

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФРАКЦИЙ ЭФИРНОГО МАСЛА ВИСЛОПЛОДНИКОВ РЕБРОПЛОДНИКА УРАЛЬСКОГО (*PLEUOSPERMUM URALENSE HOFFM*) НА РОСТ БАКТЕРИЙ

I.D. Zykova, L.S. Tirranen, L.V. Naimushina

THE EFFECT OF DIFFERENT FRACTIONS OF ESSENTIAL OIL OF *PLEUOSPERMUM URALENSE HOFFM* FILOPODIA ON THE GROWTH OF BACTERIA

**Зыкова И.Д.** – канд. техн. наук, доц. каф. химии Политехнического института Сибирского федерального университета. E-mail: IZykova@sfu-kras.ru

**Тирранен Л.С.** – д-р биол. наук, вед. науч. сотр. Международного научного центра исследования экстремальных состояний организма Красноярского научного центра СО РАН, г. Красноярск. E-mail: IZykova@sfu-kras.ru

**Наймушина Л.В.** – канд. хим. наук, доц. каф. технологии и организации общественного питания Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: naimlivi@mail.ru

**Zykova I.D.** – Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Chemistry, Polytechnical Institute, Siberian Federal University. E-mail: IZykova@sfu-kras.ru

**Tirranen L.S.** – Dr. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, International Scientific Center of Research of Extreme Conditions of an Organism, Krasnoyarsk Scientific Center, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk. E-mail: IZykova@sfu-kras.ru

**Naimushina L.V.** – Cand. Chem. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technologies and Organizations of Public Catering, Trade and Economic Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: naimlivi@mail.ru

В работе впервые представлены результаты исследования компонентного состава эфирного масла вислоплодников реброплодника уральского (*Pleurospermum uralense Hoffm*), растения семейства Зонтичные, произрастающего на территории Сибирского региона (Красноярский край). Растение достаточно широко применяется в народной медицине в качестве противоглистного средства, при легочных заболеваниях, в том числе и при туберкулезе легких. Эфирное масло получали методом исчерпывающей гидропародистилляции из воздушно-сухого сырья. В процессе перегонки масло фракционировали в зависимости от времени его выделения. Результаты хромато-масс-спектрометрического анализа показали, что в исследуемых образцах эфирного масла содержится более 30 компонентов, 34 из которых, составляющих 98,4–99,8 % от суммы всех компонентов масла в зависимости от образца, нами идентифицированы. Основные компоненты –  $\alpha$ -пинен,  $\beta$ -фелландрен, Z-азарон, E-азарон. Отмечено, что с увеличением продолжительности процесса выделения

масла концентрация моно- и сесквитерпенов снижается, а концентрация кислородсодержащих компонентов масла, среди которых встречаются все три изомера азарона:  $\alpha$ -азарон (E-азарон),  $\beta$ -азарон (Z-азарон) и  $\gamma$ -азарон (секишон), – возрастает. Известно, что изменение состава влияет на свойства эфирного масла. Результаты исследования антимикробной активности показали, что эфирное масло вислоплодников *P. uralense* обладает слабыми антибактериальными свойствами. Причем эфирное масло, неразделенное на фракции (цельное), а также его 1-я фракция сдерживают рост только *Staphylococcus aureus*. Вторая фракция масла, содержащая наибольшее, по сравнению с другими фракциями, количество альфа-пинена, оказывает бактериостатическое действие по отношению к *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Escherichia coli*. Компонентный состав 3-й фракции способствует сдерживанию роста всех взятых в эксперимент бактерий. Индифферентны к бактериям 4-я и 7-я фракции. Пятая фракция масла сдерживает

рост только *Pseudomonas aeruginosa*, 6-я фракция не действует на *Pseudomonas aeruginosa* и *Escherichia coli*, но оказывает бактериостатическое действие на остальные бактерии. Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что выделяя отдельные фракции эфирного масла в процессе его получения, можно получить образцы разного направленного действия по отношению к тому или иному штамму бактерий.

