

УДК 547.1:668

## ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА *LAURUS NOBILIS* L. ИЗ АБХАЗИИ

© В.И. Лаврентьев<sup>1,2\*</sup>, А.А. Марколия<sup>1</sup>, С.А. Багателия<sup>1</sup>, Р.Г. Тания<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «ЭРА-Сухумский физико-технический институт», поселок Агудзера, Гулрыпшский район, 384964 (Абхазия), e-mail: v50lav@yandex.ru

<sup>2</sup>Абхазский государственный университет, ул. Университетская, 1, Сухум, 384904 (Абхазия)

Целью настоящей работы является хромато-масс-спектрометрическое исследование компонентного химического состава эфирного масла листьев *Laurus nobilis* L., произрастающего во влажном субтропическом климате Республики Абхазия. За последние 10–15 лет опубликованы данные о высокой эффективности этого эфирного масла как антибактериального средства для целого ряда штаммов, в частности для *Staphylococcus* с активностью выше, чем у антибиотика тетрациклина; как антиканцерогенного средства против ряда патогенных клеток, в том числе и против роста аденокарциномы MCF7 молочной железы, а также для ряда других фармацевтических приложений. Зависимость состава эфирного масла от региона произрастания эфирносов, а также его фармацевтическая ценность определили актуальность данной работы. В ходе исследования нами выявлено 76 соединений, 74 из них идентифицировано: 48 монотерпенов (основные: лимонен, 1,8-цинеол, линалол, сабинол, терпинен-4-ол,  $\alpha$ -терпинеол,  $\alpha$ -терпинил ацетат, эвгенол, метил эвгенол) и 22 сесквитерпена (основные: кариофиллен,  $\beta$ -элемен, кариофиллен оксид). Проведен сравнительный анализ получения эфирного масла методом паровой гидродистилляции и микроволновой (СВЧ) гидродистилляции. В эфирном масле, полученном СВЧ-методом, повышено содержание циклических монотерпенов. Так, содержание  $\alpha$ -пинена при гидродистилляции составляет 1,93%, а при СВЧ-методе – 4,72%; содержание сабинена составляет 7,12 и 12,51% соответственно. СВЧ-метод дает большее число тяжелых сесквитерпенов. Причем выход отдельных сесквитерпенов в СВЧ-методе может достигать 2–3-кратного превышения по сравнению с гидродистилляцией. Так, содержание кариофиллена составляет 0,48 и 0,23% соответственно; аналогично для  $\beta$ -эудесмола – 0,06 и 0,02%. Приведен краткий литературный обзор по получению и свойствам эфирного масла *Laurus nobilis* L.

**Ключевые слова:** *Laurus nobilis* L., эфирное масло, паровая гидродистилляция, микроволновая (СВЧ) гидродистилляция, хромато-масс-спектрометрия, диссоциативная ионизация.

### Введение

Эфирное масло *Laurus nobilis* L. (семейство *Lauraceae*) – успешно применяется человечеством для консервации продуктов питания и в медицинских целях с древнейших времен, но еще недостаточно изучено.

Для получения эфирного масла чаще используется паровая гидродистилляция [1–13]. При этом выход масла меняется в среднем от 0,6 до 2,0%. В последние годы с этой целью используют сверхкритическую флюидную CO<sub>2</sub> экстракцию (СКФ) и термическую микроволновую, или СВЧ-экстракцию [5, 8–12]. Выход масла из одного и того же продукта (листья, плоды или др. части растения) несколько выше при использовании СКФ или СВЧ-метода по сравнению с обычной гидродистилляцией. Основное преимущество СВЧ-экстракции – сокращение общего времени выделения масла до 80–90 мин против 240 мин, необ-

---

Лаврентьев Владимир Ильич – профессор кафедры физиологии человека, животных и химии; ведущий научный сотрудник, e-mail: v50lav@yandex.ru  
Багателия Саида Амирановна – начальник отдела СВЧ-технологий  
Марколия Алхас Анатольевич – ведущий научный сотрудник  
Тания Разита Георгиевна – научный сотрудник

ходимых при гидродистилляции. Это ведет к меньшим затратам электроэнергии, и продукт получается почти вдвое дешевле. Компонентный состав масла при этом существенно не меняется. За исключением того, что эфирное масло, полученное СВЧ-экстракцией, включает большее количество оксиге-

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

нированных соединений и меньше монотерпенов, по сравнению с маслом от гидродистилляции [5]. В эфирном масле плодов *Laurus nobilis* L. основным компонентом является (E)- $\beta$ -оцимен, обнаружено также около 20 жирных кислот. При этом среди ненасыщенных кислот основными являются олеиновая и линоленовая, а среди насыщенных – лауриновая и пальмитиновая. Содержание жирных кислот меняется в зависимости от места произрастания [4, 10, 14–16].

Анализ приведенных работ свидетельствует, что выход эфирного масла значительно зависит от региона и при этом возможно его 2–3-кратное изменение. Существенное влияние оказывает место происхождения и на состав эфирного масла [4, 9].

Максимальное содержание основного компонента масла – 1,8-цинеола составляет в среднем до 50%, например [4, 17, 18]. Максимальное число компонентов (81) обнаружил Hasan Yalçın с коллегами (Турция) [6]. Качественный состав эфирного масла не очень зависит от сезона сбора сырья (I – начальная вегетация, II – почкообразование, III – цветение и IV – образование плодов). Выход масла достигает максимума во время полного цветения. Наименьший выход наблюдается в период плодообразования и начальной вегетации [7, 19–20].

Большой интерес к эфирному маслу *Laurus nobilis* L. обусловлен его применением в фармацевтике. Так, установлена антиконвульсивная и антиэпилептическая активность его, обусловленная наличием метилэвгенола, эвгенола и пинена [21]. Сообщалось о лечении эпилепсии, для снятия ревматоидных и геморроидальных болей [22]. Используются листья лавра в народной медицине, для лечения невралгии, паркинсонизма и как диуретик [23]. Оно уменьшает газообразование в кишечнике и облегчает желудочные боли. Эфирное масло из листьев применяют при наружном лечении псориаза [4, 14]. Подтверждена антиоксидантная активность экстрактов из листьев, коры и плодов лавра [24]. Наибольшей активностью обладает экстракт из коры. Этил ацетатный экстракт листьев обнаружил высокую антиоксидантную активность в нейтрализации радикалов DPPH (1-дифенил-2-пикрилгидразил),  $\text{NO}\cdot$ ,  $\text{O}_2\cdot$  и  $\text{OH}\cdot$ , а также к перикисному окислению липидов [25].

Установлено полное прекращение роста грибов плесени при действии паров эфирного масла *Laurus Nobilis* L. [26]. Позже подтверждено антифунгицидное действие эфирного масла на три патогенных грибка *Botrytis cinerea*, *Monilinia laxa* и *Penicillium digitatum* [27]. Обнаружена высокая антибактериальная активность лаврового масла против трех видов штаммов: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius* и *Klebsiella pneumonia* [17], а также *Bacillus subtilis* [28] и еще девяти видов бактерий, выделенных из микробной флоры ротовой полости человека [29]. Антибактериальная активность объясняется наличием в эфирном масле моно- и сесквитерпенов с ароматическими кольцами, способных образовывать водородные связи с активными группировками энзимов. Активные терпены со спиртовыми, альдегидными и эфирными группами могут вносить свой вклад в антимикробный эффект эфирного масла. Известна сильная антимикробная активность энантиомеров  $\alpha$ -пинена,  $\beta$ -пинена, лимонена и линалула, например [30], а также 1,8-цинеола [31]. Изучена антибактериальная активность экстрактов коры, плодов, цветов и листьев *Laurus Nobilis* L. различными растворителями [32]. Сообщалось об антибактериальной активности масла из листьев лавра против 9 штаммов бактерий: три грамм-положительных и шесть грамм-отрицательных с эффектом выше, чем от антибиотика tetracycline [33].

