

Paliy A.Ye., Paliy I.N., Marko N.V., Rabotyagov V.D. Biologically active substances of *Nepeta cataria* L. // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2016. – № 118. – P. 37-44.

Qualitative and quantitative composition of biologically active substances in aqueous-ethanol extracts of *Nepeta cataria* L. was investigated in terms of the research.

Volatile compound composition in *N. cataria* water-ethanol extract was determined as well.. The main components of extract are nepetalactone, citronellol and geranal.

Content of phenolic compounds was also revealed in aqueous-ethanol extract of *N. cataria*. Apigenin glycosides, luteolin and hydroxycinnamic acids – chlorogenic acid isomers were identified in the extract.

New specimen of *N. cataria* is possible to use as a source of biologically active substances for production of medicine, cosmetics and foods.

Key words: *Nepeta cataria*; *essential oil aqueous-ethanol extract*; *volatile compounds*; *phenol substances*.

УДК 582.998.1:577.19(477.75)

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ВОДНО-ЭТАНОЛЬНОГО ЭКСТРАКТА СОРТООБРАЗЦА *TAGETES SIGNATA* BARTL. № 13152-8 ‘ВЕТВИСТЫЙ’ КОЛЛЕКЦИИ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

**Гурий Викторович Корнильев, Анфиса Евгеньевна Палий,
Валерий Дмитриевич Работягов, Сергей Александрович Феськов**

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

Изучен качественный и количественный состав водно-этанольного экстракта сортобразца *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 ‘Ветвистый’. Установлено, что летучие вещества в экстракте представлены ароматическими (в сумме составляют 59%; преобладает п-винилгвякол), алифатическими (23,7%) и монотерpenовыми соединениями (содержание тагетенона 17,3%). Среди фенольных веществ в экстракте выявлены флавоноиды и их гликозиды (рутин, кверцетин-3-О-галактозид, кверцетин-3-О-гликозид), а также гидроксикоричные кислоты (кофеинная, феруловая). Определено содержание аскорбиновой кислоты (14,54) и каротиноидов (5,19 мг/100 г). В целом, экстракт *T. signata* № 13152-8 ‘Ветвистый’ можно рассматривать в качестве источника биологически активных веществ: п-винилгвяколя, гликозидов кверцетина, аскорбиновой кислоты и каротиноидов веществ.

Ключевые слова: *Tagetes signata* Bartl.; сортобразцы; водно-этанольные экстракти; летучие вещества; фенольные вещества; витамины.

Введение

Род *Tagetes* L. (бархатцы) включает более 30 видов, произрастающих в естественных условиях, главным образом, в Центральной Америке. В культуре наибольшее распространение получили бархатцы отклонённые, или французские (*Tagetes patula* L.), прямостоячие, или африканские (*Tagetes erecta* L.), отмеченные (тонколистные, мексиканские – *Tagetes signata* Bartl., syn. *Tagetes tenifolia* Cav.) [5, 18, 27].

Различные виды бархатцев используются, прежде всего, в декоративных целях [8, 18], а также в медицине и фармацевтической промышленности.

В медицине бархатцы применяются при лечении болезней печени и почек, для снятия болевых ощущений – как мочегонное и потогонное средство. Препараты *Tagetes* L. используются для устранения нервного напряжения и улучшения настроения. В дерматологии растения применяют для лечения угрей, в качестве тонизирующего и регенеративного средства для кожи [1, 10, 13, 16, 17, 19, 21, 26, 30].

Эфирные масла различных видов *Tagetes* L. обладают антибактериальным, антимикробным, ларвицидным, репеллентным, фунгицидным действием [7, 10, 11, 22–24, 26, 28, 29].

Цветки бархатцев используют в качестве приправы «имеретинский шафран» [30]. Кроме того, некоторые виды *Tagetes* L. используются в качестве источника каротиноидов (например, в птицеводстве для повышения интенсивности окраски яиц) [2, 4, 9], пигментов и лютеина [3, 20].

Учитывая многообразие полезных свойств представителей *Tagetes* L., важной является работа по интродукции новых видов, в частности в условия Южного берега Крыма, а также селекционная работа с целью получения сортов с ценными признаками.

