

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ «ЦИРКОН» И «ФЕРОВИТ» НА СОДЕРЖАНИЕ И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА ЧАБЕРА САДОВОГО (*SATUREJA HORTENSIS L.*)

Е.Л. Маланкина

д.с.-х.н., профессор, лаборатория «Ботанический сад»,
Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (Москва)
E-mail: gandurina@mail.ru

С.Г. Солопов

аспирант, кафедра овощеводства,
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (Москва)

Л.Н. Козловская

к.б.н., доцент, кафедра ботаники, селекции и семеноводства садовых растений,
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва)

А.А. Евграфов

к.фарм.н., доцент, кафедра аналитической, физической и коллоидной химии,
Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова;
Институт фармакологии и трансляционной медицины (Москва)

Представлены данные по изучению влияния обработки препаратами «Феровит» и «Циркон» на компонентный состав эфирного масла чабера садового сорта Ароматный, а также содержание эфирного масла в сырье чабера садового после обработки препаратами «Циркон» и «Феровит» в зависимости от сорта и фазы развития.

Ключевые слова: чабер садовый, регуляторы роста, эфирное масло, циркон, феровит, компонентный состав.

Эфирное масло ароматических растений из семейства яснотковые представляет большой интерес для фармацевтической и пищевой промышленности [1]. Повышение содержания эфирного масла в сырье и влияние на его качественный состав является актуальной задачей лекарственного растениеводства. Современные регуляторы роста и микроудобрения позволяют не только увеличить урожайность сельскохозяйственных растений, но и повысить их устойчивость к вредителям и болезням. К таким препаратам можно отнести средства, содержащие гидроксикоричные кислоты, в частности препарат «Циркон». В литературе встречаются упоминания о его способности повышать устойчивость как овощных, так и лекарственных культур [2]. Кроме того, Циркон осуществляет антиоксидантную функцию, защищает ИУК через механизм ингибирования фермента ауксиноксидазы, играющего ключевую роль в процессах роста и развития растений, и тем самым влияет на накопление вторичных метаболитов, в том числе и фенольный обмен. [3]. На некоторых культурах, в частности на змееголовнике молдавском, его применение повышало содержание эфирного масла в сырье.

Препарат «Феровит», содержащий хелатные формы железа на эфирномасличных культурах не приводил к значительному повышению содержания эфирного масла [4, 5]. Однако учитывая, что железо участвует в окислительно-восстановительных реакциях, можно предположить, что оно будет влиять на содержание и компонентный состав эфирного масла. Согласно данным, известным из литературы, значительная доля в эфирном масле чабера приходится на фенольные соединения (карвакрол, тимол, р-цимол) [6], по другим источникам тимол в эфирном масле чабера садового отсутствует [7].

Цель работы – изучение влияния препаратов «Циркон» и «Феровит» на содержание эфирного масла в сырье чабера и на его компонентный состав.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Образцы семян чабера садового были получены от различных селекционных фирм, университетов и ботанических учреждений из Германии и Российской Федерации. Происхождение образцов и их морфологические особенности представлены в табл. 1.

Посев проводили на овощной опытной станции им. В.И. Эдельштейна в ранневесенние сроки в 2015–2016 гг. Ширина междурядий – 60 см, глубина заделки – 1 см, норма высева семян – из расчета 0,2 г на погонный метр. Фенологические наблюдения и биометрические показатели определяли в течение 2015–2016 гг. Обработку регуляторами роста и биохимические анализы проводили в 2016 г. в фазе 4–5 пар настоящих листьев до полного смачивания их поверхности. Контрольные растения обрабатывали водой. Концентрация препаратов соответствовала концентрации, рекомендуемой производителями для других культур, – Циркон (0,2 мл/л) и Феровит (0,2 мл/л).

Образцы для отгонки эфирного масла собирали два раза: в фазе бутонизации – начала цветения и в конце цветения – начале плодоношения при сухой погоде. Содержание эфирного масла определяли в свежем сырье в день сбора, перегонку осуществляли по ГФ XI методом 1 (по Гинзбургу). Все опыты проводили в 4-кратной повторности.

Для определения компонентного состава образцы эфирного масла растворяли в гексане в соотношении 1:300 и исследовали методом газовой хроматографии на хроматографе Shimadzu GC MS 2010 с масс-спектрометрическим детектором GCMS-QP 2010.

Для всех пиков рассчитывали линейный индекс удерживания по смеси линейных алканов C9, C11, C13, C15, C17 и C19. Идентификацию пиков проводили по библиотеке масс-спектров NIST 11.