Установлены антиканцерогенные свойства эфирного масла *Laurus nobilis* против клеток *adenocarcinoma* молочной железы (MCF7) [34]. Показана цитотоксическая активность масла из листьев лавра на раковые клетки Hela, U-251, HepG2, MCF7 и H460 [35]. Там же сообщается и об антиоксидантной активности на радикалы DPPH. Обнаружена высокая активность терпеноидов лавра против трипаносом epimastigotes of *T. cruzi* [36].

Таким образом, представленные литературные данные о перспективном использовании препаратов эфирного масла в медицине, а также многочисленные данные о сильной зависимости качественного и количественного состава этого масла от региона произрастания эфирноса, стимулировали проведение данного исследования.

### **Экспериментальная часть**

Листья лавра заготавливали в конце октября 2013 г. в пригородах Сухума. Для исследований использовались свежие листья. Сбор паров из полученного сырья проводили двумя методами: гидродистилляцией (метод Гинзберга) и СВЧ-экстракцией. Выход масла, полученного гидродистилляцией, не превышал 1,3%,

а СВЧ-экстракцией – 1,8%. Гидродистилляцию осуществляли на лабораторной установке, состоящей из 3-литровой колбы и обратного холодильника, при этом масло собиралось в приемник Гинзберга в течение не менее 4–5 ч. Колбу заполняли на 2/3 объема листьями, закрытыми полностью водой, и нагревали на электроплитке с асбестовым одеялом. СВЧ-экстракцию осуществляли на обычной микроволновой печке Scarlet, в крышке которой высверлили отверстие для патрубка с вставленной в него тефлоновой трубкой. Пар, содержащий компоненты эфирного масла, через тефлоновую трубку поступал в диэлектрический трубопровод и далее – в конденсатор, охлаждаемый водой комнатной температуры, из которого конденсат выливался в специальный стеклянный сосуд. Процедуру проводили в течение 3 часов. СВЧ-экстракция позволяет использовать в качестве растворителя воду, содержащуюся в самом свежем растении. В цехах института разработана и действует полупромышленная СВЧ-установка для получения эфирных масел в килограммовых количествах из различных эфирносонов Абхазии. Образцы с этой установки также подвергались анализу. Полученные порции эфирного масла сушили над свежепрокаленным сульфатом натрия. Далее определяли плотность, взвешивали и определяли выход целевого продукта в процентах от массы исходного сырья. Плотность эфирного масла определяли на цифровом вибрационном измерителе плотности жидкостей «ВИП-2МР» фирмы METTLER. Состав и количественное содержание эфирного масла осуществляли с помощью газожидкостной хроматографии. Использовался хроматограф «Хроматэк-Кристалл 5000.2» с пламенно-ионизационным детектором и колонкой TR-5MS: 30 м × 0,25 мм ID × 0,25 мкм. Температура термостата колонки программировалась от 50 °С с выдержкой в 1 мин до 280 °С с градиентом 5 °С/мин. Скорость потока газа-носителя (He) – 1,2 мл/мин; деление потока 1 : 20. Температура инжектора – 270 °С, детектора – 260 °С. Эфирное масло для анализов разбавляли абсолютным спиртом в соотношении 1 : 10 и вводили в испаритель хроматографа микрошприцом в количестве 0,2 мкл. Для расчета качественных и количественных характеристик анализ одного и того же образца проводили минимум три раза.

Идентификацию всех компонентов проводили с помощью хромато-масс-спектрометрии. Для этого использовался прибор фирмы «Agilent Technologies» 7890A. В приборе применялась аналогичная колонка TR-5MS: 30 м × 0,25 мм ID × 0,25 мкм. Температура колонки программировалась от 40 °С (выдержка 2 мин) с градиентом 10 °С в мин до 250 °С и далее до 300 °С с градиентом 50 °С/мин. Температура ввода пробы – 260 °С и линии сепаратора – 200 °С. Энергия ионизирующих электронов – 70 эВ; температура ионного источника 230 °С. Регистрировали масс-спектр положительных ионов в диапазоне масс 30–600 m/z. Поток газа-носителя (He) – 1,2 мл/мин. Количество вводимой пробы – 0,2 мкл. Для идентификации компонентов использовали полные масс-спектры, которые сравнивали со спектрами NIST-MS-Library. Для подтверждения использовались также времена удерживания и индексы Ковача. Количественный состав определяли по площадям хроматографических пиков без учета корректирующих коэффициентов.

### Результаты и их обсуждение

В данной работе проведено исследование состава эфирного масла листьев *Laurus Nobilis L.*, произрастающего в Республике Абхазия, полученного методом паровой дистилляции и СВЧ-экстракции. В результате проведенного нами исследования было установлено наличие 76 компонентов, идентифицировано из них 74. Плотность эфирного масла *Laurus nobilis L.* составила 0,921 г/см<sup>3</sup>. Состав эфирного масла несколько меняется в зависимости от метода экстракции. Оно состоит в основном из монотерпенов и сесквитерпенов циклического, бициклического и ациклического строения и из всевозможных оксигенированных производных этих соединений. Присутствует небольшое количество высших линейных углеводородов. Основным компонентом эфирного масла листьев *Laurus nobilis L.* является 1,8-цинеол или эвкалиптол. Среди компонентов при микроволновой экстракции содержание сесквитерпенов, их оксигенатов и других тяжелых компонентов выше, чем при гидродистилляции, что совпадает с данными [9–12].

В таблице 1 представлены результаты ГХ/МС анализа эфирного масла *Laurus nobilis L.*, полученного СВЧ-экстракций.

Идентификацию компонентов осуществляли, используя три основных источника информации:

1. По данным масс-спектрометрии – сравнением масс-спектров полученных соединений со спектрами NIST library, при их совпадении не ниже, чем на 90%, а в отдельных спорных случаях – и по результатам рассмотрения закономерностей диссоциативной ионизации соответствующих соединений под действием электронного удара [37].

2. По данным хроматографического анализа – с учетом времени удерживания и индексов Ковача. Индексы Ковача брались для каждого вещества из литературных источников для капиллярных колонок, близких по своим свойствам к колонке, используемой в данной работе – TR-5MS (с неполярной фазой): DB-5, AT-5, HT-5 и/или их MS-вариантов и при условиях хроматографического анализа идентичных с нашими условиями.

3. Результат закреплялся по номеру соединения (изомера) Chemical Abstracts Service (CAS), взятого из паспортных данных соответствующего вещества на сайтах Интернета [NIST, PubChem, PubMed, Chemindustry, Pherobase, Wiley].

