

Состав эфирного масла у *Monarda fistulosa* L., пораженной мучнисто-росяным грибом *Golovinomyces biocellatus* (Ehreb.) Gel.

ВАЛЕРИЙ ДМИТРИЕВИЧ РАБОТЯГОВ
ВЛАДИМИР ПАВЛОВИЧ ИСИКОВ
НАДЕЖДА СЕРГЕЕВНА ОВЧАРЕНКО
ОКСАНА ВЛАДИМИРОВНА ЛОПОТОВА

РАБОТЯГОВ В.Д., ИСИКОВ В.П., ОВЧАРЕНКО Н.С., ЛОПОТОВА О.В., 2010: **Склад ефірної олії у *Monarda fistulosa* L., ураженої борошністоросяним грибом *Golovinomyces biocellatus* (Ehreb.) Gel.** Чорноморськ. бот. ж., Т. 6, № 3: 373-377.

Був досліджений склад ефірної олії у здорових рослин *Monarda fistulosa* та в рослин, уражених *Golovinomyces biocellatus* (Erysiphales). Визначено 35 терпенових сполук. Вміст карвакрола і тимолу в здорових рослинах складає 45% і 2% відповідно. У рослин, уражених *Golovinomyces biocellatus*, вміст карвакролу знижується до 4%, а кількість тимолу зростає до 62%.

Ключові слова: грибовий патоген, *Monarda fistulosa*, терпени, тимол, карвакрол, ефірна олія, борошніста роса

RABOTYAGOV V.D., ISIKOV V.P., OVCHARENKO N.S., LOPOTOVA O.V., 2010: **Composition of essential oils from *Monarda fistulosa* L affected by the fungal pathogen *Golovinomyces biocellatus* (Erysiphales).** Chornomors'k. bot. z., Vol. 6, № 3: 373-377.

The composition of essential oils from *Monarda fistulosa* has been studied in healthy plants and in plants affected by the fungal pathogen, *Golovinomyces biocellatus* (Erysiphales). 35 terpene combinations have been identified. The contents of carvacrol and thymol in healthy plants are 45% and 2% respectively. In plants damaged by *Golovinomyces biocellatus*, the content of carvacrol decreases to 4% and quantity of thymol increases up to 62%.

Keywords: fungal pathogen, *Monarda fistulosa*, terpenes, thymol, carvacrol, essential oil, mildew

РАБОТЯГОВ В.Д., ИСИКОВ В.П., ОВЧАРЕНКО Н.С., ЛОПОТОВА О.В., 2010: **Состав эфирного масла у *Monarda fistulosa* L., пораженной мучнисто-росяным грибом *Golovinomyces biocellatus* (Ehreb.) Gel.** Черноморск. бот. ж., Т. 6., № 3: 373-377.

Был изучен состав эфирных масел в здоровых растениях *Monarda fistulosa*, а также в растениях, зараженных *Golovinomyces biocellatus* (Erysiphales). Было определено 35 терпеновых соединений. Содержание карвакрола и тимолу в здоровых растениях составляло 45% и 2% соответственно. У растений, пораженных *Golovinomyces biocellatus*, содержание карвакрола снижается до 4%, а количество тимолу увеличивается до 62%.

Ключевые слова: грибовый патоген, *Monarda fistulosa*, терпены, тимол, карвакрол, эфирное масло, мучнистая роса

Монарда дудчатая – *Monarda fistulosa* L. – относится к семейству *Lamiaceae*, ее род насчитывает около 100 видов. Естественно произрастает на восточном побережье Северной Америки. Холодостойкое растение, нетребовательно к почвам, предпочитает открытые солнечные места, хорошо растет на влажных почвах. В условиях Южного берега Крыма это травянистое поликарпическое растение с многочисленными побегами. Стебли многочисленные, прямостоячие, достигают 65-120 см в высоту.

Весеннее отрастание начинается во второй половине февраля – начале марта, наиболее активный рост происходит в мае-июне. Во время массового цветения он практически прекращается. Листья простые, супротивные, широко-ланцетной формы, зубчатые, опушенные тонкими волосками. Массовое цветение наступает в первой половине июля, цветки мелкие, соединены в пазушные ложные мутовки, окруженные красноватыми прицветниками. Цветки сиреневого цвета, собранные в компактные шаровидные головки, расположенные на концах основного и бокового пазушных побегов. На каждом цветоносном стебле расположено от пяти до девяти соцветий диаметром 5-7 см. В каждом соцветии от 190 до 260 цветков. Плодоношение наблюдается в августе, плоды состоят из 4 мелких орешков темного цвета. Общая продолжительность вегетационного периода колеблется от 174 до 178 дней.