**Ключевые слова:** *Pleurospermum uralense Hoffm*, эфирное масло, компонентный состав, хромато-масс-спектрометрия, антимикробные свойства.

In the study the results of research of component structure of essential oil of seeds of *Pleurospermum uralense Hoffm*, the family plant *Umbrella*, growing in Siberian region (Krasnoyarsk region) are for the first time presented. The plant was rather widely applied in traditional medicine as a helminthicide, at pulmonary diseases including pulmonary tuberculosis. The essential oil was received by the method of an exhaustive water vapor distillation from air and dry raw materials. In the course of distillation oil was fractioned depending on the time of its allocation. The results of chromatography-mass-spectrometry analysis showed that the studied samples of essential oil contain more than 30 components, 34 of which, making 98.4–99.8 % of the sum of all components of oil depending on a sample, were identified by us. The main components were  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -phellandrene, *Z*-azaron, *E*-azaron. It was noticed that with augmentation of duration of process of release of oil concentration mono- and sesquiterpenes decreases, and the concentration of oxygen-containing components of oil among which all three isomers of azaron occurred:  $\alpha$ -azaron ((*E*)-azaron),  $\beta$ -azaron ((*Z*)-azaron) and  $\gamma$ -azaron increased. It was known to be the change of structure influences the properties of essential oil. The results of research of antimicrobial activity showed that the essential oil of seeds of *P. uralense* had weak antibacterial properties. And essential oil, undivided on fraction (integral), and also its 1-st fraction only *Staphylococcus aureus* contained growth. The second fraction of oil containing the greatest in comparison with other fractions, amount of alpha pinene, had bacteriostatic effect in relation to *Staphylococcus aureus*,

*Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli*. The component structure of the 3-rd fraction promoted control of body height of all bacteria taken in an experiment. The 4th and 7th fractions were indifferent to bacteria. The fifth fraction of oil contained the growth only of *Pseudomonas aeruginosa*, the 6th fraction did not operate on *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli*, but had bacteriostatic effect on other bacteria. Thus, results of the conducted researches showed that allocating separate fractions of essential oil in the course of its receiving, it was possible to receive the models of different referred action in relation to this or that strain of bacteria.

**Keywords:** *Pleurospermum uralense Hoffm*, essential oil, component composition, chromatography-mass-spectrometry, antimicrobial properties.

**Введение.** Сложная экологическая обстановка сегодняшнего дня: загрязнение воздуха, вод, почв, целых экосистем различными поллютантами, – проявляется в человеческой популяции новыми болезнями и резкой активацией «вновь возникающих старых инфекций». В связи с этим в настоящее время актуальны исследования по изучению состава и свойств биологически активных соединений растительного сырья как источника новых лекарственных средств. Причем для подобных исследований большой интерес представляют растения – доминанты флоры исследуемого региона, запасы которых позволяют осуществлять их массовую заготовку.

Реброплодник уральский (*Pleurospermum uralense Hoffm*) – травянистый многолетник семейства Зонтичные, растение-сорняк, территория его произрастания в Сибирском регионе увеличивается с каждым годом на десятки квадратных километров [1]. Все части растения содержат эфирное масло, основное количество которого сосредоточено в вислоплодниках. Анализ литературных данных позволяет сделать вывод о том, что химический состав *P. uralense* изучен недостаточно, хотя растение достаточно широко применяется в народной медицине в качестве противоглистного средства, при легочных заболеваниях, в том числе и при туберкулезе легких. Водный настой травы наружно и внутрь назначают при диатезах и других кожных заболеваниях.

**Цель исследования:** исследование компонентного состава различных фракций эфирного масла *P. uralense* и его влияния на рост штаммов патогенных бактерий.

**Задачи исследования:** получение цельного (не поделенного на фракции) эфирного масла вислоплодников *P. uralense*, а также отдельных фракций; изучение компонентного состава полученных образцов эфирного масла методом хромато-масс-спектрометрии; исследование антимикробной активности различных фракций эфирного масла вислоплодников *P. uralense*.

