

acclimation and non acclimation // Acta Physiol. Plant. – 2014. – Vol. 36. – 1№ 11. – P. 3231–3241.

13. *Larcher W.* Temperature stress and survival ability of Mediterranean sclerophyllous plants // Plant Biosyst. – 2000. – 134. – P. 279–295.

14. *Mittler R.* Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance // Trends Plant Sci. – 2002. – № 7. – P. 405–410.

*Статья поступила в редакцию 13.10.2017 г.*

**Paliy A.E., Gubanova T.B., Paliy I.N. Enzyme activity and water regime special features in *Olea europaea* L. cultivars demonstrated various frost resistance** // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2017. – № 125. – P. 87–92.

Some physiological and biochemical changes in the leaves of the studied olive cultivars under the pressure of negative temperatures and various moisture supply were revealed. It was demonstrated that water deficit in the range of 13-20% adversely affects *O. europaea* cultivars frost resistance. Under controlled conditions, it was found out that water deficit decrease led to frost resistance increase. Along with the development of low-temperature stress, enzyme activity in the low resistant olive cultivars decreased. In the cultivar Nikitskaya enzyme activity increase was accompanied by a significant resistance increase that was evidenced by the absence of low-temperature damages.

**Keywords:** *Olea europaea*; frost resistance; water scarcity; the activity of enzymes

УДК 547.56:582.746.21(477.75)

## КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА *RUTA GRAVEOLENS* L. И *RUTA CORSICA* D.C. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

**Наталья Владимировна Марко**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита  
nataly-marko@mail.ru

В статье приведены результаты интродукционного изучения двух видов руты из коллекции Никитского ботанического сада. В исходном материале были изучены следующие характеристики: фенология, массовая доля эфирного масла, компонентный состав эфирного масла. Был выделен высокопродуктивный образец. В статье даны хроматограммы эфирного масла исследуемых образцов.

**Ключевые слова:** *Ruta*; эфирное масло; компонентный состав эфирного масла

### Введение

Рута душистая перспективное эфиромасличное и лекарственное растение. В листьях руты содержится витамин С (156,6 мг %), большое количество флавонолов, рутин, обладающий капилляроукрепляющим и противовоспалительным действием, увеличивает умственную активность и полезен в лечении кровотечений. В США и Италии ее траву применяют при глазных болезнях [7]. В Индии листья, семена и масло руты используются в ряде составов Унани. В гомеопатии настойка из свежих листьев используется для лечения варикозного расширения вен, ревматизма, артрита и невралгии [9,14].

Эфирное масло руты употребляют в пищевой промышленности при производстве коньяка и восточного ликера, в парфюмерной промышленности [7]. Основной компонент рутового масла ундеканон-2 (метилонилкетон), используют для синтеза ценного душистого вещества — метилонилацетальдегида. В 50-х годах XX

века объем выработки масла составлял 10 т/год, однако после появления чисто синтетических методов получения метилнонилацетальдегида потребность в рутовом масле резко уменьшилась. Современные исследования показывают возможность использования экстракта из *Ruta graveolens* L для лечения мультиформной формы глиобластомы (агрессивной опухоли мозга) человека [11]. Установлен высокий потенциал применения рутового масла в качестве репеллента, контактного токсиканта и мощного фумиганта в программах борьбы с вредителями [13], а также ингибитора патогенных грибов: *Botrytis fabae* Sard и *Fusarium oxysporum* [10]. В 2008 г. была запатентована композиция, для уничтожения членистоногих вредителей, содержащая 2-ундеканон в качестве активного агента [8].

В связи с этим в задачи наших исследований входило исследовать массовую долю и компонентный состав эфирного масла интродуцированных видов *Ruta graveolens* L. и *Ruta corsica* D.C., содержащихся в коллекции Никитского ботанического сада (НБС-ННЦ).