Режим хроматографирования: газ-носитель – гелий (о.с.ч.), расход по колонке – 1,2 мл/мин, деление потока – 1:20, объем вводимой пробы – 0,5 мкл. Колонка – капиллярная неполярная Optima-1 (Macherei-Nagel DBR), длина – 25 м, внут-

ренний диаметр – 0,25 мм. Градиент температуры – 60 °С – 1 мин, далее 5 °С/мин до 200 °С, затем 25 °С/мин до 275 °С, изотерма – 1 мин. Детектор – диапазон регистрации 33–400 m/z.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве основных показателей особенностей сортов были выбраны высота растений и скороспелость пяти сортов чабера садового (табл. 1). Установлено, что низкорослые сорта более скороспелы, у сорта Гном цветение наступало на 12–16 дней раньше, а у сорта Пикник – на 5–7 дней позже, чем у остальных сортов.

На рис. 1 представлено содержание эфирного масла в сырье чабера в зависимости от препарата, использованного для обработки растений, и фазы развития растения.

В результате исследования растений пяти сортов чабера садового, отличающихся по морфологическим признакам и ритмам сезонного развития, выявлено, что Циркон и Феровит вызывали неоднозначную реакцию растений. После обработки растений Цирконом в большинстве случаев содержание эфирного масла по сравнению с контролем снижалось к концу цветения (особенно заметно у низкорослого сорта Гном (0,54 и 0,30% соответственно), сорта Перечный аромат (0,46 и 0,29% соответственно) и сорта Ароматный (0,42 и 0,27% соответственно). Причем это снижение происходило по мере роста и развития растений. При определении содержания эфирного масла в фазе бутонизации–цветения различия или были не столь заметны или содержание эфирного масла было даже несколько выше, чем в контроле: у сорта Перечный аромат – 0,18 и 0,19% и у сорта Ароматный – 0,22 и 0,23% соответственно.

Таблица 1. Происхождение и некоторые морфологические признаки растений некоторых сортов чабера садового (за 2015–2016 гг.)

№	Сорт	Происхождение	Высота растений, см	Скороспелость*
1	Пикник	АФ «Поиск»	57,8±3,7	+
2	Бриз	НК «Русский огород»	63,1±6,9	++
3	Перечный аромат	АФ «Гавриш»	62,7±5,4	++
4	Ароматный	АФ «Аэлита»	51,6±5,1	++
5	Гном	АФ «Биотехника»	24,3± 2,4	+++

Примечание: * – продолжительность периода от всходов до массового цветения; + – до 12 недель; ++ – 12–13 недель; +++ – 14 и более недель.

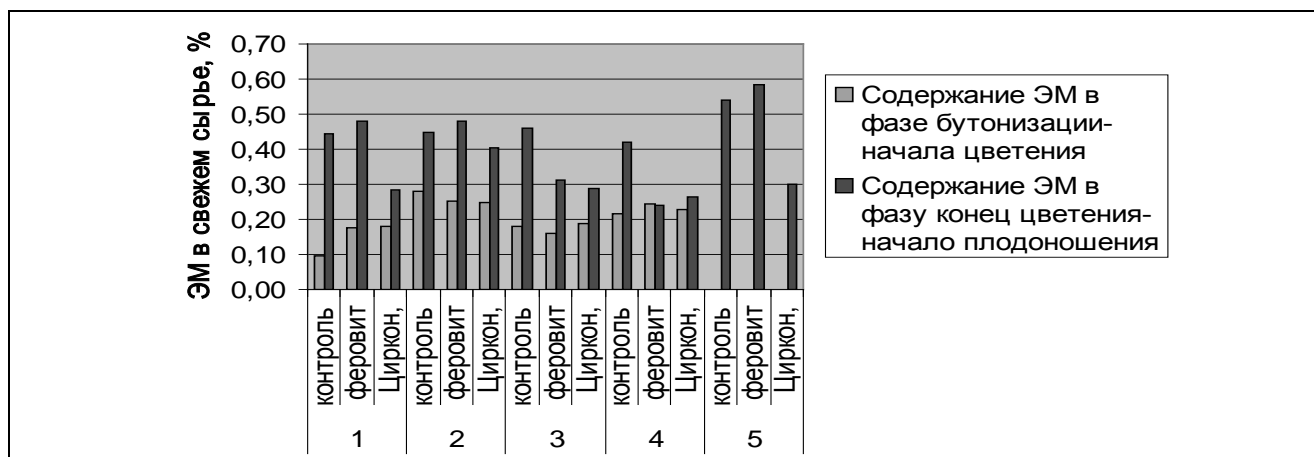


Рис. 1. Содержание эфирного масла (ЭМ) в сырье чабера садового после обработки Цирконом и Феровитом в зависимости от сорта и фазы развития: 1 – Пикник; 2 – Бриз; 3 – Перечный аромат; 4 – Ароматный; 5 – Гном