В Никитском ботаническом саду – Национальном научном центре получен перспективный по ряду признаков (декоративность, устойчивость к болезням и вредителям, урожайность, содержание эфирного масла) сортообразец *Tagetes signata* L. № 13152-8 ‘Ветвистый’. Установлено, что в состав эфирного масла данного сортообразца входят транс-тагетенон, дигидротагетон, транс-тагетон, цис-тагетенон, а также лимонен, сабинен, транс-оцимен, эвгенол и ряд минорных компонентов [15].

В связи с тем, что извлечение эфирного масла из растительного сырья методом паровой дистилляции сопровождается окислительными процессами, для получения веществ в нативной форме оптимальным является переход их в водно-этанольные экстракты.

Известно, что в экстракты цветков *T. signata*, кроме летучих веществ, переходят фенольные вещества, проявляющие антиоксидантные свойства: гидроксикоричные кислоты (кофейная, розмариновая, хлорогеновая, п-кумаровая), флавоноиды и их гликозиды (апигенин, гиперозид, изокверцетин, кверцетин, рутин) [12, 25]. Вместе с тем, следует отметить зависимость химического состава сырья от видо-сортовой принадлежности, а также от почвенно-климатических условий места произрастания.

Учитывая вышеупомянутые данные, изучение химического состава водно-этанольного экстракта сортообразца *T. signata* № 13152-8 ‘Ветвистый’, выращенного в условиях Южного берега Крыма, является актуальным.

Целью настоящей работы является исследование качественного и количественного состава биологически активных веществ (летучих терпенов, фенольных соединений, витаминов) *T. signata* № 13152-8 ‘Ветвистый’ в условиях Южного берега Крыма в связи с возможностью его использования в лечебно-профилактической продукции.

Объекты и методы исследования

Объект исследования – водно-этанольный экстракт из цветков сортообразца *T. signata* № 13152-8 ‘Ветвистый’, собранных в фазу массового цветения.

Сортообразец выведен в НБС-ННЦ индивидуальным отбором из семенной популяции. Растение высотой 50-60 см. Стебель прямой, сильноветвистый от основания, хорошо облиственный. Листья мелкорассечённые. Соцветие – корзинка диаметром 19-24 мм, язычковых цветков пять, венчики золотисто-жёлтые. Цветёт всё лето, массовое цветение 10-20 июля. Сортообразец устойчив к болезням и вредителям. Урожайность в среднем 84,7 ц/га, содержание эфирного масла 0,46% от сырой массы, сбор эфирного масла 40,8 кг с гектара.

Содержание биологически активных веществ определяли в водно-этанольном экстракте, приготовленном из воздушно-сухого растительного сырья, собранного в фазе массового цветения. Экстракцию проводили 50%-ным этанолом при соотношении сырья и экстрагента – 1 : 10 настаиванием в течение 10 суток при комнатной температуре.

Компонентный состав летучих веществ определяли с помощью хроматографа “Agilent Technologies” 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 комбинированной библиотеки NIST05-WILEY2007 (около 500000 масс-спектров).

Компонентный состав фенольных веществ определяли на хроматографе “Agilent Technologies” (модель 1100), укомплектованном проточным вакуумным дегазатором G1379A, 4-канальным насосом градиента низкого давления G13111A, автоматическим инжектором G1313A, термостатом колонок G13116A, диодноматричным детектором G1316A, флуоресцентным детектором G1315B. Для проведения анализа была использована хроматографическая колонка размером 2,1 мм × 150 мм, заполненная октадецилильным сорбентом “ZORBAX” SB-C18 зернением 3,5 мкм. Применили градиентный режим хроматографирования, предусматривающий изменение в элюирующей смеси соотношения компонентов А (0,1%-ная ортофосфорная кислота; 0,3%-ный тетрагидрофуран; 0,018%-ный триэтиламин) и В (метанол). Скорость подачи подвижной фазы составляла 0,25 см³/мин; рабочее давление элюента – 240–300 кПа; объем пробы – 2 мкл; время сканирования – 2 с; масштаб измерений – 1,0. Идентификацию фенольных веществ проводили по времени удерживания стандартов и спектральным характеристикам (длины волн – 313 (для фенольных кислот и их производных), 350 (для гликозидов флавоноидов), 371 нм (для флавоноидов)).

Содержание каротиноидов определяли фотометрическим методом [14], аскорбиновой кислоты – титрованием йодатом калия [6].