### Объект и методы исследования

Материалом для исследования являлась надземная часть 2 образцов 2 видов руты: *Ruta graveolens* № 27203 и *Ruta corsica* № 57391. Изучение интродуцентов проводилось по методике, принятой в лаборатории ароматических и лекарственных культур НБС-ННЦ [5]. Исследуемые растения 4-5 года вегетации, выращиваются на интродукционно-коллекционном участке НБС-ННЦ, с одинаковыми почвенными и микроклиматическими условиями и на одинаковом агротехническом фоне. Участок расположен в Центральном южнобережном агроклиматическом районе (по классификации В.И. Вазова) [3]. Массовую долю эфирного масла определяли в фазе плодосозревания из свежесобранного сырья. Срез растений проводили в солнечную безветренную погоду в 10:00-11:00 часов утра. Продолжительность отгонки эфирного масла 2 часа. Массовая доля эфирного масла определялась гидродистилляцией по Гинзбергу, его компонентный состав – методом газожидкостной хроматографии [12] на хроматографе Agilent Technologies 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973. Ввод пробы в хроматографическую колонку проводили прямым в режиме split, (с делением потока 1:80). Хроматографическая колонка – капиллярная DB-5 внешний диаметр 0,25 мм и длиной 30 м. Скорость газ-носителя (гелий) 1.0 мл/мин. Температура нагревателя ввода пробы – 250 град. Температура термостата программируемая от 50 до 320 град со скоростью 4 град/мин. Для идентификации компонентов используется библиотека масс-спектров NIST07 и WILEY 2007 с общим количеством спектров более 470000 в сочетании с программами для идентификации AMDIS и NIST. Проводился индивидуальный отбор форм с высокой массовой долей эфирного масла и основных компонентов.

### Результаты и обсуждение

В условиях ЮБК *Ruta graveolens* и *Ruta corsica* проходят полный цикл развития и формируют жизнеспособные семена, период вегетации составляет 280-290 суток. Молодые побеги растений *Ruta graveolens* начинают отрастать из пазушных почек стебля в конце февраля, бутонизация наступает в первой декаде мая, цветение – в начале июня, конец цветения и плодосозревание в первой декаде июля, диссеминация – во второй декаде августа. У растений вида *Ruta corsica* эти фенологические фазы наступают позже на 10-12 дней.

Изучение накопления эфирного масла в разные фазы вегетации показало, что у *Ruta corsica* наибольший выход эфирного масла наблюдался в фазу плодосозревания (I декада августа, перед раскрытием плодов) и составил 0,35% от сырой массы и 0,72% от

абсолютно сухой (48 % сухих веществ). У растений *Ruta graveolens* - в фазу массовой диссеминации (1 декада августа, открыты все плоды) и составил 0,41 % от сырой массы (41,4% сухих веществ), от абсолютно сухой массы 0,99%. Эфирное масло обоих образцов отличалось приятным пряно-кисловатым ароматом с розовыми и цветочными нотами. В работе Г.А Денисовой указывается, что максимальное количество эфирного масла у *Ruta graveolens*, накапливается на более ранних стадиях вегетации, в зеленых, достигших своего окончательного размера плодах [4], мы предполагаем, что эти различия связаны с агроклиматическими условиями выращивания растений.

Согласно литературным данным химический состав рутового масла весьма переменчив. Он зависит от сорта растения, степени его зрелости, места выращивания. Основными компонентами эфирного масла являются ундекан-2-он (50-60%) и нонан-2-он (до 20%) [1,2]. Результаты наших исследований показали, что в масле *Ruta graveolens* содержится 37 компонентов, 36 из них идентифицированы. Эфирное масло *Ruta corsica* включает в себя , 48 компонентов из них 46 идентифицированы. Основным компонентом эфирных масел обоих видов является алифатический кетон ундекан-2-он. В коллекционных растениях Никитского сада он накапливается в больших количествах и составляет у *Ruta graveolens* - 71,3%, у *Ruta corsica* 69,0%. (табл.1, рис.1). Доминантными компонентами масла также являются: нонан-2-он (13,0% и 15,3%), 2-ацетокситридекан (2,4% и 1,7%), 2-ацетокситетрадекан (3,7% и 2,6%). В качестве минорных компонентов присутствуют 1,8-цинеол, а также некоторые кумарины и монотерпеновые углеводороды. По литературным данным, ундекан-2-он представляет собой бесцветную жидкость с запахом, напоминающим запах апельсина. нонан-2-он имеет запах руты [15]. Высокое количество ундекан-2-она и низкое нонан-2-она определяет приятный аромат выделенных образцов руты.