Таблица 1. Химический компонентный состав эфирного масла листьев *Laurus Nobilis L.*

Пик №	Компонент	t, мин	KI	Содержание, %*	Формула	№ CAS	Масс-спектр**
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Уксусная кислота	2,360	602	0,32	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	64-19-7	60, 43, 45, 60, 42, 29, 31, 44, 41, 61
2	α-гуйен	5,912	932	0,06	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	2867-05-2	136, 93, 91, 77, 92, 136, 79, 106, 41, 65, 53
3	α-пинен	6,393	940	0,23	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	80-56-8	136, 93, 91, 77, 41, 79, 39, 69, 53, 51, 121
4	Дегидро-1,8-цинеол	6,687	973	0,31	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	66113-06-2	152, 109, 94, 124, 79, 69, 43, 137, 91, 134, 119, 152
5	β-пинен	6,883	977	0,36	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	127-91-3	136, 93, 69, 91, 41, 77, 79, 39, 92, 121, 136
6	Сабинен	7,081	978	0,18	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	3387-41-5	136, 93, 41, 77, 91, 79, 39, 69, 94, 80, 136, 121
7	Мирцен	7,114	992	0,12	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	123-35-3	136, 93, 41, 69, 39, 79, 53, 67, 77, 121, 136
8	p-цимен	7,205	1030	0,83	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	99-87-6	134, 119, 134, 91, 117, 77, 41, 65, 39, 115, 103, 105
9	Лимонен	7,282	1032	3,00	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	138-86-3	136, 68, 93, 67, 79, 121, 136, 94, 39, 107, 53
10	1,8-цинеол	7,366	1036	20,87	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	470-82-6	154, 81, 43, 108, 111, 83, 71, 139, 93, 55, 69
11	γ-терпинен	7,758	1061	0,22	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	99-85-4	136, 93, 91, 136, 77, 121, 92, 79, 43, 105, 119
12	4-гуйанол	7,899	1071	0,65	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	546-79-2	154, 93, 91, 77, 43, 121, 136, 71, 79, 111, 92
13	Терпинолен	8,221	1087	0,81	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	586-62-9	136, 93, 121, 136, 91, 79, 77, 41, 43, 105, 107
14	Линалоол	8,389	1098	3,12	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	78-70-6	154, 93, 71, 55, 43, 41, 121, 80, 136, 69, 67
15	Хотриенол	8,445	1101	0,22	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	20053-88-8	152, 71, 82, 67, 43, 41, 55, 119, 91, 79, 134
16	α-фенхол	8,605	1117	0,20	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	22627-95-8	154, 81, 80, 41, 43, 55, 57, 67, 71, 69, 93, 139
17	p-ментен-1-ол	8,746	1133	0,79	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	17699-16-0	154, 43, 93, 79, 77, 111, 121, 91, 139, 136, 94
18	Изотуйол	8,889	1140	0,11	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	513-23-5	154, 95, 93, 43, 41, 81, 55, 67, 79, 121, 69, 110
19	Сабинол	9,047	1147	2,14	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	471-16-9	152, 92, 91, 81, 119, 109, 134, 70, 55, 79, 43
20	Пинокарвеол	9,124	1165	0,21	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	1674-08-4	152, 91, 119, 92, 77, 83, 109, 134, 55, 81, 79
21	i-пинокамфон	9,271	1172	0,43	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	15358-88-0	152, 68, 79, 93, 67, 41, 55, 123, 91, 119, 134
22	Миртеналь	9,312	1173	0,18	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	564-94-3	150, 79, 107, 41, 91, 108, 77, 39, 106, 39, 135
23	iso-пинокарвон	9,404	1175	1,15	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	30460-92-5	150, 108, 81, 41, 53, 135, 79, 150, 107, 69, 77, 91
24	δ-терпинеол	9,467	1177	1,49	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	7299-42-5	154, 59, 81, 93, 95, 136, 43, 67, 79, 96, 121, 139

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
25	Терпинен-4-ол	9,649	1180	8,60	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	562-74-3	<u>154</u> , 71, 93, 111, 43, 136, 154, 91, 55, 69, 86, 121
26	Туй-3-ен-10-аль	9,712	1193	0,52	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	99500-87-5	<u>150</u> , 135, 91, 79, 43, 132, 117, 115, 119, 105, 107
27	Изокарвеол	9,754	1194	0,49	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	35907-10-9	<u>152</u> , 109, 119, 134, 91, 67, 41, 79, 95, 69, 55, 81
28	α-терпинеол	9,817	1197	3,61	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	98-55-5	<u>154</u> , 59, 93, 121, 136, 81, 43, 79, 67, 92, 107, 139
29	Миртенол	9,908	1201	2,02	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	515-00-4	<u>152</u> , 79, 91, 108, 41, 119, 77, 93, 67, 39, 55, 134
30	γ-терпинеол	10,034	1203	0,23	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	586-81-2	<u>154</u> , 93, 121, 91, 77, 136, 92, 39, 41, 43, 79, 139
31	Пиперитол	10,098	1204	0,20	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	491-04-3	<u>154</u> , 84, 43, 41, 139, 93, 83, 55, 39, 69, 111, 136
32	t-карвеол	10,195	1216	0,36	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	1197-07-5	<u>152</u> , 109, 84, 119, 91, 41, 134, 83, 55, 152, 69, 137
33	цис-карвеол	10,321	1230	0,45	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	1197-06-4	<u>152</u> , 109, 91, 41, 119, 67, 55, 79, 93, 134, 69, 81
34	Не идентифицирован	10,403	...	0,21	...	...	
35	t-гераниол	10,499	1249	0,22	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	106-24-1	<u>154</u> , 69, 93, 68, 123, 84, 80, 111, 121, 55, 136, 92
36	Не идентифицирован	10,564	...	0,22	...	...	
37	Ундеканон	10,678	1266	0,86	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> O	53452-7--3	<u>170</u> , 58, 43, 71, 59, 29, 41, 85, 96, 112, 170, 127
38	Сабинилацетат	10,972	1287	0,87	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	3536-54-7	<u>194</u> , 91, 92, 43, 119, 134, 109, 81, 83, 194, 151, 41
39	Борнилацетат	11,161	1289	1,31	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	76-49-3	<u>196</u> , 95, 121, 43, 136, 93, 41, 108, 67, 79, 154, 55
40	2-ундеканон	11,196	1291	1,03	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> O	112-12-9	<u>170</u> , 58, 43, 71, 59, 41, 170, 85, 112, 155, 141, 57
41	Периллилол	11,337	1302	0,23	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	536-59-4	<u>152</u> , 68, 79, 91, 119, 92, 93, 77, 41, 105, 39, 75, 134
42	Пинокарвилацетат	11,409	1305	0,20	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	1686-15-3	<u>194</u> , 91, 43, 41, 92, 119, 134, 69, 79, 81, 108, 152
43	4-терпинил-ацетат	11,582	1305	3,38	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	4821-04-9	196, 93, 43, 136, 121, 79, 91, 81, 77, 107, 105, 67
44	Миртенилацетат	11,666	1319	0,29	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	1079-01-2	194, 119, 91, 134, 43, 92, 77, 59, 105, 93, 41, 179
45	1-гидроксинео-дигидрокарвеил ацетат	11,932	1341	0,94	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>3</sub>		<u>212</u> , 109, 43, 93, 108, 137, 152, 82, 79, 71, 83, 197
46	α-терпинил ацетат	12,058	1348	15,72	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	80-26-2	196, 121, 93, 136, 68, 67, 79, 43, 77, 59, 41, 91, 181
47	Эвгенол	12,149	1354	2,43	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	97-53-0	<u>164</u> , 164, 149, 77, 103, 131, 91, 121, 137, 133, 104
48	Иланген	12,373	1362	0,54	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	14912-44-8	<u>204</u> , 93, 105, 119, 120, 91, 161, 69, 92, 41, 79, 204
49	β-элемен	12,618	1381	0,86	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	515-13-9	<u>204</u> , 81, 93, 67, 68, 41, 107, 147, 53, 121, 79, 189
50	метил-эвгенол	12,716	1402	4,63	C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	93-15-2	<u>178</u> , 178, 91, 103, 107, 147, 163, 77, 115, 65, 135
51	Кариофиллен	13,031	1418	1,91	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	87-44-5	<u>204</u> , 93, 133, 91, 79, 69, 105, 41, 120, 107, 119, 161
52	Периллил ацетат	13,101	1425	0,24	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	15111-96-3	<u>194</u> , 119, 91, 43, 134, 79, 94, 77, 93, 152, 137, 179
53	Циннамил ацетат	13,227	1442	0,28	C <sub>11</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	103-54-8	<u>176</u> , 115, 43, 116, 92, 105, 134, 133, 117, 77, 176
54	2-тридеканон	13,367	1482	0,25	C <sub>13</sub> H <sub>26</sub> O	593-08-8	<u>198</u> , 58, 43, 71, 59, 91, 41, 105, 161, 55, 119, 133

