanaras // *Encyclopedia of Food and Health*. – 2016. – №7. – P. 552-557.

20 Essential oil composition and antimicrobial activity of *Artemisia dracunculus* L. var. *qinghaiensis* Y. R. Ling (Asteraceae) from Qinghai-Tibet Plateau /T. Liu, P. Lin, T. Bao // *Industrial Crops and Products*. – 2018. – V. 125. – P. 1-4.

21 Essential oil compositions, antibacterial and antioxidant activities of various populations of *Artemisia chamaemelifolia* at two phenological stages /A. G. Pirbalouti, M. Firoznejhad, L. Craker, M. Akbarzadeh // *Revista Brasileira de Farmacognosia*. – 2013. – V. 23, №6. – P. 861-869.

22 Essential oils: from extraction to encapsulation /A. El Asbahani, K. Miladi, W. Badri et al. // *International Journal of Pharmaceutics*. – 2015. – V. 483, №1-2. – P. 220-243.

23 Farkas P. Composition of essential oils from the flowers and leaves of *Salvia sclarea* (Lamiaceae), cultivated in Slovak Republic // *Journal of Essential Oil Research*. – 2005. – V. 17. – P. 141-145.

24 GC-MS Analysis and Antibacterial Activity of the Essential Oil Isolated from Wild *Artemisia herba-alba* Grown in South /J. Jordan Al-Shuneigat, S. Al-Sarayreh, M. Al-Qudah et al. // *British Journal of Medicine & Medical Research*. – 2015. – V. 5, №3. – P. 297-302.

25 Identification of repellent and insecticidal constituents of the essential oil of *Artemisia rupestris* L. aerial parts against *Liposcelis bostrychophila* badonnel /X. C. Liu, Y. P. Li, H. Q. Li et al. // *Molecules*. – 2013. – V. 18, №9. – P. 10733-10746.

26 ISO 9235:2013 – Aromatic natural raw materials-vocabulary

27 Mandalari G. Antimicrobial activity of flavonoids extracted from bergamot (*Citrus bergamia* Risso) peel, a byproduct of the essential oil industry // *Journal of applied microbiology*. – 2007. – V. 103. – C. 2056-2064.

28 *Melissa officinalis* L., a valuable medicine plant: A review /H. Moradkhani, E. Sargsyan, H. Bibak et al. // *Journal of Medicinal Plants Research*. – 2010. – V. 4. – P. 2753-2759.

29 Newman D. J. Natural products as

sources of new drugs from 1981 to 2014 /D. J. Newman, G. M. Cragg // *J. Nat Prod*. – 2016. – V. 79(3). – P. 629-661.

30 Sánchez-González L. Physical properties of edible chitosan films containing bergamot essential oil and their inhibitory action on *Penicillium italicum* // *Carbohydrate polymers*. – 2010. – V. 82. – P. 277-283.

31 Santos-Gomes P. C. Essential oil produced by in vitro shoots of sage (*Salvia officinalis* L.) // *J. Agric. Food. Chem*. – 2003. – V. 51. – P. 2260-2266.

32 Srivastava P. Biological properties of *Thuja orientalis* Linn // *Adv Life Sci*. – 2012. – V. 2. – C. 17-20.

33 The composition, antibiofilm and antimicrobial activities of essential oil of *Ferula assafoetida* oleo-gum-resin /K. Zomorodian, J. Saharkhiz, K. Pakshir et al. // *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. – 2018. – V. 14. – P. 300-304.

### REFERENCES

1 Bajkova E. I. Komponentnyj sostav jefirnyh masel nekotoryh vidov roda *Salvia* L., vyrashennyh v uslovijah Hovosibirska (Possija) /E. I. Bajkova, E. A. Koroljuk, A. V. Tkachev // *Himija rastitel'nogo syr'ja*. – 2002. – №1. – S. 37-42.

2 GOST 9069-73 Masla jefirnye, veshhestva dushistyje i poluprodukty ih sinteza, kosmeticheskoe syr'e. Upakovka, markirovka, transportirovanie i hranenie.

3 GOST ISO 11024-1-2014 Masla jefirnye. Obshee rukovodstvo po hromatograficheskim profiljam.

4 Kovalenko N. A. Dinamika nakoplenija i komponentnyj sostav jefirnyh masel nekotoryh vidov roda *Salvia* L // *Trudy BGU*. – 2010. – T. 5. – S. 27-33.

5 Opređenje dijetilftalata v obrazcah kosmeticheskoy produkcii /N. L. Bacukova, Ju. A. Prismotrov, E. A. Zhdanovich, O. N. Zambrzhickij // *Zdorov'e i okruzhajushhaja sreda*. – 2010. – №16. – S. 278-281.