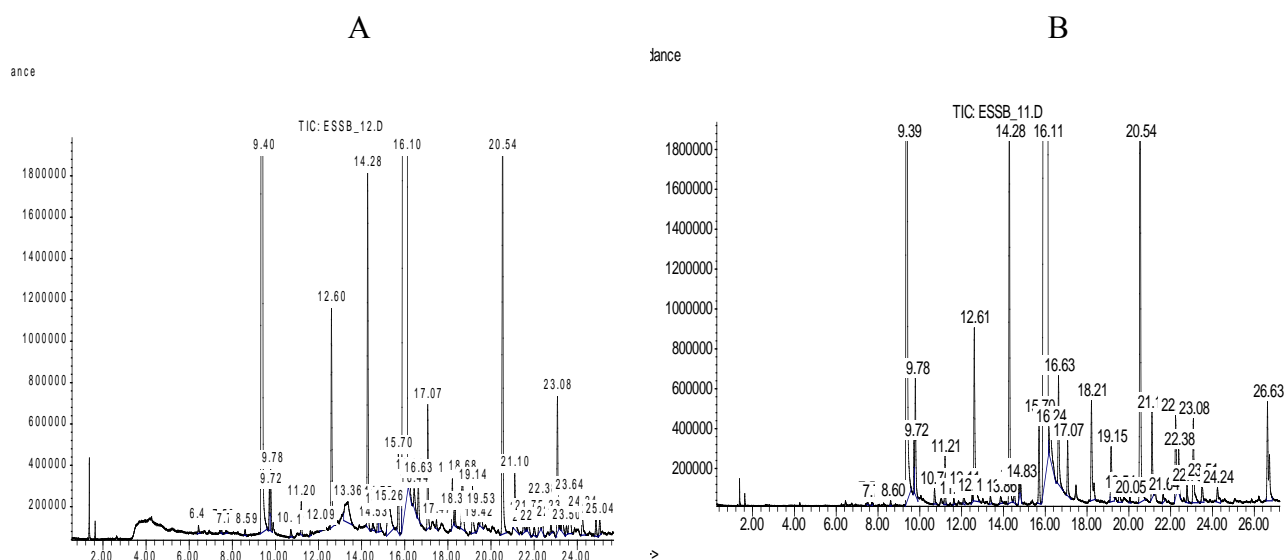
Таблица 1

Компонентный состав эфирных масел *Ruta graveolens* и *Ruta Corsica*

| Компоненты                        | Время выхода | Массовая доля основных компонентов в масле, % |                     |
|-----------------------------------|--------------|---|---------------------|
|                                   |              | <i>Ruta graveolens</i>                        | <i>Ruta corsica</i> |
| 1                                 | 2            | 3   | 4                   |
| Октан-2-он                        | 6.432        | -   | 0,04                |
| Р-цимен                           | 7.497        | 0,02  | 0,02                |
| 1,8-цинеол                        | 7.506        | 0,01  | 0,02                |
| Г-терпинен                        | 8.588        | 0,02  | 0,03                |
| <b>Нонан-2-он</b>                 | 9.391        | <b>12,97</b>                                  | <b>15,33</b>        |
| Нонаналь                          | 9.720        | 0,21  | 0,19                |
| Линалоол                          | 9.783        | 0,64  | 0,29                |
| Камфора                           | 10.717       | 0,08  | 0,04                |
| 1-метил-5,6-дивинил-1-циклогексен | 11.208       | 0,24  | 0,16                |
| 4-метил-октан-2-он                | 11.623       | 0,03  | 0,02                |
| Терпинен-4-ол                     | 12.093       | 0,09  | 0,03                |
| А-терпинеол                       | 12.507       | 0,04  | -                   |
| <b>Декан-2-он</b>                 | 12.607       | <b>1,14</b>                                   | <b>1,17</b>         |
| <b>2-ацетокситридекан</b>         | 14.280       | <b>2,35</b>                                   | <b>1,75</b>         |
| Метил-декан-2-он                  | 14.754       | 0,09  | 0,19                |
| Линалилформиат                    | 14.821       | 0,07  | 0,15                |
| <b>Ундекан-2-он</b>               | 16.102       | <b>71,27</b>                                  | <b>69,00</b>        |
| Карвакрол                         | 16.219       | 0,42  | 0,14                |
| Нонанилацетат                     | 16.634       | 0,69  | 0,22                |
| 2-деканолпропаноат                | 17.067       | 0,31  | 0,64                |