Как эфиромасличное растение *Monarda fistulosa* стала культивироваться в Европе в начале XIX века. В настоящее время она используется как декоративное, пряно-ароматическое и лекарственное растение. В листьях и цветках содержится эфирное масло очень сложного состава, которое обладает бактерицидной активностью, используется при лечении бронхиальной астмы, хронического бронхита, трахеита, оказывает сильное противовоспалительное действие и имеет ярко выраженные антимикотические свойства. В монарде дудчатой обнаружены вещества, усиливающие иммунную систему организма [МАШАНОВ, АНДРЕЕВА и др., 1988; ЛИБУСЬ, РАБОТЯГОВ и др., 2004; БАГАТУРИЯ, 2005].

В Никитском ботаническом саду культивируется 15 видов рода *Monarda*. Из изученных в культуре видов, для Южного берега Крыма особый интерес представляет *Monarda fistulosa*. Выделены ее высокопродуктивные сорта и формы с гармоничным цветочно-пряным запахом и тимьяновым и цитрусовым тонами. В культуре *Monarda fistulosa* может сильно поражаться мучнистой росой, что заметно снижает выход эфирного масла.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в Никитском ботаническом саду в 2009 году. Материалом для изучения служили растения *Monarda fistulosa* сорта 'Премьера' вегетативно размноженные (делением куста). Возраст изучаемых растений составлял 3 года. Растения высажены на коллекционном участке с площадью питания 70 x 30 см. В фенофазе «массовое цветение» со здоровых и пораженных мучнистой росой особей проводили срезку всей надземной части растения и определяли выход эфирного масла и его компонентный состав. Массовую долю эфирного масла в сырье определяли методом гидродистилляции на аппаратах Клевенджера [ЕРМАКОВ, 1962; ГОРЯЕВ, ПЛИВА, 1962]. Компонентный состав эфирного масла исследовали на хроматографе Agilent Technology 6890N с масс-спектрометрическим детектором 5973N. Условия анализа: хроматографическая колонка кварцевая, капиллярная HP 5MS. Температура испарителя 250 градусов. Газ-носитель – гелий. Скорость газа носителя 1 мл/мин. Ввод пробы с делением потока 1/50. Температура термоса 50 градусов с программированием 3 градусов/мин до 220 градусов. Температура детектора и испарителя 250 градусов. Компоненты эфирных масел идентифицировали по результатам сравнения полученных в процессе хроматографирования масс-спектров химических веществ, входящих в исследуемые смеси, с данными библиотеки масс-спектров NIST02 (более 174 000 веществ). Индексы удерживания компонентов рассчитывали по результатам контрольных анализов эфирных масел с набором нормальных алканов [JENNINGS, SHIVAMOTO, 1980].

Результаты исследований

При фитопатологическом обследовании коллекционных растений рода *Monarda*, среди здоровых растений вида *Monarda fistulosa* сорта 'Премьера' были выявлены и

особи, пораженные мучнисто-росяным грибом *Golovinomyces biocellatus* (Ehreb.) Gel. Первые признаки поражения были отмечены еще в фенофазе “цветение”. Слабый паутинистый налет тогда фиксировался только на верхней стороне листьев. Развитие гриба по растению протекало быстро, до окончания цветения все растение (листья, побеги, плоды) было поражено мучнисто-росяным грибом. Гриб вызывает патологические изменения вегетативных органов, в местах его развития появляются бурые пятна, которые вскоре сливаются и образуется один сплошной участок поражения. Пораженные листья становятся мелкими, недоразвитыми. В фенофазе “плодоношение” сплошной белый войлочный налет наблюдается на верхней и нижней стороне листьев, побегах, цветоносных черешках. При сильном поражении листья буреют, приобретают серо-зеленый цвет и преждевременно отмирают.

В Украине гриб *Golovinomyces biocellatus* отмечен на некоторых представителях семейства *Lamiaceae*, в частности на видах *Ajuga*, *Hyssopus*, *Lycopus*, *Mentha*, *Nepeta*, *Salvia*, *Thymus* [ГЕЛЮТА, 1989]. В Крыму выявлен в Предгорной зоне и на Южном берегу на таких видах, как *Monarda fistulosa* L., *M. didyma* L., *Mentha aquatica* L., *M. longifolia* (L.) Huds., *M. piperita* L., *Hyssopus officinalis* L., *Thymus vulgaris* L. На *Monarda fistulosa* гриб встречается только в конидиальной стадии *Oidium*.