6 Osobnosti himicheskogo sostava vidov roda *Salvia* L. /B. Dolja, C. Trzhecinskij, B. Mozul', H. Tret'jak // *Aktual'ni pitannja farmaceutichnoï i medichnoï nauki ta praktiki*. – 2013. – №3 (13). – S. 83-85.

7 Tkachenko K. G. Jefiromaslichnye rastenija i jefirnye masla: dostizhenija i perspektivy, sovremennye tendecii izuchenija i primenenija // *Vestnik Udmurtskogo Universiteta*. – 2011. – №1. – S. 88-100.

8 Adineev J. Essential Oil Component in Flower of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.) /J. Adineev, K. Piri, O. Karami // *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. – 2008. – V. 4. – P. 277-278

- 9 Antifungal activity of the components of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil /K. A. Hammer, C. F. Carson, T. V. Riley et al. //Journal of applied microbiology. – 2003. – V. 95. – P. 853-860.
- 10 *Artemisia herba-alba* Asso. essential oil antibacterial activity and acute toxicity /A. Bertella, K. Benlahcen, S. Abouamama et al. //Industrial Crops & Products. – 2018. – V. 116. – P. 137-143.
- 11 *Artemisia herba-alba* essential oil from Buseirah (South Jordan): chemical characterization and assessment of safe antifungal and anti-inflammatory doses /M. S. Abu-Darwish, C. Cabral, M. J. Gonçalves et al. //Journal of Ethnopharmacology. – 2015. – V. 174. – P. 153-160.
- 12 Bioactivity of essential oil from *Artemisia stolonifera* (Maxim.) Komar. and its main compounds against two stored-product insects /W. J. Zhang, K. Yang, C. X. You et al. //J. Oleo Sci. – 2015. – V. 64, №3. – P. 299-307.
- 13 Biological effects of essential oils – a review /F. Bakkali, S. Averbeck, D. Averbeck et al. //Food Chem Toxicol. – 2008. – №46. – R. 446-475.
- 14 Cavanagh H. M. A. Lavender essential oil: a review /H. M. A. Cavanagh, J. M. Wilkinson //Australian infection control. – 2005. – V. 10. – S. 35-37.
- 15 Chaieb K. The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): a short review //Phytotherapy research. – 2007. – V. 21. – P. 501-506.
- 16 Chemical composition of hydrodistillation and solvent free microwave extraction of essential oils from *Mentha piperita* L. growing in Taif, kingdom of Saudi Arabia, and their anticancer and antimicrobial activity /S. Abdel-Hameed El-Sayed, M. S. Salman, M. A. Fadl et al. //Oriental Journal of Chemistry. – 2018. – V. 34, №1. – P. 222-233.
- 17 Chu S. S. Insecticidal activity and chemical composition of the essential oil of *Artemisia vestita* from China against *Sitophilus zeamais* /S. S. Chu, Q. R. Liu, Z. L. Liu //Biochemical Systematics and Ecology. – 2010. – V. 38, №4. – P. 489-492.
- 18 Composition and Bioactivity of the Essential Oil of *Melissa officinalis* L. Growing Wild in Tajikistan /F. S. Sharopov, M. Wink, D. R. Khalifaev et al. //International Journal of Traditional and Natural Medicines. – 2013. – V. 2. – P. 86-96.
- 19 Cook C. M. Essential Oils: Isolation, Production and Uses /C. M. Cook, T. Lanaras //Encyclopedia of Food and Health. – 2016. – №7. – P. 552-557.
- 20 Essential oil composition and antimicrobial activity of *Artemisia dracunculus* L. var. *qinghaiensis* Y. R. Ling (Asteraceae) from Qinghai-Tibet Plateau /T. Liu, P. Lin, T. Bao //Industrial Crops and Products. – 2018. – V. 125. – R. 1-4.
- 21 Essential oil compositions, antibacterial and antioxidant activities of various populations of *Artemisia chamaemelifolia* at two phenological stages /A. G. Pirbalouti, M. Firoznejhad, L. Craker, M. Akbarzadeh //Revista Brasileira de Farmacognosia. – 2013. – V. 23, №6. – P. 861-869.
- 22 Essential oils: from extraction to encapsulation /A. El Asbahani, K. Miladi, W. Badri et al. //International Journal of Pharmaceutics. – 2015. – V. 483, №1-2. – R. 220-243.
- 23 Farkas P. Composition of essential oils from the flowers and leaves of *Salvia sclarea* (Lamiaceae), cultivated in Slovak Republic //Journal of Essential Oil Research. – 2005. – V. 17. – P. 141-145.
- 24 GC-MS Analysis and Antibacterial Activity of the Essential Oil Isolated from Wild *Artemisia herba-alba* Grown in South /J. Jordan Al-Shuneigat, S. Al-Sarayreh, M. Al-Qudah et al. //British Journal of Medicine & Medical Research. – 2015. – V. 5, №3. – P. 297-302.
- 25 Identification of repellent and insecticidal constituents of the essential oil of *Artemisia rupestris* L. aerial parts against *Liposcelis bostrychophila* badonnel /X. C. Liu, Y. P. Li, H. Q. Li et al. //Molecules. – 2013. – V. 18, №9. – R. 10733-10746.
- 26 ISO 9235:2013 – Aromatic natural raw materials-vocabulary
- 27 Mandalari G. Antimicrobial activity of flavonoids extracted from bergamot (*Citrus bergamia* Risso) peel, a byproduct of the essential oil industry //Journal of applied microbiology. – 2007. – V. 103. – S. 2056-2064.
- 28 *Melissa officinalis* L., a valuable medicine plant: A review /H. Moradkhani, E. Sargsyan, H. Bibak et al. //Journal of Medicinal Plants Research. – 2010. – V. 4. – P. 2753-2759.
- 29 Newman D. J. Natural products as sources of new drugs from 1981 to 2014 /D. J. Newman, G. M. Cragg //J. Nat Prod. – 2016. – V. 79(3). – R. 629-661.
- 30 Sánchez-González L. Physical properties of edible chitosan films containing bergamot essential oil and their inhibitory action on *Penicillium italicum* //Carbohydrate polymers. – 2010. – V. 82. – P. 277-283.
- 31 Santos-Gomes P. C. Essential oil produced by in vitro shoots of sage (*Salvia officinalis* L.) //J. Agric. Food. Chem. – 2003. – V. 51. – P. 2260-2266.
- 32 Srivastava P. Biological properties of *Thuja orientalis* Linn //Adv Life Sci. – 2012. – V. 2. – S. 17-20.