Результаты и обсуждение

Установлено, что содержание летучих веществ в экстракте сортообразца *T. signata* № 13152-8 ‘Ветвистый’ составляет 32,96 мг/100 г растительного сырья. Идентифицированы 7 компонентов (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Летучие вещества водно-этанольного экстракта *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 ‘Ветвистый’

№ п/п	Время выхода, мин	Компонент	Содержание, %
1	6.38	циклогексанон	8,49
2	7.25	3,5-диметилциклогекс-2-ен-1-он	10,2
3	8.27	пропилвалериат	2,28
4	8.36	гекс-1,2,6-триол	2,76
5	14.12	тагетенон	17,3
6	15.11	4-винилфенилацетат	8,23
7	16.63	п-винилгвайкол	50,8

Основными летучими компонентами указанного экстракта являются п-винилгвайкол (50,8%) и характерный для эфирного масла *T. signata* № 13152-8 ‘Ветвистый’ тагетенон (17,3%). Преобладающей группой соединений в экстракте являются ароматические (в сумме составляют 59%; представлены п-винилгвайколом и

4-винилфенилацетатом). Наибольшее число компонентов (3,5-диметилциклогекс-2-ен-1-он, циклогексанон, гекс-1,2,6-триол, пропилвалериат) относится к алифатическим соединениям, в сумме составляющим 23,7%. Характерный для *T. signata* компонент – тагетенон является монотерпеновым соединением.

Abundance

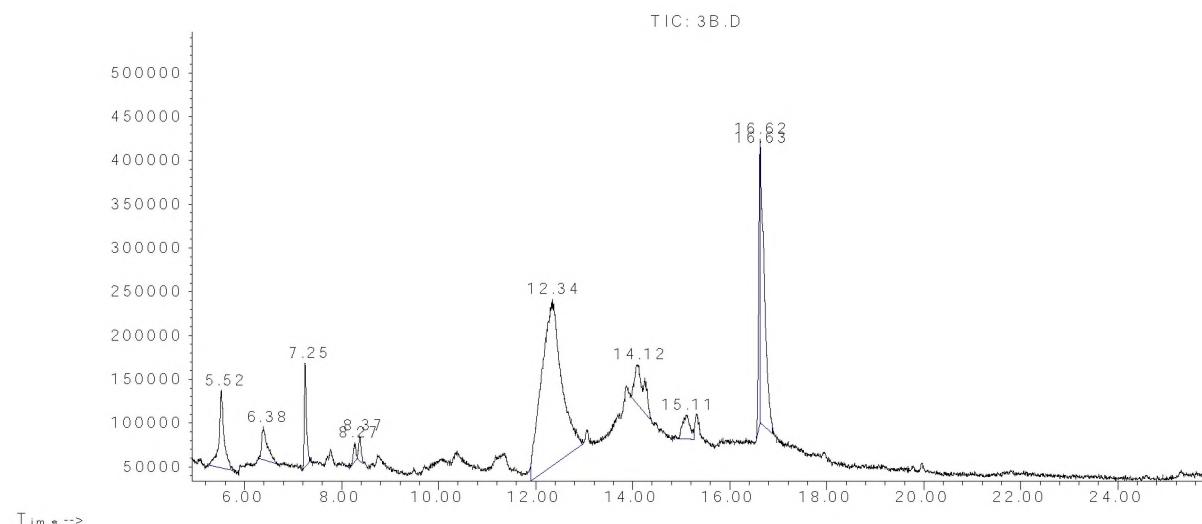


Рис. 1 Хроматограмма летучих веществ водно-этанольного экстракта *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 ‘Ветвистый’

Установлено, что содержание фенольных веществ в экстракте сортообразца *T. signata* № 13152-8 ‘Ветвистый’ составляет 1821 мг/100 г растительного сырья (табл. 2, рис. 2). Выявлено 11 компонентов, идентифицировано 6 соединений.

Таблица 2
Фенольные вещества водно-этанольного экстракта *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 ‘Ветвистый’

№ п/п	Время выхода, мин	Компонент	Содержание, мг/100 г
1	15.35	производное кофейной кислоты	142
2	17.92	феруловая кислота	152
3	18.73	неидентифицированный флавоноид	132
4	18.96	неидентифицированный флавоноид	79
5	19.34	кверцетин-3-O-галактозид	301
6	19.92	рутин	331
7	20.28	неидентифицированный флавоноид	65
8	20.76	неидентифицированный флавоноид	332
9	21.40	кверцетин-3-O-глюкозид	217
10	23.70	неидентифицированный флавоноид	38
11	24.39	лютеолин	32

Среди идентифицированных веществ в исследуемом экстракте преобладают гликозиды кверцетина – рутин (331), кверцетин-3-O-галактозид (301) и кверцетин-3-O-глюкозид (217 мг/100 г). Гидроксикоричные кислоты представлены феруловой и

производным кофейной кислоты, суммарное содержание которых составляет 294 мг/100 г.