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
55	β-Селинен	13,479	1491	0,44	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	17066-67-0	<u>204</u> , 93, 41, 105, 91, 161, 133, 204, 81, 119, 189
56	Валенцен	13,535	1492	0,43	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	4630-07-3	<u>204</u> , 161, 204, 105, 93, 107, 79, 119, 133, 91, 135
57	Гермакрен-D	13,801	1495	0,22	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	23986-74-5	<u>204</u> , 161, 105, 91.119, 41, 81, 79, 133, 55, 204, 147
58	Леден	13,871	1497	0,67	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	21747-46-6	<u>204</u> , 105, 107, 133, 161, 189, 147, 204, 93, 91, 81
59	α-муролен	13,969	1504	0,42	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	31983-22-9	<u>204</u> , 161, 91, 105, 189, 119, 133, 41, 204, 93, 107
60	γ-кадинен	14,179	1507	0,47	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	1460-97-5	<u>204</u> , 161, 105, 91, 79, 93, 41, 138, 81, 77, 204, 55
61	δ-кадинен	14,270	1508	0,41	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	483-76-1	<u>204</u> .161.119, 105, 134, 91.204, 41, 189, 81.77, 55
62	α-бизаболен	14,452	1511	0,48	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	29837-07-8	<u>204</u> , 93, 119, 121, 43, 79, 80, 67, 109, 77, 204, 55
63	Каламенен	14,509	1517	0,24	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub>	72937-55-4	<u>202</u> , 159, 187, 145, 160, 173, 43, 41, 129, 119, 91
64	β-бизаболен	14,711	1522	0,20	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	495-61-4	<u>204</u> , 69, 93, 41, 94, 204, 67, 79, 109, 161, 107, 135
65	β-спатчуленол	14,978	1570	0,40	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	77171-55-2	<u>220</u> , 91, 105, 43, 119, 205, 159, 79, 131, 145, 187
66	1,5,7-додекатриен	15,020	1574	0,22	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub>	83085-83-0	<u>164</u> , 79, 93, 107, 91, 135, 77, 41, 164, 67, 121, 55
67	Кариофиллен оксид	15,069	1577	1,10	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	1139-30-6	<u>220</u> , 93, 79, 91, 41, 107, 69, 121, 55, 149, 161, 205
68	Спатчуленол	15,209	1581	0,24	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	6750-60-3	<u>220</u> , 91, 93, 159, 107, 105, 79, 69, 119, 55, 177, 77
69	1-эпи-кубенол	15,398	1615	0,26	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	73365-77-2	<u>222</u> , 159, 105, 161.91, 81, 43, 55, 41, 204, 179, 207
70	τ-муролол	15,502	1640	0,21	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	19912-62-0	<u>222</u> , 161, 95, 43, 121, 204, 79, 105, 189, 93, 81
71	Кариофилладиен-5-ол	15,664	1651	0,52	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	38284-26-3	<u>220</u> , 136, 91, 79, 105, 69, 41, 119, 93, 187, 202, 205
72	β-эудесмол	15,832	1653	0,57	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	473-15-4	<u>222</u> , 59, 149, 93, 108, 105, 79, 81, 164, 91, 189, 204
73	Кариофилленол	15,881	1654	0,25	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	472-97-9	<u>222</u> , 91, 105, 79, 93, 107, 81, 67, 43, 131, 161, 189
74	α-кадинол	16,015	1659	0,20	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	481-34-5	<u>222</u> , 43, 95, 121, 41, 204, 161, 105, 79, 81, 164, 93
75	α-копаен-8-ол	16,217	1665	0,20	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	58569-25-8	<u>220</u> , 159, 119, 91, 105, 145, 41, 107, 133, 160, 202
76	α-бисаболол	16,521	1682	0,15	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	515-69-5	<u>222</u> , 43, 69, 41, 109, 119, 93, 55, 67, 121, 204, 161,
76	2,7-дигидрокси-кадален	18,233	...	0,21	C <sub>15</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	77401-25-3	<u>230</u> , 105, 230.119, 91, 215, 169, 143, 77, 197, 79
	Итого			98,02			

\* Содержание компонентов в % от цельного эфирного масла. Приведены данные ГХ/МС анализа. (Следует помнить, что данные количественного хроматографического анализа с ПИД и МС детектором могут отличаться ввиду их различной чувствительности к одним и тем же веществам. При МС детекторе варибельность значительно выше, так как чувствительность в этом случае зависит от большего числа факторов: эффективности ионизации, сечения ионизации и диссоциативной ионизации молекулярных ионов. Последняя сильно зависит от строения молекулы, наличия кратных связей и различных функциональных групп.); \*\* Первая цифра – молекулярный ион, если она подчеркнута, то пик иона присутствует в спектре.

Рассмотрение закономерностей диссоциативной ионизации осуществлялось только для компонентов, совпадение спектров которых было ниже 90% по отношению к библиотечному, и/или индексы Ковача которых не соответствовали времени удерживания, полученных в условиях хроматографического анализа в данной работе.