Продолжение таблицы 1

| 1   | 2             | 3           | 4           |
|---|---------------|-------------|-------------|
| Метилундекан-2-он                             | 18.208        | 0,73        | 0,27        |
| 2-ацетоксидодекан                             | 18.677        | -           | 0,51        |
| Додекан-2-он                                  | 19.147        | 0,47        | 0,33        |
| Аромандрен                                    | 19.539        | 0,09        | 0,15        |
| Транс-кариофилен                              | 20.053        | 0,03        | -           |
| <b>2-ацетокситетрадекан</b>                   | <b>20.540</b> | <b>3,73</b> | <b>2,61</b> |
| 2-пентадициловый эфир<br>валерьяновой кислоты | 21.104        | 0,52        | 0,39        |
| В-бисаболен                                   | 21.532        | -           | 0,10        |
| 2-фенилэтилпивалат                            | 21.641        | 0,05        | 0,01        |
| Неролидилацетат                               | 21.753        | -           | 0,12        |
| Пентадекан                                    | 22.011        | -           | 0,06        |
| Тридекан-2-он                                 | 22.236        | 0,56        | 0,25        |
| В-фарнезен                                    | 22.773        | 0,11        | 0,06        |
| 2-пропионилоксапентадекан                     | 23.079        | 0,59        | 0,76        |
| Транс-Z- $\alpha$ -бисаболенэпоксид           | 23.310        | -           | 0,15        |
| Геранилпропионат                              | 24.875        | -           | 0,11        |
| А-бисаболол                                   | 26.922        | -           | 0,15        |

Рис. 1 Хроматограммы эфирных масел: А – *Ruta graveolens*, В – *Ruta corsica*

### Выводы

Определен биохимический состав эфирного масла двух видов руты: *Ruta graveolens* и *Ruta corsica*, выделенных по органолептическим качествам, при интродукции в условиях ЮБК. Установлено, что основной компонент масла руты ундекан-2-он представлен в большем количестве 71,3% и 69,0%. Доминантными компонентами масла также являются: нонан-2-он (13,0% и 15,3%), 2-ацетокситридекан (2,4% и 1,7%), 2-ацетокситетрадекан (3,7% и 2,6%). Исследуемые образцы руты перспективны для промышленного выращивания, с целью получения эфирного масла с высоким содержанием основного компонента ундекан-2-она. Образец *Ruta graveolens* № 27203 перспективен для дальнейшего изучения и использования в селекционном процессе.

### Список литературы

1. Андон Т.М., Белова Н.В., Денисова Г.А. Исследование эфирного масла и кумариновых соединений *Ruta graveolens* L. выращенной в Молдавии // *Herba Hung.* – 1972. – Bd II, N. 2. – S. 21-25.
2. Андон Т.М., Денисова Г.А. Локализация кумариновых соединений в секреторных вместилищах *Ruta graveolens* L. // *Растит. Ресурсы.* – 1974. – Т. 10, Вып. 4. – С.528-540.
3. Важов В.И. Агроклиматическое районирование Крыма // *Сборник научных трудов Гос. Никит. ботан. сада.* – 1977. – Т. 71. – С. 92-120.
4. Денисова Г.А. Терпеноидсодержащие структуры растений / Отв. ред. А. Е. Васильев. – Л.: Наука, 1989. – 141 с.
5. Исиков В.П., Работягов В.Д., Хлыпенко Л.А., Логвиненко И.Е., Логвиненко Л.А., Кутько С.П., Бакова Н.Н., Марко Н.В. Интродукция и селекция ароматических и лекарственных культур. Методологические и методические аспекты. – Ялта: НБС-ННЦ, 2009. – 110 с.
6. Марко Н.В. Представители рода Рута (*Ruta* L.) в Никитском ботаническом саду // *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах (до 140-річчя створення Херсонського державного аграрного університету) : збірник тез доповідей міжнародної наукової конференції (20-22 червня 2014 р., м. Херсон).* – Херсон: Колос, 2014. – С. 73-74.
7. Машанов В.И., Покровский А.А. Пряно-ароматические растения. – М.: ВО «Агропромиздат», 1991. – 290 с.
8. Соединения и композиции для борьбы с вредителями: патент RU 2 477 045 С2; Заявка РСТ: US 2008/007826 (24.06.2008); Публикация заявки РСТ: WO 2009/002485 (31.12.2008)
9. Afaq Ahmad Malik, Showkat R. Mir, Javed Ahmad *Ruta graveolens* L. essential oil composition under different nutritional treatments // *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 13 (10): 1390-1395, 2013 ISSN 1818-6769 DOI: 10.5829/idosi.aejaes.2013.13.10.11248
10. Aguirre V Yela, Villarreal J Jimenez, Delgado V Rodriguez, Gavilanez P Quishpe Evaluation of the Antifungal Activity of Sulfur and Chitosan Nanocomposites with Active Ingredients of *Ruta graveolens*, *Thymus vulgaris* and *Eucalyptus melliodora* on the Growth of *Botrytis fabae* and *Fusarium oxysporum* // *Biology and Medicine*, 8:3,2016.
11. Gentile M.T. *Ruta graveolens* L. induces death of glioblastoma cells and neural progenitors, but not of neurons, via ERK 1/2 and AKT activation / M.T. Gentile, C. Ciniglia, M.G. Reccia, F. Volpicelli, M. Gatti, S. Thellung, T. Florio, M.A. Melone, L. Colucci-D'Amato // *Plos One*, 2015, Mar 18;10(3):e0118864. doi: 10.1371/journal.pone.0118864.
12. Jennings W., Shibamoto T. Qualitative analysis of Flavor and Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography // *Academic Press rapid Manuscript Reproduction.* – 1980. – 472 p.
13. Perera A.G.W.U., Karunaratne M.M.S.C. Efficacy of essential oil of *Ruta graveolens* leaves against *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) as a biorational pesticide in post-harvest pest management // *International Journal of Science, Environment and Technology*, Vol. 5, No 1, 2016, 160 – 166 ISSN 2278-3687
14. Singh M.P., Panda H. Medicinal Herbs with Their Formulations // *Delhi:Daya Publishing House*, 2005. - 2 Vol.-pp: 732-736.
15. Альдегиды [http:// helpiks.org/5-36933.html](http://helpiks.org/5-36933.html)