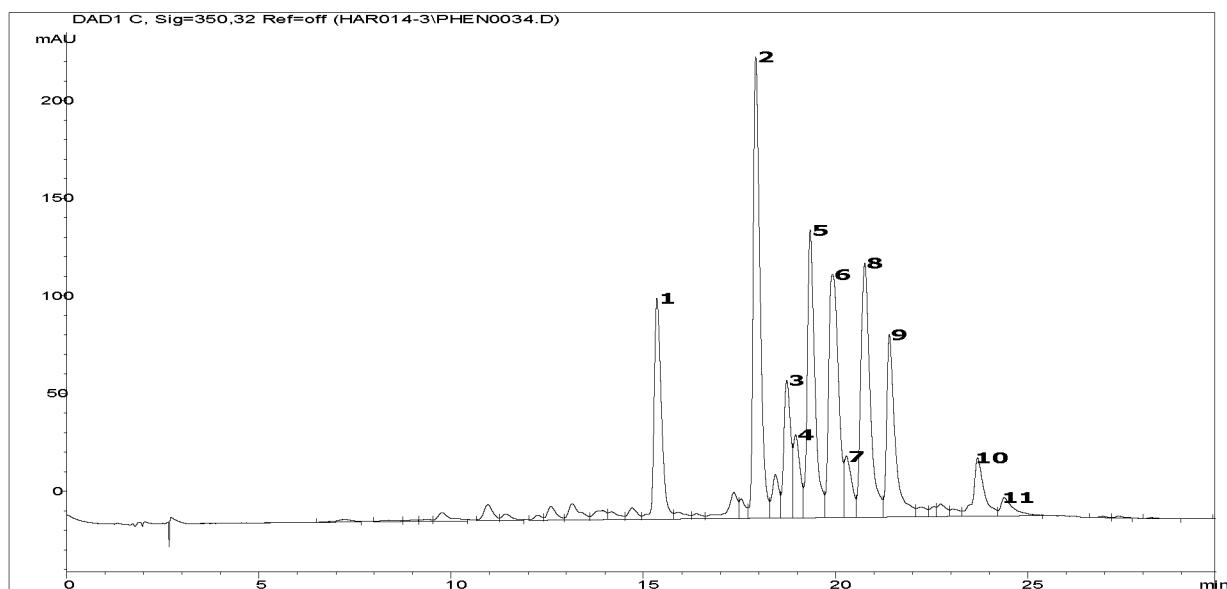


Рис. 2 Хроматограмма фенольных веществ водно-этанольного экстракта *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 'Ветвистый'

В исследуемом экстракте определено содержание витаминов. Концентрация аскорбиновой кислоты составила 14,54 мг/100 г, каротиноидов – 5,19 мг/100 г.

Таким образом, водно-этанольный экстракт сортообразца *T. signata* № 13152-8 'Ветвистый' содержит невысокие количества летучих терпенов, однако может рассматриваться в качестве источника п-винилгваякола, гликозидов кверцетина, аскорбиновой кислоты и каротиноидов.

Выводы

Исследован качественный и количественный состав биологически активных веществ (летучих терпенов, фенольных веществ, витаминов) водно-этанольного экстракта сортообразца *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 'Ветвистый', выращенного в условиях Южного берега Крыма.

Установлено, что среди летучих соединений указанного образца преобладают п-винилгваякол и тагетенон.

Выявлено, что среди веществ фенольной природы преобладают гликозиды кверцетина (рутин, кверцетин-3-O-галактозид, кверцетин-3-O-глюкозид) и флавоноиды. Гидроксикоричные кислоты представлены феруловой и производным кофейной кислоты.

В экстракте *T. signata* № 13152-8 'Ветвистый' определено содержание витаминов – аскорбиновой кислоты и каротиноидов.

В целом, сортообразец *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 'Ветвистый' можно рассматривать в качестве источника биологически активных веществ, в частности п-винилгваякола, гликозидов кверцетина, аскорбиновой кислоты и каротиноидов.