До настоящего времени оставался невыясненным вопрос, как влияет мучнистая роса на компонентный состав эфирного масла, в связи с чем возникла необходимость изучения биохимического состава эфирного масла у растений, пораженных мучнистой росой. О влиянии некоторых групп микроорганизмов на метаболизм терпеновых соединений отмечается в некоторых исследованиях. Так, в дрожжевой клетке цитраль восстанавливается до гераниола. Некоторые расы грибов из рода *Penicillium* превращают цитронеллол и пулегон в ментол [НИКОЛАЕВ, 1972].

Хроматографический анализ эфирного масла монарды дудчатой позволил идентифицировать 35 терпеновых соединений, в таблице представлены 20 основных компонентов эфирного масла *Monarda fistulosa* (табл. 1).

Таблица 1
Изменчивость компонентного состава эфирного масла у растений *Monarda fistulosa*, пораженных мучнисто-росяным грибом *Golovinomyces biocellatus* (2009 г.)

Table 1
Variability in essential oils in *Monarda fistulosa* damaged by the fungus *Golovinomyces biocellatus* (2009)

Компонент	Массовая доля терпеноида в эфирном масле, в %		Компонент	Массовая доля терпеноида в эфирном масле, в %	
	здоровый	пораженный		здоровый	пораженный
α-туйон	1,40	0,22	α-терпинеол	0,41	0,19
1-октен-3-ол	2,92	2,18	метилкарвакрол	14,43	6,69
мирцен	1,69	0,70	линалилацетат	0,69	-
α-фелландрен	0,24	0,45	гераниол	0,41	0,15
пара-цимен	6,84	10,12	тимол	2,18	62,81
γ-терпинен	10,14	1,10	карвакрол	45,50	3,75
линалоол	3,62	1,37	нерилацетат	0,37	-
борнеол	0,27	0,23	геранилацетат	0,95	-
терпинен-4-ол	0,41	0,54	тимогидрохинон	0,18	2,57
α-терпинен	1,79	0,63	β-фелландрен	0,65	0,45

Эфирное масло *Monarda fistulosa* состоит из углеводов (α-пинен, мирцен, α-терпинеол, α-туйон), спиртов (линалоол, борнеол, нерол, гераниол), фенолов (карвакрол, тимол) и эфиров (линалилацетат, геранилацетат, нерилацетат). Основными компонентами эфирного масла изучаемого сорта монарды дудчатой являются тимол, карвакрол, метилкарвакрол, пара-цимен, γ-терпинен.