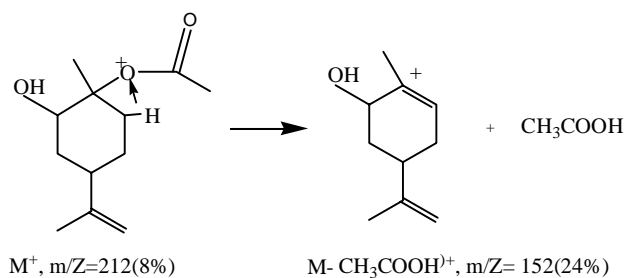
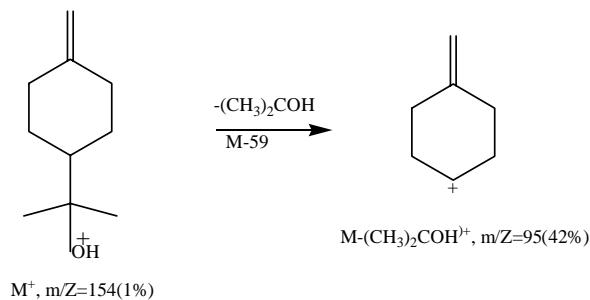
Одним из самых низких процентов совпадения масс-спектров (48%) был зафиксирован для компонента с временем удерживания  $t_{уд} = 9,467$  мин. Тщательное изучение этого спектра показало, что это спектр  $\delta$ -терпинеола (а не 2-метил-6-метилен-7октен-2-ол – по выдаче библиотечного поиска). В нем имеется пик молекулярного иона этого циклического соединения  $M^+$  с  $m/Z = 154$  (1%). В спектре также присутствует пик квазимолекулярного иона, образующиеся в результате потери метильной группы  $(M-CH_3)^+$  с  $m/Z = 139$  (8%), и пик ионов, образующихся при элиминировании воды  $(M-H_2O)^+$  с  $m/Z = 136$  (24%). Следует отметить, что образование молекулярных и квазимолекулярных ионов в ходе диссоциативной ионизации для линейных молекул всегда менее вероятно, чем для их циклических гомологов [37]. В библиотечном же спектре линейного терпинеола эти пики, как и пик ионов с  $m/Z = 95$  (образующийся по схеме) отсутствуют – есть лишь небольшой пик с  $m/Z = 136$  (2%).

Если в ходе этого процесса положительный заряд локализуется не на циклическом фрагменте, как показано на схеме, а на уходящей изопропанольной группе, то образуется основной ион  $(CH_3)_2COH^+$  с  $m/Z = 59$  (100%). Пик ионов с  $m/Z = 59$  в обоих спектрах является основным, поскольку оба вещества имеют изопропанольную группировку. Однако при отщеплении этой группы из молекулярного иона линейной молекулы остаточный линейный осколок не будет давать стабильного иона с  $m/Z = 95$ , поэтому пик этих ионов и отсутствует в библиотечном спектре. По этой же причине в нем нет и пика ионов с циклическим строением  $M-(CH_3)_2COH, -CH_2^+$  с  $m/Z = 81$ , образующегося при элиминировании метилена из ионов с  $m/Z = 95$ , и характерного только для циклической молекулы  $\delta$ -терпинеола с достаточно высокой интенсивностью пика  $m/Z = 81$  (65%). Кроме основного пика ионов с  $m/Z = 59$ , в обоих спектрах присутствует также пик иона  $M-H_2O, -(CH_3)_2CH^+$  с  $m/Z = 93$  с интенсивностью 52% в спектре  $\delta$ -терпинеола и 21% в спектре линейной молекулы, что также свидетельствует в пользу циклического строения исходной молекулы. Все это указывает на принадлежность данного спектра  $\delta$ -терпинеолу, а не 2-метил-6-метилен-7октен-2-олу. Кроме различий масс-спектров линейный компонент не подходит и по времени удерживания с индексом Ковача, лежащим в пределах 1090–1100. В то время как  $\delta$ -терпинеол хорошо вписывался в ближайшее окружение по этому параметру ( $KI=1175$ ) (см. табл. 1).

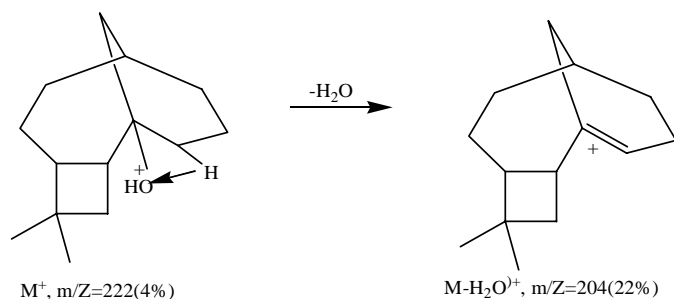
Плохая сходимость (77%) библиотечного спектра со спектром исследуемого образца выявлена для пика со временем удерживания 11,932 мин (см. табл. 1). По библиотечным данным это 7-охабицикло[4.1.0]гептан-1-метил,4-(1-метилэтинил) с молекулярной массой 152. Однако это вещество имеет индекс Ковача в пределах 1100, что не соответствовало положению данного пика на хроматограмме. Кроме того, в спектре этого вещества присутствуют пики ионов с  $m/Z = 212$  (8%), 197 (7%) и 183 (1%), которых нет в библиотечном спектре. После разбора закономерностей диссоциативной ионизации установлено, что это спектр циклического монотерпена: 1-гидроксиногидрокарвеил ацетата. Из его молекулярного иона  $m/Z = 212$  (8%) при отщеплении метильной группы образуется квазимолекулярный ион  $(M-CH_3)^+$  с  $m/Z = 197$  (7%) и после элиминирования из последнего метилена образуется ион  $(M-CH_3, -CH_2)^+$  с  $m/Z = 183$  (1%). Образование пика ионов с  $m/Z = 152$  объясняется элиминированием молекулы уксусной кислоты из молекулярного иона.

Это один из основных путей диссоциативной ионизации ацетатов органических соединений [37]. Наличие в спектрах обоих веществ основного пика ионов с  $m/Z = 43$  объясняется отщеплением изопропильной группировки. Далее ион с  $m/Z = 152$  диссоциирует практически по тому же пути, что и молекулярный ион вещества, выданного при библиотечном поиске. Поэтому в остальном их спектры очень похожи.

Ниже приведен пример, когда сходимость библиотечного спектра (аллоаромадендрен с молекулярной массой 204) со спектром анализируемого компонента (время удерживания 15,881) составила 93%. Однако индекс Ковача для этого вещества в условиях нашего анализа лежит в пределах 1470–1500, что не



соответствует положению пика на хроматограмме. Внимательное рассмотрение спектров показало, что в нашем спектре присутствует пик ионов с  $m/Z = 222$  (4%) – это пик молекулярного иона кариофилленола и пик его квазимолекулярного иона ( $M-CH_3$ )<sup>+</sup> с  $m/Z = 207$  (6%). Оба этих пика отсутствуют в библиотечном спектре. Появление пика ионов с  $m/Z = 204$  легко объясняется элиминированием молекулы воды из молекулярных ионов кариофилленола:



Далее эти ионы с  $m/Z = 204$  диссоциируют по той же схеме, что и молекулярные ионы аллоаромадендрена, поэтому спектры обоих веществ практически совпадают. Индекс Ковача для кариофилленола лежит в пределах 1650–1659, что соответствует положению этого компонента на хроматограмме в наших условиях анализа.

Обнаруженный нами кадалендиол (№76 в табл. 1) является фотоактивируемым фитоалексином. Он продуцируется листьями

растения в ответ на воздействие паразитов, являясь ингибитором роста этих паразитов [38]. Следует отметить, что в литературных данных мы не нашли сообщения об обнаружении кадалендиола в составе эфирного масла *Laurus Nobilis L.*

В таблице 2 представлены результаты сравнительного количественного состава основных компонентов эфирного масла *Laurus Nobilis L.*, полученного обычной гидродистилляцией (ГД) и СВЧ-экстракцией. Из таблицы 2 видно, что выход более тяжелых сесквитерпенов и их окси производных при СВЧ-экстракции несколько выше. Отдельные тяжелые сесквитерпены экстрагируются только СВЧ-методом (сравните с табл. 1).