**Материалы и методы исследования.** Вислоплодники *P. uralense* были собраны в местах естественного произрастания растения в окрестностях города Красноярска вдали от сельских территорий в августе 2015 г.

Эфирное масло получали методом исчерпывающей гидропародистилляции [2] из воздушно-сухого сырья, усредненная проба которого составила 1265 грамм. Продолжительность процесса гидропародистилляции была установлена экспериментально на основании изучения динамики изменения выхода эфирного масла во времени и составила 15 часов.

В процессе перегонки масло фракционировали в зависимости от времени его выделения. Компонентный состав определяли методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе Agilent Technologies 7890 A с квадрупольным масс-спектрометром Agilent Technologies 5975 C в качестве детектора. Содержание компонентов оценивали по площадям пиков, а идентификацию отдельных компонентов производили на основе сравнения линейных индексов удерживания и полных масс-спектров с соответствующими данными компонентов эталонных масел и чистых соединений, если они имелись. Для идентификации также использовались данные библиотеки масс-спектров Wiley 275 (275 тысяч масс-спектров) [3] и атласа масс-спектров и линейных индексов удерживания [4]. При полном совпадении масс-спектров и линейных индексов удерживания идентификация считалась окончательной.

Физико-химические показатели масла определяли на плотномере и рефрактометре фирмы Mettler Toledo (США).

Антимикробную активность оценивали по разнице в размерах диаметра колоний тест-бактерий в опыте и контроле. Контролем служили тест-бактерии, соединенные с 0,5 мл дистиллированной воды [5]. В качестве тест-штаммов использовали стандартные типовые культуры микроорганизмов: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* и *Staphylococcus aureus 209p*, предоставленные Красноярской краевой клинической микробиологической лабораторией.

Определенное количество эфирного масла помещали на дно чашки Петри, которую закрывали крышкой со свеженанесенными на поверхность среды пятью тест-организмами. Из 2-суточных тест-культур по стандарту мутности готовили суспензию, которой пастеровскими пипетками заполняли лунки станины репликатора. Затем с помощью репликатора делали реплики пяти тест-культур одновременно на поверхность незасеянной среды, разлитой мерно на дно чашек Петри. Одну половину чашек Петри с исследуемым эфирным маслом закрывали другой половиной со свеженанесенными методом реплик тест-бактериями и инкубировали в термостате при 37 °С. Рост тест-бактерий зависел от действия летучих компонентов различных фракций эфирного масла вислоплодников реброплодника уральского на противоположной стороне чашке.

Статистическую обработку проводили по Г.Ф. Лакину [6]. Учитывали среднюю арифметическую величину диаметра колоний ( $\bar{M}$ ), ошибку средней арифметической ( $m$ ). Критерием оценки служила стандартная величина нормированного отклонения ( $t_{st}$ ), с которой сравнивалось фактическое значение этого критерия ( $t_{\text{разности}}$ ) для 3 уровней значимости (95, 99 и 99,9 %).

Воздействие эфирного масла на тест-культуру оценивали как положительное (стимулирующее) или отрицательное (бактерицидное или бактериостатическое), когда размер колоний тест-культур в опыте был соответственно достоверно увеличен или снижен по сравнению с контролем. Если размер колоний в опыте достоверно не отличался от контроля, действие эфирного масла оценивали как нулевое (индифферентное).

Все эксперименты проведены в 5-кратной повторности.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Эфирное масло вислоплодников *P. uralense* представляет собой легко подвижную жидкость темно-синего цвета тяжелее воды. Физико-химические показатели исследуемых образцов масла представлены в таблице 1.

Согласно данным хромато-масс-спектрометрического анализа, в полученных образцах эфирного масла содержится не менее 30 компонентов, которые легко идентифицируются по линейным индексам удерживания и масс-спектрам отдельных компонентов (табл. 2).

