

УДК 581.135.51:504.5

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ НА КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*ORIGANUM VULGARE* L.)

© 2014 О.В. Шелепова, Т.В. Воронкова, В.В. Кондратьева, Л.С. Олехнович

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва

Поступила в редакцию 30.04.2014

Изучали изменение содержания и состава эфирного масла душицы обыкновенной при антропогенном загрязнении среды. Отмечено увеличение общего содержания сесквитерпенов и снижение монотерпенов при росте отдельных компонентов (α -пинена, сабинена, лимонена, гермакрена D, β -кариофиллена).

Ключевые слова: душица обыкновенная, эфирное масло, антропогенное загрязнение среды

Широкое использование эфирного масла лекарственных растений в ряде отраслей промышленности требует тщательного анализа его качественного состава. Известно, что под воздействием абиотического стресса (техногенного загрязнения, механических повреждений и т.д.) увеличивается общий выход эфирного масла на единицу веса и изменяется его компонентный состав [1-3]. Так, анализ эфирного масла пижмы обыкновенной из загрязненных районов промзоны выявил более 85% специфичных компонентов. Кроме того, масло содержало в 9 раз больше токсических компонентов по сравнению с эфирными маслами растений из чистых районов [1]. Изучение реакции хвойных растений на действие поллютантов показало, что изменение содержания терпеновых соединений, в частности монотерпенов, позволяют считать их маркерами стрессовых метаболических процессов в растении [4].

Цель работы: изучение изменения содержания и состава эфирного масла душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) под действием техногенного загрязнения.

Материалы и методы исследования. Для проведения исследования в 2012 г. в Дмитровском районе Московской области были заготовлены образцы сырья дикорастущей душицы обыкновенной из популяций на экологически

чистой (№ 1) и загрязненной (№2 – у автомобильной трассы со средней и №3 – с высокой степенью интенсивности движения) территориях. Растения срезали в фазу бутонизации и начала цветения. Из подвяленного материала методом дистилляции получали эфирное масло. Состав эфирных масел определяли с помощью хроматографа Agilent Technology 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973, колонка HP-1 длиной 30 м, внутренний диаметр – 0,25 мм. Температура термостата программировалась от 50°C до 250°C со скоростью 4°C/мин. Температура инжектора 250°C, газ носитель – гелий, скорость потока 1 см³/мин. Перенос от газового хроматографа к масс-спектрометрическому детектору прогревался до 230°C. Температура источника поддерживалась на уровне 200°C. Электронная ионизация проводилась при 70 eV в ранжировке масс m/z от 29 до 450. Идентификация выполнялась на основе сравнения полученных масс-спектров с данными библиотеки NIST 05-WILEY (около 500000 масс-спектров). Анализ микроэлементов (Fe, Zn, Cu, Ni, Pb, Cd) проводили в воздушно сухом материале методом атомно-адсорбционной спектрометрии согласно ГОСТ 27262-97. Аналитическая повторяемость опытов 3-х кратная. Полученные результаты статистически обработаны и использованием стандартной программы Microsoft Excel.

Обсуждение результатов. Душица обыкновенная – евроазиатский вид, широко распространена в европейской части России (кроме Арктики), на Украине, Кавказе и в Южной Сибири. В фармакологии траву душицы используют в виде настоев, она входит в состав сборов. Препараты и настой душицы назначают при бронхитах, при гастритах для усиления секреции желудка, при энтероколитах для улучшения

Шелепова Ольга Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: shelepova-olga@mail.ru

Воронкова Татьяна Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: lab-physiol@mail.ru

Кондратьева Вера Валентиновна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Олехнович Людмила Сергеевна, младший научный сотрудник

работы пищеварительного тракта, при холециститах и дискинезии желчевыводящих путей. Также ее используют при бессоннице, нервных расстройствах и как противосудорожное средство. Комплексные средства на основе душицы обыкновенной обладают антимикробным, противовоспалительным, седативным действием,

используются для профилактики и лечения заболеваний печени и желчевыводящих путей [5].

Количественное содержание отдельных минеральных элементов в надземной части *O. vulgare* L. отражает специфику поглощенных растениями загрязнений (табл. 1). Особенно отчетливо оно проявляется при сопоставлении вклада таких элементов как Cd, Pb, Cu и Zn.

Таблица 1. Содержание отдельных элементов в надземной части *O. vulgare* L. из экологически различающихся популяций, мг/кг воздушно-сухого материала.