33 The composition, antibiofilm and antimicrobial activities of essential oil of *Ferula assafoetida* oleo-gum-resin /K. Zomorodian, J. Sa-

harkhiz, K. Pakshir et al. //Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. – 2018. – V. 14. – P. 300-304.

Поступила 26.09.2019 г.

*A. K. Atayeva, G. A. Atazhanova, K. Zh. Badekova, S. A. Ivashenko, A. B. Marchenko, I. V. Loseva*  
*QUALITY ASSESSMENT OF ESSENTIAL OILS BY GAS CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRY*  
*Karaganda medical university (Karaganda, Kazakhstan)*

Increase in the number of adulterated essential oils sold through the network of pharmacies highlights the need to test the quality. This study represents the qualitative composition and quantitative analysis of essential oils by the method of gas chromatography mass spectrometry. This study was conducted to determine the impurities and other facts of adulteration which manufacturers use to deliberately change the composition of essential oils. In this connection, the exploring terpenoid composition of natural essential oils using modern methods is first priority

*Key words:* essential oils, terpenoids, gas chromatography-mass spectrometry

*A. K. Атаева, Г. А. Атажанова, К. Бадекова, С. А. Ивашенко, А. Б. Марченко, И. В. Лосева*  
*МАСС-СПЕКТРОМЕТРЛІК ГАЗ ХРОМАТОГРАФИЯСЫ ӘДІСІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ЭФИР МАЙЛАРЫНЫҢ САПАСЫН*  
*БАҚЫЛАУ*  
*Қарағандыдағы медицина университеті (Қарағанды, Қазақстан)*

Өндірушілердің эфир майларының құрамын әр түрлі қоспалар көмегімен әдейі өзгерту және жалғандықтың басқа фактілерін анықтау үшін газды хроматография-масс спектрометрия әдісі көмегімен, дәріхана желісінде сатылатын эфир майларының сапалық және сандық құрамы зерттелді. Нарықтағы жалған эфир майларының санының артуы олардың сапасын тексеру қажеттілігін көрсетеді. Жоғары өнім сапасына тек компоненттік құрамның қатаң сақталуы арқасында қол жеткізіледі. Осыған байланысты, заманауи әдістерді қолдана отырып табиғи эфир майларының терпеноидтық құрамын зерттеу бірінші кезектегі міндет болып табылады

*Кілт сөздер:* эфир майлары, терпеноидтар, газдық масс-спектрометрия