Таблица 2. Зависимость компонентного состава эфирного масла *Laurus Nobilis L.* от метода получения\*

№	Компонент	ГД, %	СВЧ, %	№	Компонент	ГД, %	СВЧ, %
1	Уксусная кислота	0,03	0,11	26	t-гераниол	0,03	0,02
2	α-гуйен	0,24	0,58	27	Сабинилацетат	0,08	0,04
3	α-пинен	1,93	4,72	28	Борнилацетат	0,30	0,18
4	Камфен	0,25	0,22	29	2-ундеканон	0,03	0,05
5	Сабинен	7,12	12,51	30	4-терпинилацетат	0,37	0,28
6	β-пинен	3,15	4,21	31	Миртенилацетат	0,07	0,14
7	Мирцен	0,16	1,79	32	1-гидроксинео-дигидрокарвеилацетат	0,08	0,13
8	ρ-цимен	0,61	0,18	33	α-терпинилацетат	5,78	3,44
9	лимонен	3,65	4,50	34	Эвгенол	0,27	0,15
10	1,8-цинеол	61,65	52,65	35	Иланген	0,21	0,28
11	γ-терпинен	0,8	0,13	36	β-элемен	0,20	0,24
12	4-гуйанол	0,63	0,97	37	Метил-эвгенол	0,09	0,46
13	Терпинолен	0,65	0,70	39	Кариофиллен	0,23	0,48
14	Линалоол	3,48	5,56	40	β-селинен	0,03	0,05
15	Хотриенол	0,22	0,11	41	Гермакрен-D	0,04	0,07
16	ρ-ментен-1-ол	0,09	0,04	42	Леден	0,23	0,34
17	сабинол	0,10	0,06	43	γ-кадинен	0,03	0,08
18	i-пинокарвеол	0,08	0,02	44	δ-кадинен	0,02	0,05
19	δ-терпинеол	0,21	0,10	45	α-бизаболен	0,06	0,10
20	Терпинен-4-ол	2,00	1,31	46	β-спатчуленол	0,10	0,07
21	Туй-3-ен-4-ол	0,05	0,04	47	Кариофиллен оксид	0,17	0,16
22	α-терпинеол	1,27	0,36	49	1-эпи-кубенол	0,01	0,05
23	миртенол	0,17	0,28	50	Кариофилладиен-5-ол	0,01	0,04
24	t-карвеол	0,08	0,06	51	β-зудесмол	0,02	0,06
25	c-карвеол	0,04	0,03				

\*Данные по относительному процентному содержанию приведены по данным ГХ-ПИД для компонентов, обнаруженных обоими методами. Полный состав компонентов экстрагированных СВЧ экстракцией (см. табл. 1).



Следует особо отметить, что в литературных данных нет полного соответствия по компонентному химическому составу эфирного масла *Laurus Nobilis L.* Как правило, фигурирует 15–20 компонентов, присутствующих во всех работах. По-видимому, это связано с тем, что число компонентов в масле и их относительное содержание зависит от ряда объективных и субъективных причин. Объективные причины – регион произрастания, сезон сбора, состояние сырья (сухое, свежее и пр.) и метод получения эфирного масла. Субъективные – методика (не метод) анализа, в частности условия проведения анализа. Поскольку все эти несоответствия относятся в основном к минорным компонентам, то представляется целесообразным привести таблицу таких компонентов (табл. 3) с содержанием менее 0,1%, которые не были идентифицированы из-за некачественных масс-спектров.

Таблица 3. Времена удерживания и линейные индексы удерживания (I лин) неидентифицированных минорных компонентов эфирного масла *Laurus Nobilis L.*, обнаруженных методом ГХ/МС

№	t, мин	I лин	№	t, мин	I лин	№	T, мин	I лин
1	5,91	906	10	10,73	1272	18	14,69	1521
2	6,45	944	11	11,06	1288	19	15,61	1649
3	7,41	1046	12	11,75	1321	20	15,92	1657
4	7,46	1050	13	12,81	1409	21	16,31	1672
5	7,57	1056	14	12,93	1415	22	16,43	1676
6	7,98	1075	15	13,34	1473	23	16,67	1687
8	9,23	1169	16	13,62	1493	24	18,85	1692
9	9,32	1174	17	14,04	1405	25	18,98	1699

### Выводы

1. В ходе проведенного исследования в составе эфирного масла *Laurus Nobilis L.* из Абхазии обнаружено 76 химических компонентов. Среди них циклические и бициклические монотерпены, (поли)циклические сесквитерпены и их оксигенированные производные. Большинство этих веществ успешно используются в фармацевтической промышленности, парфюмерии и пищевой промышленности.
2. Сравнение методов получения эфирного масла *Laurus Nobilis L.* из листьев растения показало, что в ходе СВЧ-экстракции выделяется несколько больше компонентов в основном за счет более тяжелых сесквитерпенов и их оксипроизводных.
3. Впервые в составе эфирного масла *Laurus Nobilis L.* обнаружен 2,7-дигидроксикадален. Он является фотоактивируемым фитоалексином и продуцируется листьями растения в ответ на воздействие паразитов, являясь ингибитором роста этих паразитов.

### Список литературы

1. Baria A., Topcu G., Tumen G., Kingston D.G.I. Identification of cytotoxic sesquiterpenes from *Laurus Nobilis L.* // Food Chem. 2007. Vol. 104. Pp. 1478–1484.
2. Adams R.P. Identification of essential oil components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Allured Publ. Corp.: Carol Stream, IL (USA), 1995.
3. Macchioni F., Perrucci S., Pierluigi C., et al. Composition and Acaricidal Activity of *Laurus novocanariensis* and *Laurus Nobilis* Essential Oils Against *Psoroptes cuniculi* // J. Essential Oil Res. 2006. N1. Pp. 27–31.
4. Sangun M.K., Aydin E., At al. Comparison of chemical composition of the essential oil of *Laurus Nobilis L.* leaves and fruits from different regions of Hatay, Turkey // J. Environm. Biol. 2007. N28(4). Pp. 731–733.
5. Flamini G., Tebano M., Cioni P.L., et al. Comparison between the conventional method of extraction of essential oil of *Laurus Nobilis L.* and novel method which uses microwaves applied in situ, without resorting to an oven // J. Chromatography A. 2007. N1143. Pp. 36–40.
6. Yalçın H., Akin M., Sanda M., Çakir A. GC/MS analysis of *Laurus Nobilis* essential oil composition of Northern Cyprus // J. Med Food. 2007. N10(4). Pp. 715–719.
7. Verdian-risi M., et al. Phenological variation of *Laurus Nobilis L.* essential oil from Iran // Electronic J. Environm. Agricult. Food Chem. 2008. N7(11). Pp. 3321–3325.
8. Carreda A., Marongiu D., Porcedda S., Soro C. Supercritical CO<sub>2</sub> extraction and characterization of *Laurus nobilis* essential oil // J. Agric. Food Chem. 2002. N30. Pp. 1492–496.
9. Marzouki H., Khaldi A., Marongiu B. et al. Isolation of the oils from *Laurus Nobilis* of Tunisia and Algeria by supercritical CO<sub>2</sub> extraction // Electronic J. Environm. Agricult. Food Chem. 2004. N3. Pp. 113–118.
10. Marzouki H., Piras A., et al. Extraction and separation of volatile and fixed oils from berries of *Laurus Nobilis* by supercritical CO<sub>2</sub> extraction // Molecules. 2008. N13. Pp. 1702–1711.