Популяции	Fe	Zn	Cu	Ni	Pb	Cd
№ 1	1160,42	153,09	17,16	4,27	5,01	0,27
№ 2	520,81	202,54	19,26	6,20	7,98	0,52
№ 3	488,60	262,04	23,28	8,16	14,77	0,74

Так, надземная часть душицы из чистой популяции содержит почти в 3 раза меньше кадмия и в 2 раза свинца по сравнению с загрязненными растениями, где их концентрация также различна и зависит от степени техногенной нагрузки. И хотя в образцах № 2 и № 3 содержание практически всех элементов возрастает, но накопления их выше ПДК не зафиксировано, что позволяет использовать траву душицы в фармакопее для настоев и сборов.

Более чувствительных реакций влияния загрязнения окружающей среды на состояния растений является изменение содержания и состава эфирного масла. Проведенные исследования показали, что растения из экологически чистого района содержали 0,13% эфирного масла. Его содержание возросло (до 0,19%) в растениях популяции №2 и снизилось до 0,07% в популяции № 3. При среднем уровне загрязнения атмосферы включается механизм образования защитных, в том числе терпеноидных веществ, что обуславливает повышение их запасов. Их синтез обеспечивается преимущественно за счет утилизации находящихся в растении простых и

сложных углеводов [3]. Растения популяции №2 (среднее загрязнение) на 46% богаче эфирным маслом по сравнению с растениями популяции №1. Активизация его биосинтеза связана с необходимостью противодействия растительного организма негативному воздействию внешних факторов. Однако потенциальные возможности адаптации организма не безграничны. Этим, в частности, можно объяснить снижение запасов эфирного масла в растениях сильно загрязненного района, что связано со снижением интенсивности биосинтеза фитоорганических веществ из-за загрязнения атмосферы. Не менее чувствительным индикатором аэротехногенного загрязнения воздушной среды служит варьирование компонентного состава эфирного масла ассимиляционного аппарата растений. По-видимому, оно обусловлено некоторым изменением метаболизма, возникающим в растении под влиянием аэротехногенных выбросов. В составе эфирного масла душицы обыкновенной из 3 популяций обнаружено 136 компонентов, идентифицировано 34 (табл. 2).

Таблица 2. Состав эфирного масла надземной части *O. vulgare* L. из экологически различающихся популяций, % от суммы компонентов

Состав эфирного масла	Популяция № 1	Популяция № 2	Популяция № 3
1	2	3	4
монотерпены			
α-туйен	0,23	0,37	0,23
α-пинен	0,65	1,04	1,40
β-пинен	1,12	1,66	1,70
камфен	-	0,36	1,35
сабинен	7,87	10,92	9,51
мирцен	4,66	3,15	2,71
α-терпинен	0,51	0,81	0,53
пара-цимен	0,33	0,22	0,52
лимонен	0,43	1,31	0,68
транс-оцимен	13,22	7,39	11,15

Продолжение таблицы 2			
1	2	3	4
цис-оцимен	21,83	21,63	16,31
γ-терпинен	1,17	1,93	1,18
терпилен	-	0,26	0,28
сумма монотерпенов	52,02	52,05	47,55
сесквитерпены			
β-бурбонен	0,19	-	0,36
β-кариофиллен	9,59	9,82	15,68
гумулен	0,90	0,91	1,40
аромадендрен	0,38	-	-
гермакрен D	10,69	10,34	11,35
бициклогермакрен	4,41	4,44	4,57
β-бисаболен	0,42	0,91	-
δ-кадинен	1,54	1,00	1,40
1,6-гермакрадиен-5-ол	1,24	1,59	0,64
кариофилленоксид	-	0,55	1,44
эпи-γ-мууролол	1,39	0,94	1,47
α-кадинол	2,46	2,60	2,42
сумма сесквитерпенов	33,22	33,10	41,73
сумма терпенов	85,24	85,15	89,28
производные терпенов			
1,8-цинеол	9,26	9,44	7,69
линалоол	2,84	2,70	0,59
борнеол	-	0,28	0,40
терпинен-4-ол	1,00	0,82	1,08
α-терпинеол	1,21	1,36	0,66
тимол	0,23	-	-
сумма производных терпенов	14,54	14,6	10,42

Состав эфирного масла душицы обыкновенной из экологически чистой популяции (№ 1) представлен в основном монотерпенами (13) и сесквитерпенами (12 компонентов). Основными компонентами эфирного масла являются: монотерпены – цис-(21,83%) и транс- (13,22%) оцимены, сабинен (7,87%), мирцен (4,66%); сесквитерпены – гермакрен D (10,69%), β-кариофиллен (9,59%), бициклогермакрен (4,41%) и α-кадинол (2,46%); кислородсодержащие компоненты – 1,8-цинеол (9,26%) и линалоол (2,84%). Характерный для эфирного масла душицы спатуленол появляется только в составе масла, полученного из воздушно-сухого материала растений – 3,46%.