Список литературы

- Бендер К.И., Гоменюк Г.А., Фрейдман С.Л. Указатель по применению лекарственных растений в научной и народной медицине. – Саратов: СГУ, 1988. – 112 с.

2. Бердей Т.С., Марчишин С.М. Дослідження ліпофільної фракції рослин роду чорнобривці (*Tagetes L.*) // Фармацевтичний часопис. – 2011. – № 1. – С. 10 – 14.
3. Дейнека В.И., Сорокопудов В.Н., Дейнека Л.А., Третьяков М.Ю. Исследование цветков *Tagetes* sp. как источника лютеина // Химико-фармацевтический журнал. – 2007. – Т. 41, № 10. – С. 30 – 32.
4. Дейнека В.И., Третьяков М.Ю., Дейнека Л.А., Сорокопудов В.Н. Некоторые особенности накопления пигментов в цветках *Tagetes* sp. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2007. – Т. 5, вып. 5. – С. 123 – 129.
5. Классификатор рода *Tagetes L.* (Бархатцы). – Л.: ВИР, 1988. – 15 с.
6. Кривенцов В.И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав – Ялта, 1982. – 22 с.
7. Либусь О.К., Работягов В.Д., Кутько С.Л., Хлытенко Л.А. Эфирномасличные и пряно-ароматические растения: Научно-популярное издание. – Херсон: Айлант, 2004. – 272 с.
8. Максименко Н.В., Прохоров В.Н. Оценка различных видов *Tagetes L.* по основным хозяйствственно-ценным признакам // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 112 – 114.
9. Максименко Н.В., Прохоров В.Н. Применение различных генотипов растений рода *Tagetes L.* как перспективных источников каротиноидов для биодобавок в птицеводстве // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. – 2014. – Т. 26. Зоотехния. – С. 168 – 174.
10. Малахов В.А., Завгородня А.Н., Чернишова Т.И. Энциклопедия натуротерапии. – М.: Эксмо, 2008. – С. 75.
11. Малюгіна О.О., Мазулін О.В., Смойловська Г.П., Мазулін Г.В., Єренко О.К. Компонентний склад та протимікробна дія ефірної олії суцвіть чорнобривців прямостоячих (*Tagetes erecta L.*) // Фармацевтичний журнал. – 2014. – № 1(14). – С. 86 – 92.
12. Марчишин С.М., Бердей Т.С., Козачок С.С., Дем'ядяк О.Л. Определение флавоноидов и гидроксикоричных кислот в траве *Tagetes erecta L.*, *Tagetes patula L.*, *Tagetes tenuifolia* Cav. методом ВЭЖХ // Медицина и образование в Сибири: сетевое научное издание. – 2013. – № 6. – Режим доступа: http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1259.
13. Машковська С.П., Григорюк І.П. Чорнобривці – джерело ефективних ліків // Фітотерапія. Часопис. – 2003. – № 4. – С. 41 – 47.
14. Плещков Б.П. Практикум по биохимии растений – М.: Колос, 1969. – 183 с.
15. Работягов В.Д., Хлытенко Л.А., Бакова Н.Н., Машанов В.И. Аннотированный каталог видов и сортов эфиромасличных, пряно-ароматических, и пищевых растений коллекции Никитского ботанического сада – Ялта: Никитский ботанический сад, 2007. – 48 с.
16. Оганесян Э.Т., Андреева О.А., Терехов А.Ю., Подгорная Ж.В. Биологически активные вещества липофильной фракции из цветков *Tagetes patula* и изучение противоожоговой активности на их основе // Современные научно-технические технологии. – 2004. – № 6. – С. 109 – 110.
17. Папаяни О.И., Духанина И.В., Сергеева Е.О. Изучение химического состава и antimикробной активности сухого экстракта из цветков бархатцев распространенных (*Tagetes patula L.*) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук – 2012. – Т. 14, № 5-3. – С. 745 – 747.
18. Юрчак Л.Д. Культура чорнобривців в умовах Лісостепу України // Інтродукція рослин. – 1999. – № 1. – С. 49 – 54.