Таблица 1

**Изменение показателя преломления и плотности отдельных фракций эфирного масла *P. uralense* в ходе его выделения**

| Номер фракции | Время выделения, мин | $n_d^{20}$ | $\rho$ , г/см <sup>3</sup> |
|---------------|----------------------|------------|----------------------------|
| 1             | 60                   | 1,5042     | 1,1025                     |
| 2             | 75                   | 1,5019     | 1,1022                     |
| 3             | 135                  | 1,5080     | 1,1052                     |
| 4             | 150                  | 1,5147     | 1,1068                     |
| 5             | 150                  | 1,5189     | 1,1074                     |
| 6             | 195                  | 1,5226     | 1,1082                     |
| 7             | 135                  | 1,5298     | 1,1089                     |

Таблица 2

**Содержание основных компонентов различных фракций эфирного масла *P. uralense***

| Линейный индекс удерживания | Компонент                 | Содержание, % от цельного масла |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                             |                           | Цельное                         | Фр. 1 | Фр. 2 | Фр. 3 | Фр. 4 | Фр. 5 | Фр. 6 | Фр. 7 |
| 1                           | 2                         | 3                               | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| <b>Монотерпены</b>          |                           |                                 |       |       |       |       |       |       |       |
| 932                         | $\alpha$ -пинен           | 12,0                            | 12,2  | 16,0  | 16,4  | 13,2  | 9,6   | 7,9   | 6,1   |
| 973                         | сабинен                   | 0,2                             | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,1   | 0,1   |
| 975                         | $\beta$ -пинен            | 2,5                             | 3,0   | 3,2   | 3,0   | 2,2   | 1,7   | 1,4   | 1,1   |
| 991                         | $\beta$ -мирцен           | 0,5                             | 0,7   | 0,6   | 0,6   | 0,4   | 0,3   | 0,2   | 0,2   |
| 1004                        | $\alpha$ -фелландрен      | 1,0                             | 1,4   | 1,5   | 1,4   | 0,9   | 0,7   | 0,5   | 0,4   |
| 1024                        | кумол                     | 0,5                             | 0,9   | 1,9   | 0,3   | 0,2   | 0,2   | 0,2   | 0,1   |
| 1028                        | $\beta$ -фелландрен       | 10,0                            | 16,3  | 18,8  | 12,5  | 7,8   | 6,6   | 5,1   | 2,7   |
| <i>Всего</i>                |                           | 26,7                            | 34,7  | 42,2  | 34,4  | 24,9  | 19,3  | 15,4  | 10,7  |
| <b>Сесквитерпены</b>        |                           |                                 |       |       |       |       |       |       |       |
| 1392                        | $\beta$ -элемен           | 0,3                             | 0,6   | 0,3   | 0,3   | 0,3   | 0,3   | 0,3   | 0,1   |
| 1422                        | кариофиллен               | 3,5                             | 2,8   | 2,2   | 3,1   | 3,6   | 3,5   | 3,9   | 2,7   |
| 1433                        | $\beta$ -гурьюнен         | 0,1                             | 0,2   | 0,2   | 0,3   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   |
| 1456                        | гумулен                   | 0,3                             | 0,3   | 0,2   | 0,3   | 0,3   | 0,3   | 0,3   | 0,2   |
| 1484                        | гермакрен D               | 2,6                             | 2,9   | 1,8   | 2,6   | 2,9   | 2,8   | 2,8   | 2,0   |
| 1496                        | (Z,E)- $\alpha$ -фарнезен | 0,8                             | 0,4   | 0,9   | 0,8   | 0,9   | 1,2   | 1,1   | 0,9   |
| 1510                        | (E,E)- $\alpha$ -фарнезен | 1,0                             | 1,3   | 0,4   | 0,4   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,5   |
| 1527                        | $\delta$ -кадинен         | 1,2                             | 1,1   | 0,7   | 0,7   | 0,9   | 0,9   | 1,0   | 0,8   |
| 1546                        | $\alpha$ -калакорен       | 1,0                             | 1,3   | 1,2   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,7   | 0,6   |
| 1565                        | $\beta$ -калакорен        | 0,3                             | 0,2   | 0,3   | 0,2   | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   |
| 1839                        | неофитодиен               | 0,6                             | 0,5   | 0,6   | 0,1   | 0,2   | 0,1   | 0,1   | 0,1   |
| <i>Всего</i>                |                           | 11,7                            | 11,6  | 8,8   | 9,6   | 10,6  | 10,6  | 10,9  | 8,1   |