В качественном составе эфирных масел растений из экологически неблагополучных популяций произошли изменения в сторону снижения содержания монотерпенов и производных терпенов и увеличения сесквитерпенов. Отмечалось перераспределение массовой доли в составе терпенов – загрязнение атмосферы вызвало рост содержания α-пинена, сабинена, лимонена, гермакрена D и β-кариофиллена, снижение – мирцена, транс- и цис-оцименов, 1,8-цинеола и линалоола. Помимо этого в составе масла растений из популяций № 2 и № 3 появились новые компоненты, такие, как камфен, борнеол, терпилен,

кариофилленоксид и не обнаружены компоненты, характерные для эфирного масла душицы [5] – тимол и спатуленол.

Выводы: под влиянием абиотического стресса (загрязнения окружающей среды) у растений душицы обыкновенной наблюдалось увеличение на 46% содержания эфирного масла при средней степени нагрузки и снижение на 44% при высокой степени антропогенной нагрузки по сравнению с растениями из экологически чистой популяции. При этом надземная часть *O. vulgare* L. из загрязненных популяций содержала почти в 3 раза больше кадмия и в 2 раза свинца. В качественном составе эфирных масел растений из экологически неблагополучных популяций зафиксировано снижение содержания монотерпенов и их производных и увеличения сесквитерпенов. Кроме того, отмечено перераспределение массовой доли в составе терпенов: рост содержания α-пинена, сабинена, лимонена, гермакрена D, β-кариофиллена; снижение – мирцена, транс- и цис-оцименов, 1,8-цинеола, линалоола; появление новых компонентов – камфена, борнеола, терпилена, карофилленоксида; отсутствие тимол и спатуленола.

Работа выполнена при поддержке программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Stevović, S.* Correlation Between Environment and Essential Oil Production in Medical Plants // *S. Stevović, D. Čalić-Dragosavac, V.S. Mikovilović et al.* // *Environmental Biology*. 2011. V. 5(2). P. 465-468.
2. *Марчук, Н.Ю.* Влияние антропогенного загрязнения среды на содержание и состав эфирного масла *Cupressus sempervires L.* / *Н.Ю. Марчук, В.Н. Ежов* // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». 2011. Том 24 (63), № 4. С. 151-155.
3. *Сотникова, О.В.* Эфирные масла сосны как индикатор загрязнения среды / *О.В. Сотникова, Р.А. Степень* // *Химия растительного сырья*. 2001. №1. С. 79-84.
4. *Фуксман, И.Л.* Биохимические реакции *Pinus sylvestris L.* на действие стрессовых факторов // *Растительные ресурсы*. 2002. Т. 38, вып. 2. С. 126-134.
5. *Мирович, В.М.* Исследование качественного состава эфирного масла душицы обыкновенной, произрастающей в восточной Сибири / *В.М. Мирович, Т.А. Коненкина, Г.М. Федосеева, Н.Н. Головных* // *Химия растительного сырья*. 2008. №2. С. 61-64.

**INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL ANTHROPOGENOUS
POLLUTION ON QUALITATIVE COMPOSITION OF
ESSENTIAL OIL FROM *ORIGANUM VULGARE L.***

© 2014 O.V. Shelepova, T.V. Voronkova, V.V. Kondratyeva, L.S. Olekhnovich

Main Botanical Garden named after N.V. Tsytin RAS, Moscow

Studied change of contents and composition of essential oil from *Origanum vulgare L.* at environmental anthropogenous pollution. The increase in total contents of sesquiterpenes and decrease in monoterpenes is noted with a growth of separate components (α -pinene, Sabine, limonene germakrene D, β -caryophyllene).

Key words: *Origanum vulgare L.*, essential oil, environmental anthropogenous pollution

Olga Shelepova, Candidate of Biology, Senior Research Fellow. E-mail: shelepova-olga@mail.ru
Tatiana Voronkova, Candidate of Biology, Senior Research Fellow. E-mail: lab-physiol@mail.ru
Vera Kondratyeva, Candidate of Biology, Senior Research Fellow
Lyudmila Olekhnovich, Minor Research Fellow