Статья поступила в редакцию 20.11.2017 г.

**Marko N.V. The component composition of essential oil *Ruta graveolens* L. and *Ruta corsica* D.C., introduced on the Southern Coast of the Crimea // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2017. – № 125. – P. 92–97.**

The article presents the results of the introduction study of two samples of the *Ruta* L. of the FSFIS «The Nikita Botanical Gardens - National Scientific Center of RAS» collection. In the source material the following characteristics were studied: the phenology, the mass fraction of essential oil, the component composition of essential oil. One highly productive sample of plants of the genus *Ruta* was isolated. The chromatograms of the essential oil of the samples under study are given in the article.

**Key words:** *Ruta*; essential oil; essential oil component composition

УДК 634.37:577.19

## СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПЛОДАХ ДВУХ СОРТОВ ИНЖИРА КОЛЛЕКЦИИ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

**Надежда Юрьевна Марчук, Елена Викторовна Дунаевская,  
Елена Леонидовна Шишкина**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита  
neka-m@yandex.ru

Установлено, что плоды инжира сорта Лардаро характеризуются высоким содержанием пектиновых веществ, фенольных соединений и эссенциальных элементов.

**Ключевые слова:** *инжир; сахара; аскорбиновая кислота; пектиновые вещества; фенольные вещества*

### Введение

Инжир (*Ficus carica* L.) издавна является широко культивируемым растением. Плоды инжира употребляются как свежими, так и сушеными, консервированными и засахаренными. Они являются компонентом средиземноморской диеты. Этот тип диеты считается одним из самых здоровых и способствует долголетию [22, 23].

Инжир – отличный источник минералов, витаминов и пищевых волокон; не содержит жиров и холестерина и характеризуется большим количеством аминокислот [20, 21, 22].

Инжир является прекрасным источником фенольных соединений, таких как проантоцианидины. Красное вино и чай – два наиболее известных источника фенольных соединений – по этому показателю уступают плодам инжира [20]. Также в инжире выше уровень количества клетчатки, калия, кальция и железа, чем в таких распространенных фруктах, как бананы, виноград, апельсины, клубника и яблоки [23]. В плодах инжира содержатся до 88,9 % сухих веществ, 20% сахаров, 0,5% органических кислот, 2,8% аскорбиновой кислоты [4, 9, 15, 16, 18, 26].

Недостаток в рационе питания населения минеральных веществ, витаминов и других соединений, обладающих антиоксидантными свойствами, является общей проблемой для многих стран мира, в том числе для России. Поэтому одной из важных задач специалисты по питанию считают обогащение рациона населения биологически активными веществами (БАВ), дефицит которых небезопасен для здоровья [14]. Медицинские исследования, проводимые в последние годы, свидетельствуют о наличии различного рода заболеваний, связанных с недостатком в пище важных