Abundance

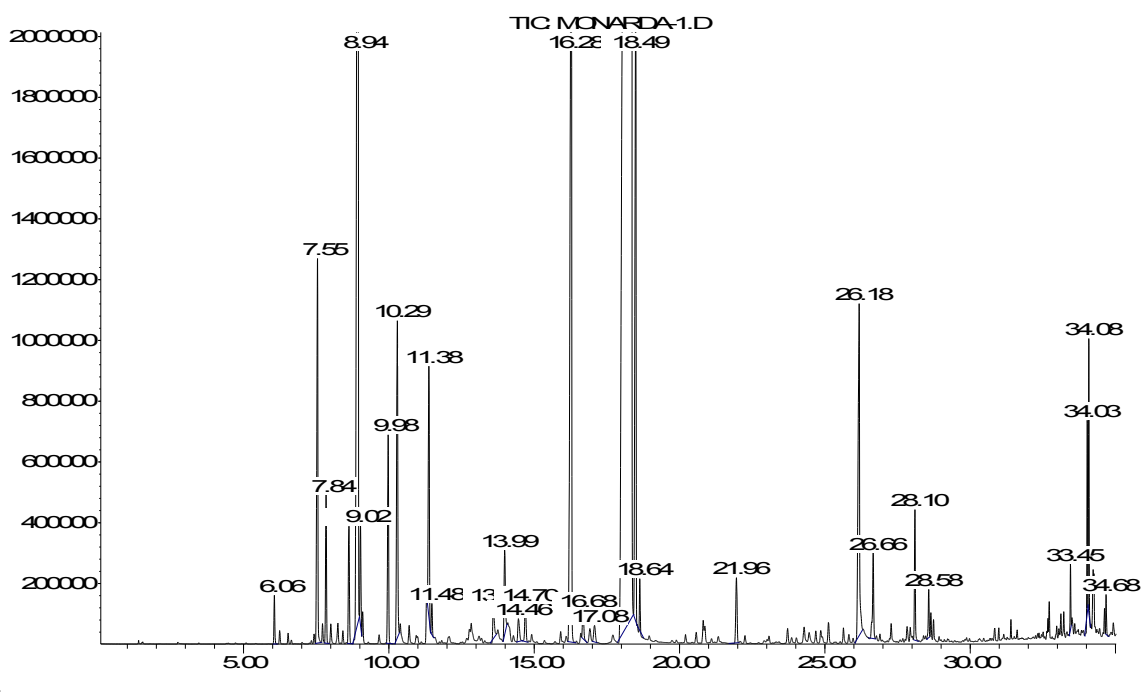


Рис. 1. Хроматограмма эфирного масла *Monarda fistulosa*, пораженных мучнисто-росяным грибом *Golovinomyces biocellatus* (2009 год).

Fig. 1. Chromatogram of essential oils from *Monarda fistulosa* damaged by the fungus *Golovinomyces biocellatus* (2009).

Abundance

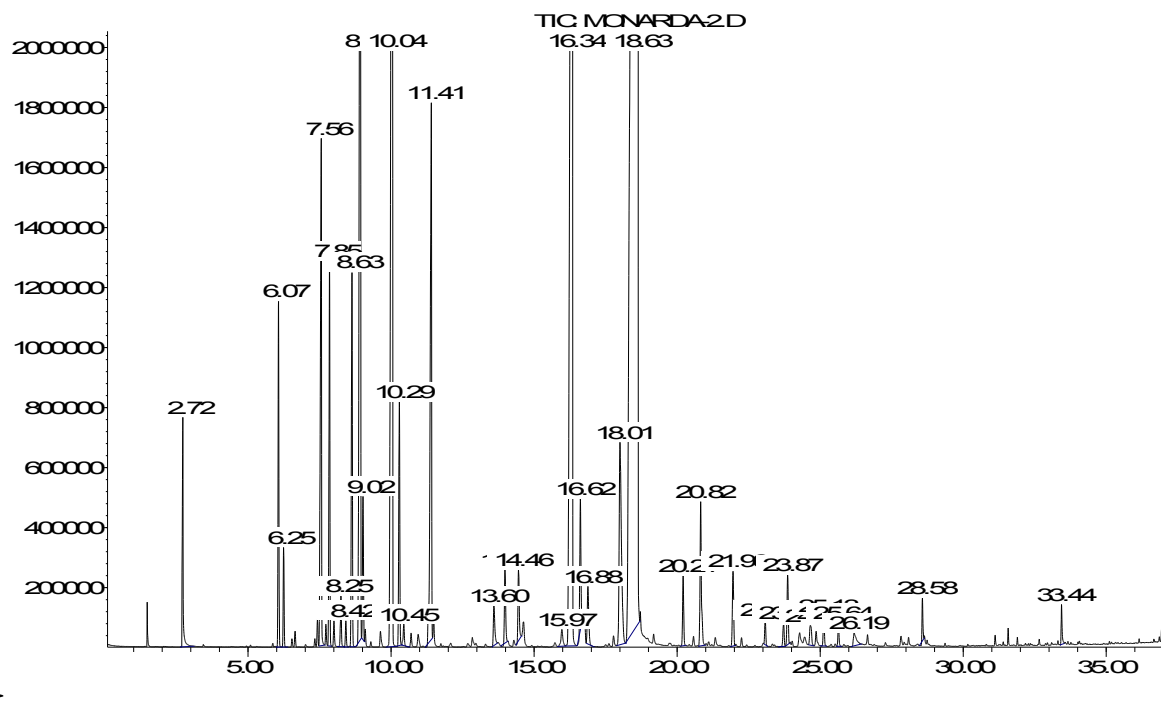


Рис. 2. Хроматограмма эфирного масла неинфицированной *Monarda fistulosa*.

Fig. 2. Chromatogram of essential oils from non-infected *Monarda fistulosa*.