11. Zeković Z.P., Lepojević Z.D., Mujić I.O. Laurel extracts obtained by steam distillation, supercritical fluid and solvent extraction // *J. Nat. Prod.* 2009. Vol. 2. Pp. 104–109.
12. Ivanović J. et al. Supercritical CO<sub>2</sub> extract and essential oil of bay (*Laurus Nobilis* L.) – chemical composition and antibacterial activity // *J. Serbian Chem. Soc.* 2010. Vol. 75(3). Pp. 395–404.
13. Marzouki H. et al. Essential oil composition and variability of *Laurus Nobilis* L. growing in Tunisia, comparison and chemometric investigation of different plant organs // *Nat. Prod. Res.* 2009. N23(4). Pp. 343–354.
14. Kilić A., Hafizoglu H., Kollmannsberger H., Nitz S. Volatile constituents and key odorants in leaves, buds, flowers, and fruits of *Laurus Nobilis* // *J. Agric. Food Chem.* 2004. N52. P. 160.
15. Castilho P.C., Costa V.C., Rodrigues A., Partidario A. Characterization of laurel fruit oil from Madeira Island, Portugal // *JAOCs.* 2005. Vol. 82. N13. Pp. 863–868.
16. Hafizoglu T., Reunanen M. Studies on the components of *Laurus nobilis* from Turkey with special reference to laurel berry fat // *Fat Sci. Technol.* 1993. N95. Pp. 304–308.
17. Derwich E., Benziane Z., Boukir A. Chemical composition and antibacterial activity of leaves essential oil of *Laurus Nobilis* from Morocco // *Austr. J. Basic Appl. Sci.* 2009. N3(4). Pp. 3818–3824.
18. Verdian-rizi M. Chemical composition and Larvicidal activity of the essential oil of *Laurus Nobilis* L. from Iran // *Iranian J. Pharm.Sci.* 2009. N5(1). Pp. 47–50.
19. Marzouki H., Elaissi A. et al. Seasonal and geographical variation of *Laurus Nobilis* L. essential oil from Tunisia // *Open Natur. Prod. J.* 2009. N2. Pp. 86–91.
20. Verdian-rizi M. Variation in the essential oil composition of *Laurus Nobilis* L. of different growth stages cultivated in Iran // *J. Basic Appl. Sci.* 2009. N5(1). Pp. 33–36.
21. Sayyah M., Vaizadeh J., Kamalinejad M. Anticonvulsant activity of the leaf essential oil of *Laurus nobilis* against pentylenetetrazole and maximal electroshock-induced seizures // *Phytomedicine.* 2002. Vol. 9(3). Pp. 212–216.
22. Zargari A. Medicinal Plants. Teheran, 1990. Vol. IV. Pp. 325–328.
23. Aqili Khoreseny M.S., Collection of drugs (Materia media) // *Engelab-e-Eslami Publishing and Educational organization.* Teheran, 1992. Pp. 624–630.
24. Simić M., Kondaković T.K., Kovacević N. Preliminary assay on the antioxidative activity of *Laurus nobilis* extracts // *Fitoterapia.* 2003. N7(6). Pp. 613–616.
25. Kaurinović B., Popović M., Vlaisavljević S. In vitro and in vivo effects of *Laurus nobilis* L. leaf extracts // *Molecules.* 2010. N15. Pp. 3378–3390.
26. Qamar S., Chaudhary F.M. Antifungal activity of some essential oil from local plants // *Pak J. Sci. Indust. Res.* 1991. N34. Pp. 30–31.
27. Corato U., Maccioni O., Trupo M., Sanzo G. Use of essential oil of *Laurus nobilis* obtained by means of a supercritical CO<sub>2</sub> technique against post harvest spoilage fungi // *Crop Protection.* 2010. Vol. 29(2). Pp. 142–147.
28. Al-Hussaini R., Mahasneh A.M. Microbial growth and quorum sensing antagonist activities of herbal plants extracts // *Molecules.* 2009. N14. Pp. 3425–3435.
29. Masood N., Chaudhry A., Tariq P. Bactericidal activity of Black pepper, Bay leaf, Aniseed and Coriander against oral isolates // *Pak. J. Farm. Sci.* 2006. Vol. 19(3). Pp. 214–218.
30. Filipowicz N., Kaminski M., Kurlenda J., Asztemborska M. Antibacterial and antifungal activity of juniper berry oil and its selected components // *Phytotherapy Research.* 2003. N17. Pp. 227–231.
31. Sivropoulou A.C., et al. Antimicrobial, Cytotoxic and Antiviral Activity of *Salvia fruticosa* Essential oil // *J. Agric. Food Chem.* 1997. N45. Pp. 3197–3201.
32. Al-Hussaini R., Mahasneh A.M. Antimicrobial and anti-quorum sensing activity of *Laurus nobilis* L extracts // *J. Med. Sci.* 2009. Vol. 43(4). Pp. 286–298.
33. Moghtader M., Farahmand A. Evaluation of the antibacterial effects of essential oil from the leaves of *Laurus nobilis* L. in Kerman Province // *J. Microbiology and Antimicrobials.* 2013. Vol. 5(2). Pp. 13–17.
34. Al-Kalaldeh J.Z. et al. Volatile oil composition and antiproliferative activity of *Laurus nobilis* L, *Origanum syriacum*, *Origanum vulgare* and *Salvia triloba* against human breast adenocarcinoma cells // *Nutrition Res.* 2010. Vol. 30(4). Pp. 271–278.
35. El-Sawi S.A., Ibrahim M.E., Ali A.M. Cytotoxic, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of leaves of *Laurus nobilis* L grown in Egypt and its chemical composition // *Med. Arom. Plant Sci. Biotechnology.* 2009. Vol. 3. Special issue 1. Pp. 16–23.
36. Uchoiyama N., K.Matsunaga, Kiuchi F., Yjnda G., Tsubouchi A., Nakalma-Shimada J., Aoki T. Tripanocidal Terpenoids from *Laurus nobilis* L. // *Chem. Farm. Bull.* 2002. Vol. 50. Pp. 1514–1516.
37. Gross J. Mass spectrometry. 2-nd ed. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. 350 p.
38. Edwards W.R., Hall J.A. Light filtering by epidermal flavonoids during the resistant response of cotton to *Xanthomonas* protects leaf tissue from light-dependent phytoalexin toxicity // *Phytochemistry.* 2008. Vol. 69(12). Pp. 2320–2328.

Поступило в редакцию 18 июня 2014 г.

После переработки 21 октября 2014 г.