19. Basher S., Gilani A.H. Studies on the antioxidant and analgesic activities of Aztec marigold (*Tagetes erecta*) flowers // Phytotherapy research. – 2008. – Vol. 22(12). – P. 1692 – 1694.
20. Bhattacharyya S., Datta S., Mallick B., Dhar P., Ghosh S. Lutein content and *in vitro* antioxidant activity of different cultivars of Indian Marigold flower (*Tagetes patula* L.) extracts // J. Agric. Food Chem. – 2010. – Vol. 58(14). – P. 8259 – 8264.
21. Céspedes C.L., Avila J.G., Martinez A., Serrato B., Calderón-Mugica J.C., Salgado-Garciglia R. Antifungal and antibacterial activities of Mexican Tarragon (*Tagetes lucida*) // J. Agric. Food Chem. – 2006. – Vol. 54(10). – P. 3521 – 3527.
22. Chamorro E.R., Ballerini G., Sequeira A.F., Velasco G.A., Zalazar M.F. Chemical composition of essential oil from *Tagetes minuta* L. leaves and flowers // Journal of the Argentine Chemical Society. – 2008. – Vol. 96(1-2). – P. 80 – 86.
23. Dharmagadda V.S.S., Naik S.N., Mittal P.K., Vasudevan P. Larvicidal activity of *Tagetes patula* essential oil against three mosquito species // Bioresource Technology. – 2005. – Vol. 96(11). – P. 1235 – 1240.
24. Gillij Y.G., Gleiser R.M., Zygadlo J.A. Mosquito repellent activity of essential oils of aromatic plants growing in Argentina // Bioresource Technology. – 2008. – Vol. 99(7). – P. 2507 – 2515.
25. Gong Y., Liu X., He W.-H., Xu H.-G., Gao Y.-X. Investigation into the antioxidant activity and chemical composition of alcoholic extracts from defatted marigold (*Tagetes erecta* L.) residue // Fitoterapia. – 2012. – Vol. 83(3). – P. 481 – 489.
26. Lima B., Agüero M.B., Zygadlo J., Tapia A., Solis C., Rojas de Arias A., Yaluff G., Zaccino S., Feresin G.E., Schmeda-Hirschmann G. Antimicrobial activity of extracts, essential oil and metabolites obtained from *Tagetes mendocina* // J. Chil. Chem. Soc. – 2009. – Vol. 54(1). – P. 68 – 72.
27. Lim T.K. *Tagetes tenuifolia* // Edible medicinal and non-medicinal plants. – 2014. – P. 469 – 472.
28. Romagnoli C., Bruni R., Andreotti E., Rai M.K., Vicentini C.B., Mares D. Chemical characterization and antifungal activity of essential oil of capitula from wild Indian *Tagetes patula* L. // Protoplasma. – 2005. – Vol. 225(1-2). – P. 57 – 65.
29. Rondon M., Velasco J., Hernández J., Pecheneda M., Rojas J., Morales A., Carmona J., Diaz T. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Tagetes patula* L. (Asteraceae) collected from Venezuela Andes // Rev. Latinoamer. Quin. – 2006. – Vol. 34(1-3). – P. 32 – 36.
30. Vasudevan P., Kashyap S., Sharma S. Tagetes: A multipurpose plant // Bioresource Technology. – 1997. – Vol. 62(1-2). – P. 29 – 35.

Статья поступила в редакцию 11.02.2016 г.

Korniliev G.V., Paliy A.Ye., Rabotyagov V.D., Feskov S.A. Biologically active substances of aqueous-ethanolic extract of *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 ‘Vetvisty’ specimen of Nikita Botanical Gardens collection // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2016. – № 118. – P. 44-50.

The qualitative and quantitative composition of *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 ‘Vetvisty’ specimen was investigated in terms of the research. It was established that among volatile substances there were aromatic (59%; p- vinylguaiacol prevails), aliphatic (23,7 %) and monoterpenoide (tagetenon content is 17,3%) compounds. Phenolic compounds were presented by flavonoids and their glycosides (rutin, quercetin-3-O-galactoside, quercetin-3-O-glycoside), and hydroxycinnamic acids (caffeic, ferulic). The ascorbic acid (14,54) and carotenoids (5,19 mg/100 g) were identified as well. On the whole, the specimen *T. signata* № 13152-8 “Vetvisty” can be considered as a sources of biologically active substances such as p- vinylguaiacol, flavonoid glycosides, ascorbic acid and carotenoids.

Key words: *Tagetes signata* Bartl.; specimens; aqueous-ethanolic extract; volatile substances; phenolic substances; vitamins.