Суммарное содержание этих терпеновых соединений составляет не менее 80%. Сравнительный анализ эфирного масла здоровых и пораженных мучнистой росой растений показал, что у пораженных особей биосинтез α -туйона в 6 раз ниже, чем у здоровых растений, и составляет соответственно 0,22% против 1,39% (рис. 1, 2). Ниже и биосинтез мирцена в 2,5 раза по сравнению со здоровыми растениями (0,70% против 1,68%). Однако, у пораженных растений массовая доля пара-цимена выше и составляет 10,11%, в то время как у здоровых растений она ниже – 6,84%. Биосинтез γ -терпинена у здоровых растений составляет 10,13%, у пораженных всего 1,09%. Значительно ниже и массовая доля линалоола, соответственно 1,37% против 3,62%. Меньшее количество метилкарвакрола (6,68%) накапливается у пораженных растений, по сравнению со здоровыми (14,43%).

Массовая доля эфирного масла у здоровых особей *Monarda fistulosa* составляет около 1,0% от сырой массы. У пораженных мучнистой росой растений она не превышает 0,5%, то есть в два раза снижается его продуктивность. Если рассматривать селекционный аспект этого вопроса, в частности ведение селекции *Monarda fistulosa* на получение тимольной формы, то благодаря мучнистой росе этот показатель увеличивает долю этого компонента до 30 раз. Целесообразно этот вопрос изучить и на других видах этого рода.

Выводы

Сравнительное изучение компонентного состава эфирного масла у здоровых и пораженных мучнистой росой растений *Monarda fistulosa* на примере сорта 'Премьера' показало, что у больных и здоровых растений наблюдаются большие различия в биосинтезе таких терпеновых соединений, как углеводороды, спирты, эфиры и фенолы. У здоровых растений биосинтез идет в сторону накопления карвакрола (45,49%), а массовая доля тимола в эфирном масле составляет всего 2,17%. Совсем иная картина наблюдается у пораженных грибом *Golovinomyces biocellatus* (Ehreb.) Gel. особей. Здесь биосинтез карвакрола блокируется и весь процесс идет в сторону образования тимола – 62,81%, а карвакрола образуется всего 3,75%. Что касается биосинтеза сложных эфиров, таких как линалилацетат, нерилацетат, борнилацетат, то их биосинтез отмечен только у здоровых растений, у пораженных он не наблюдается.

Список литературы

- БАГАТУРИЯ Н.Ш. Эфирные масла лекарственных и пряно-ароматических растений. – Тбилиси, «Параграф», 2005. – 312 с.
- ГЕЛЮТА В.П. Флора грибов Украины. Мучнисторосые грибы. – К.: Наукова думка, 1989. – 256 с.
- ГОРЯЕВ М., ПЛИВА И. Методы исследования эфирных масел. – Алма-Ата: Изд. АН Каз. ССР, 1962. – 752 с.
- ЕРМАКОВ А.И. и др. Методы биохимического исследования растений. – М.-Л., 1962. – 520 с.
- ЛИБУСЬ О.К., РАБОТЯГОВ В.Д., КУТЬКО С.П., ХЛЫПЕНКО Л.А. Эфиромосличные и пряно-ароматические растения – Херсон: Айлант, 2004. – 272 с.
- МАШАНОВ В.И., АНДРЕЕВА Н.Ф., МАШАНОВА Н.С., ЛОГВИНЕНКО И.Е. Новые эфиромасличные культуры. – Симферополь: Таврия, 1988. – 160 с.
- НИКОЛАЕВ А.Г. О биологической роли компонентов эфирных масел // IV Международный конгресс по эфирным маслам. – М.: Пищепромиздат, 1972. – Т.2. – С.130-136.
- JENNINGS W., SHIVAMOTO T. Qualitative analysis of flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography. – № 4. – Academie Press, 1980. – 380 p.

Рекомендуе до друку
М.Ф. Бойко

Отримано 19.05.2010 р.

Адреси авторів

В.Д. Работягов, В.П. Исиков, Н.С. Овчаренко,
О.В. Лопотова
Никитский ботанический сад-Национальный
научный центр НААН,
пгт. Никита г. Ялта
АР Крым, 98648
Украина
nbs-nnc@yandex.ru

Author's address:

V.D. Rabotyagov, V.P. Isikov, N.S. Ovcharenko,
O.V. Lopotova
The Nikita Botanical Garden-
National Scientific Centre,
Yalta,
Crimea, 98648,
Ukraine
e-mail: nbs-nnc@yandex.ru