Окончание табл. 2

| 1                             | 2                           | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|-------------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Кислородсодержащие соединения |                             |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1229                          | цитронеллол                 | 0,2  | 0,3  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| 1287                          | борнилацетат                | 0,6  | 1,0  | 0,5  | 0,5  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,3  |
| 1306                          | $\alpha$ -терпинеол формиат | 0,8  | 0,9  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,4  | 0,4  | 0,3  |
| 1459                          | метилизоэвгенол             | 2,0  | 2,1  | 1,9  | 2,6  | 2,2  | 2,2  | 2,3  | 2,1  |
| 1489                          | 2-фенилэтил-2-метилбутаноат | 1,0  | 0,9  | 0,8  | 0,6  | 0,4  | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| 1505                          | шиобунон (эпимер)           | 1,2  | 1,4  | 1,0  | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 0,8  | 0,7  |
| 1533                          | эпи-изо-шиобунон            | 2,3  | 2,2  | 1,6  | 1,4  | 1,5  | 1,5  | 1,4  | 1,2  |
| 1559                          | элемицин                    | 0,4  | 0,3  | 0,2  | 0,3  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  |
| 1576                          | $\gamma$ -азарон            | 2,0  | 1,2  | 1,2  | 1,3  | 1,8  | 1,6  | 2,0  | 2,2  |
| 1586                          | кариофиллен оксид           | 0,8  | 1,0  | 0,9  | 0,6  | 0,3  | 0,1  | 0,3  | 0,1  |
| 1610                          | $\beta$ -оплопенон          | 0,7  | 0,9  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,8  | 0,6  | 0,5  |
| 1702                          | нор-каламен-10-он           | 0,5  | 0,7  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,4  |
| 1625                          | Z-азарон                    | 37,8 | 32,9 | 32,0 | 37,0 | 43,8 | 48,8 | 52,1 | 57,1 |
| 1684                          | E-азарон                    | 9,8  | 6,8  | 7,0  | 7,9  | 9,5  | 11,7 | 12,0 | 14,2 |
| 1965                          | ди-н-бутилфталат            | 0,5  | 0,6  | 0,2  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| Всего                         |                             | 60,6 | 51,0 | 48,1 | 55,0 | 63,1 | 69,6 | 73,1 | 79,8 |
| Углеводороды                  |                             |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1730                          | хамазулен                   | 0,2  | 0,1  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| Не идентифицировано           |                             | 0,2  | 0,8  | 0,2  | 0,3  | 0,2  | 0,3  | 0,2  | 0,2  |
| <i>Итого</i>                  |                             | 99,4 | 98,4 | 99,5 | 99,5 | 99,0 | 99,1 | 99,8 | 99,0 |

Установлено, что с увеличением времени отгонки происходит увеличение содержания кислородсодержащих компонентов масла, среди которых встречаются все три изомера азарона:  $\alpha$ -азарон ((E)-азарон),  $\beta$ -азарон ((Z)-азарон) и  $\gamma$ -азарон (секишон), причем их суммарное содержание возрастает по мере продолжительности выделения масла.