Lavrentiev V.I.<sup>1,2\*</sup>, Markoliya A.A.<sup>1</sup>, Bagatelle S.A.<sup>1</sup>, Tania R.G.<sup>2</sup> CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRIC STUDIES COMPONENT OF CHEMICAL COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL LAURUS NOBILIS L. ABKHAZIA

<sup>1</sup>«ERA-Sukhumi Physical-Technical Institute», the village Agudzera, Gulripshi district, 384964 (Abkhazia),

e-mail: v50lav@yandex.ru

<sup>2</sup>Abkhazian State University, ul. Universitetskaya, 1, Sukhumi, 384904 (Abkhazia)

The aim of this work is the gas chromatography-mass spectrometric investigation of the component chemical composition of essential oil of leaves of *Laurus nobilis* L., grown in a humid subtropical climate of the Republic. Over the last 10–15 years, published data on the high effectiveness of the essential oil as an anti-bacterial agent for a variety of strains, in particular for staphylococcus with higher activity than antibiotic tetracycline; as an anti-cancer agent against a number of pathogenic cells, including against the growth of MCF7 mammary adenocarcinoma, as well as a number of other pharmaceutical applications. The dependence of the composition of the essential oil from the growing region and its pharmaceutical value determined the relevance of the work. During the study we identified 76 compounds, 74 have been identified: 48 monoterpenes (core: limonene, 1,8-cineole, linalool, sabinol, terpinen-4-ol,  $\alpha$ -terpineol,  $\alpha$ -terpinene acetate, eugenol, methyl eugenol) and 22 sesquiterpene (basic: caryophyllene,  $\beta$ -elements, caryophyllene oxide). A comparative analysis of the obtained essential oil by steam hydrodistillation and microwave (MW) hydrodistillation. The essential oil obtained by the microwave, increased content of cyclic monoterpenes. So the content of  $\alpha$ -pinene in the hydrodistillation of 1,93%, while the microwave method, 4,72%; *Sabinol* content of 7,12 and 12,51%, respectively. Microwave method gives a greater number of severe sesquiterpenes. And the output of individual sesquiterpenes in the microwave method can be up to 2 – 3-fold higher compared to Steam distillation. Thus, the content of caryophyllene 0,48 and 0,23%, respectively; similarly for  $\beta$ -eudesmol 0,06 and 0,02%. A brief literature review on the preparation and properties of essential oil of *Laurus nobilis* L.

**Keywords:** *Laurus nobilis* L., essential oil, steam distillation, for microwave (MW) Steam distillation, gas chromatography-mass spectrometry, dissociative ionization.

### References

- Baria A., Topcu G., Tumen G., Kingston D.G.I. *Food Chem.* 2007, vol. 104, pp. 1478–1484.
- Adams R.P. *Identification of essential oil components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry*. Allured Publ. Corp.: Carol Stream, IL (USA), 1995.
- Macchioni F., Perrucci S., Pierluigi C., et al. *J. Essential Oil Res.* 2006, no. 1, pp. 27–31.
- Sangun M.K., Aydin E., et al. *J. Environm. Biol.* 2007, no. 28(4), pp. 731–733.
- Flamini G., Tebano M., Cioni P.L., et al. *J. Chromatography A.* 2007, no. 1143, pp. 36–40.
- Yalçın H., Akin M., Sanda M., Çakir A. *J. Med. Food.* 2007, no. 10(4), pp. 715–719.
- Verdian-risi M., et al. *Electronic J. Environm. Agricult. Food Chem.* 2008, no. 7(11), pp. 3321–3325.
- Carreda A., Marongiu D., Porcedda S., Soro C. *J. Agric. Food Chem.* 2002, no. 30, pp. 1492–496.
- Marzouki H., Khaldi A., Marongiu B. et al. *Electronic J. Environm. Agricult. Food Chem.* 2004, no. 3, pp. 113–118.
- Marzouki H., Piras A., et al. *Molecules.* 2008, no. 13, pp. 1702–1711.
- Zeković Z.P., Lepojević Z.D., Mujić I.O. *J. Nat. Prod.* 2009, vol. 2, pp. 104–109.
- Ivanović J. et al. *J. Serbian Chem. Soc.* 2010, vol. 75(3), pp. 395–404.
- Marzouki H. et al. *Nat. Prod. Res.* 2009, no. 23(4), pp. 343–354.
- Kilic A., Hafizoglu H., Kollmannsberger H., Nitz S. *J. Agric. Food Chem.* 2004, no. 52, p. 160.
- Castilho P.C., Costa V.C., Rodrigues A., Partidario A. *JAOCs.* 2005, vol. 82, no. 13, pp. 863–868.
- Hafizoglu T., Reunanen M. *Fat Sci. Technol.* 1993, no. 95, pp. 304–308.
- Derwich E., Benziane Z., Boukir A. *Austr. J. Basic Appl. Sci.* 2009, no. 3(4), pp. 3818–3824.
- Verdian-risi M. *Iranian J. Pharm.Sci.* 2009, no. 5(1), pp. 47–50.
- Marzouki H., Elaissi A. et al. *Open Natur. Prod. J.* 2009, no. 2, pp. 86–91.
- Verdian-risi M. *J. Basic Appl. Sci.* 2009, no. 5(1), pp. 33–36.
- Sayyah M., Vaizadeh J., Kamalinejad M. *Phytomedicine.* 2002, vol. 9(3), pp. 212–216.
- Zargari A. *Medicinal Plants*. Teheran, 1990, vol. IV, pp. 325–328.
- Aqili Khoreseny M.S. *Engelab-e-Eslami Publishing and Educational organization*. Teheran, 1992, pp. 624–630.
- Simic M., Kondakovic T.K., Kovacevi N. *Fitoterapia.* 2003, no. 7(6), pp. 613–616.
- Kaurinović B., Popović M., Vlasisavljević S. *Molecules.* 2010, no. 15, pp. 3378–3390.
- Qamar S., Cliaudhary F.M. *Pak J. Sci. Indust. Res.* 1991, no. 34, pp. 30–31.
- Corato U., Maccioni O., Trupo M., Sanzo G. *Crop Protection.* 2010, vol. 29(2), pp. 142–147.
- Al-Hussaini R., Mahasneh A.M. *Molecules.* 2009, no. 14, pp. 3425–3435.
- Masood N., Chaudhry A., Tariq P. *Pak. J. Farm. Sci.* 2006, vol. 19(3), pp. 214–218.
- Filipowicz N., Kaminski M., Kurlenda J., Asztemborska M. *Phytotherapy Research.* 2003, no. 17, pp. 227–231.
- Sivropoulou A.C., et al. *J. Agric. Food Chem.* 1997, no. 45, pp. 3197–3201.
- Al-Hussaini R., Mahasneh A.M. *J. Med. Sci.* 2009, vol. 43(4), pp. 286–298.
- Moghtader M., Farahmand A. *J. Microbiology and Antimicrobials.* 2013, vol. 5(2), pp. 13–17.
- Al-Kalaldehy J.Z. et al. *Nutrition Res.* 2010, vol. 30(4), pp. 271–278.

\* Corresponding author.

35. El-Sawi S.A., Ibrahim M.E., Ali A.M. *Med. Arom. Plant Sci. Biotechnology*. 2009, vol. 3, no. 1, pp. 16–23.
36. Uchoiyama N., K.Matsunaga, Kiuchi F., Yjnda G., Tsubouchi A., Nakalma-Shimada J., Aoki T. *Chem. Farm. Bull.* 2002, vol. 50, pp. 1514–1516.
37. Gross J. *Mass spectrometry*. 2-nd ed. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2011, 350 p.
38. Edwards W.R., Hall J.A. *Phytochemistry*. 2008, vol. 69(12), pp. 2320–2328.

*Received June 18, 2014*

*Revised October 21, 2014*