Как известно, изменение компонентного состава влияет на свойства эфирного масла [7]. Результаты исследования антимикробной активности показали, что эфирное масло вислоплодников *P. uralens*, не разделенное на фракции (цельное), а также его 1-я фракция сдерживают рост только *Staphylococcus aureus*; 2-я фракция масла отличается повышенным содержанием монотерпенов (в частности  $\alpha$ -пинена) и, как следствие, оказывает бактериостатическое действие по отношению к *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*. Компонентный состав 3-й фракции способствует сдерживанию роста всех взя-

тых в эксперимент бактерий. Не оказывает никакого действия на штаммы 4-я фракция эфирного масла, компонентный состав которой характеризуется снижением концентрации монотерпенов и увеличением концентрации кислородсодержащих соединений; 5-я фракция масла сдерживает рост только *Pseudomonas aeruginosa*, 6-я фракция не действует на *Pseudomonas aeruginosa* и *Escherichia coli*, но оказывает бактериостатическое действие на остальные бактерии. Последняя, 7-я фракция, содержащая максимальное количество Z-азарона, не активна по отношению ко всем взятым в эксперимент штаммам бактерий (табл. 3).

Невозможно на сегодняшний день однозначно установить компоненты, отвечающие за то или иное действие масла по отношению к различным штаммам бактерий, так как не исключены синергические и антагонистические эффекты отдельных компонентов масла.

Реакция различных фракций эфирного масла висплоплодников *P. uralense* на тест-культуры бактерий

| Номер фракции | <i>Klebsiella pneumoniae</i> |           |      | <i>Staphylococcus aureus</i> |           |      | <i>Escherichia coli</i>      |           |      | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |           |      |
|---------------|------------------------------|-----------|------|------------------------------|-----------|------|------------------------------|-----------|------|-------------------------------|-----------|------|
|               | $\bar{M} \pm m$              |           | t*   | $\bar{M} \pm m$              |           | t    | $\bar{M} \pm m$              |           | t    | $\bar{M} \pm m$               |           | t    |
|               | Контроль                     | Опыт      |      | Контроль                     | Опыт      |      | Контроль                     | Опыт      |      | Контроль                      | Опыт      |      |
| 1             | 6,74±0,26                    | 5,90±0,22 | 2,44 | 5,16±0,21                    | 3,78±0,26 | 4,16 | 6,50±0,14                    | 5,82±0,25 | 2,40 | 9,92±0,19                     | 9,60±0,55 | 0,60 |
|               | Индифферентное действие      |           |      | Бактериостатическое действие |           |      | Индифферентное действие      |           |      | Индифферентное действие       |           |      |
| 2             | 6,74±0,26                    | 5,92±0,26 | 2,23 | 5,16±0,21                    | 3,08±0,26 | 6,27 | 6,50±0,14                    | 5,26±0,25 | 4,30 | 9,92±0,19                     | 9,00±0,00 | 4,80 |
|               | Индифферентное действие      |           |      | Бактериостатическое действие |           |      | Бактериостатическое действие |           |      | Бактериостатическое действие  |           |      |
| 3             | 6,74±0,26                    | 5,62±0,22 | 3,30 | 5,16±0,21                    | 4,20±0,08 | 4,34 | 6,50±0,14                    | 5,12±0,22 | 5,33 | 9,92±0,19                     | 8,46±0,09 | 6,89 |
|               | Бактериостатическое действие |           |      | Бактериостатическое действие |           |      | Бактериостатическое действие |           |      | Бактериостатическое действие  |           |      |
| 4             | 6,74±0,26                    | 6,16±0,26 | 1,57 | 5,16±0,21                    | 5,00±0,29 | 0,44 | 6,50±0,14                    | 6,30±0,21 | 0,28 | 9,92±0,19                     | 9,30±0,45 | 1,57 |
|               | Индифферентное действие      |           |      | Индифферентное действие      |           |      | Индифферентное действие      |           |      | Индифферентное действие       |           |      |
| 5             | 6,74±0,26                    | 6,10±0,22 | 1,86 | 5,16±0,21                    | 4,80±0,31 | 0,97 | 6,50±0,14                    | 6,50±0,31 | 0    | 9,92±0,19                     | 8,82±0,35 | 2,76 |
|               | Индифферентное действие      |           |      | Индифферентное действие      |           |      | Индифферентное действие      |           |      | Бактериостатическое действие  |           |      |
| 6             | 6,74±0,26                    | 6,02±0,08 | 2,62 | 5,16±0,21                    | 4,00±0,07 | 6,21 | 6,50±0,14                    | 6,24±0,23 | 1,00 | 9,92±0,19                     | 9,00±0,35 | 2,29 |
|               | Бактериостатическое действие |           |      | Индифферентное действие      |           |      | Индифферентное действие      |           |      | Индифферентное действие       |           |      |
| 7             | 6,74±0,26                    | 6,28±0,19 | 1,42 | 5,16±0,21                    | 4,80±0,26 | 1,09 | 6,50±0,14                    | 6,54±0,21 | 0,15 | 9,92±0,19                     | 9,26±0,43 | 1,40 |
|               | Индифферентное действие      |           |      | Индифферентное действие      |           |      | Индифферентное действие      |           |      | Индифферентное действие       |           |      |
| Цельное       | 6,52±0,08                    | 6,80±0,21 | 1,24 | 5,16±0,15                    | 4,38±0,13 | 3,9  | 6,25±0,05                    | 6,10±0,10 | 1,32 | 6,59±0,07                     | 6,56±0,09 | 0,26 |
|               | Индифферентное действие      |           |      | Бактериостатическое действие |           |      | Индифферентное действие      |           |      | Индифферентное действие       |           |      |

Примечание: t\* – t разности (достоверно при  $t_{st} \geq 2,57$  для  $p = 0,95$ ; при  $t_{st} \geq 4,03$  для  $p = 0,01$ ; при  $t_{st} \geq 6,86$  для  $p = 0,0$ ).

**Выводы.** Таким образом, регулируя время отгонки эфирного масла, тем самым контролируя его состав, можно получить фракции, обладающие достоверным бактериостатическим действием к тем или иным культурам исследуемых бактерий.

### Литература

1. Махлаук В.П. Лекарственные растения в народной медицине. – М.: Нива России, 1992. – 478 с.
2. Ефремов А.А., Зыкова И.Д. Компонентный состав эфирных масел хвойных растений Сибири. – Красноярск: Изд-во СФУ, 2013. – 132 с.
3. McLafferty F.W. The Wiley. NBS Registry of Mass Spectral Data; Wiley. – London: Interscience, 1989. – 563 p.
4. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. – Новосибирск: Наука, 2008. – 969 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
6. Тирранен Л.С. Роль летучих метаболитов в межмикробном взаимодействии. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. – 104 с.
7. Ефремов А.А., Зыкова И.Д., Дрожжина М.В. Изменение компонентного состава и физико-химических показателей эфирного масла

корневищ *ACORUS CALAMUS (ARACEAE)* в зависимости от времени его выделения // Растит. ресурсы. – 2011. – № 1. – С. 118–123.

### Literatura

1. Mahlajuk V.P. Lekarstvennye rastenija v narodnoj medicine. – M.: Niva Rossii, 1992. – 478 s.
2. Efremov A.A., Zyкова I.D. Komponentnyj sostav jefirnyh masel hvojnyh rastenij Sibiri. – Krasnojarsk: Izd-vo SFU, 2013. – 132 s.
3. McLafferty F.W. The Wiley. NBS Registry of Mass Spectral Data; Wiley. – London: Interscience, 1989. – 563 p.
4. Tkachev A.V. Issledovanie letuchih veshhestv rastenij. – Novosibirsk: Nauka, 2008. – 969 s.
5. Lakin G.F. Biometrija. – M.: Vyssh. shk., 1990. – 352 s.
6. Tirranen L.S. Rol' letuchih metabolitov v mezhmikrobnom vzaimodejstvii. – Novosibirsk: Nauk. Sib. otd-nie, 1989. – 104 s.
7. Efremov A.A., Zyкова I.D., Drozhzhina M.V. Izmenenie komponentnogo sostava i fiziko-himicheskikh pokazatelej jefirnogo masla kor-nevishh *ACORUS CALAMUS (ARACEAE)* v zavisimosti ot vremeni ego vydelenija // Rastit. resursy. – 2011. – № 1. – S. 118–123.