Таблица 2. Влияние обработки растворами Феровита и Циркона на компонентный состав эфирного масла чабера садового сорта Ароматный

Компоненты эфирного масла	RI	Содержание, %		
		Контроль	Феровит (0,2 мл/л)	Циркон (0,2 мл/л)
α -Фелландрен	921	0,72	0,72	0,76
α -Пинен	927	0,42	0,4	0,4
Камфен	939	0,07	0,04	0,05
Октенол-3	957	0,08	0,14	0,09
Сабинен	959	0,2	0,21	0,2
β -Пинен	964	0,3	0,33	0,26
β -Мирцен	975	1,82	1,96	1,85
α -Гуйен	989	0,27	0,26	0,24
Не определён	997	0,07	0,05	0,05
Терпинолен	1002	3,18	3,66	3,24
p-Цимол	1005	4,57	4,2	4,66
1,8-Цинеол	1013	0,2	0,17	0,2
Лимонен	1014	0,28	0,35	0,29
Транс- β -оцимен	1032	0,07	0,07	0,07
γ -Терпинен	1044	39,51	45,26	42,08
Транс-сабиненгидрат	1049	0,46	0,64	0,53
Транс-фуран-линалоолоксид	1077	0,05	0,03	0,04
Фенхен	1081	0,2	0,18	0,15
Изоборнеол	1139	0,14	–	–
Цис-p-мента-2,8-диен-1-ол (*)	1147	–	0,04	0,04
Борнеол	1149	–	0,14	0,13
Хортиенол (*)	1152	0,39	–	–
4-Терпинеол	1162	0,15	0,38	0,36
α -Терпинеол	1172	–	0,12	0,11
2-Этил-4,5-диметилфенол	1271	–	–	0,13
Карвакрол	1280	45,9	39,92	43,51
Карвакролацетат	1347	0,1	0,2	0,05
β -Кариофиллен	1418	0,47	0,34	0,31
β -Бисаболен	1501	0,27	0,19	0,2
Сумма карвакрола и γ -терпинена	–	85,41	85,18	85,59

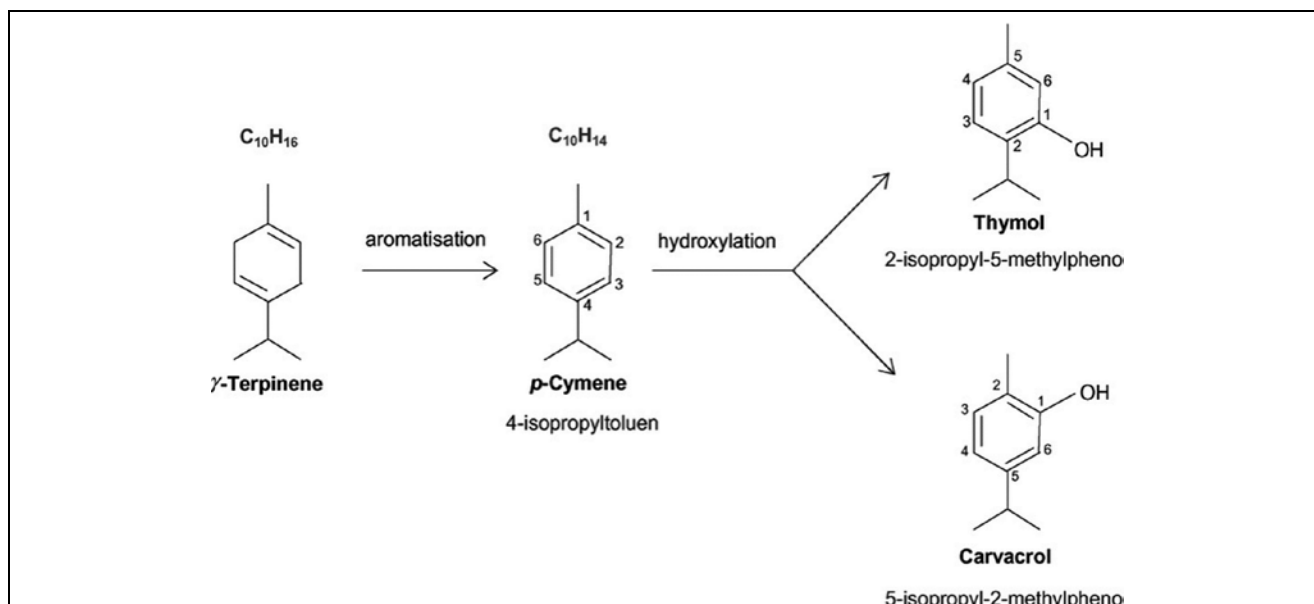


Рис. 2. Пути биосинтеза тимола и карвакрола (Mikio and Taeko, 1962) [8]

После обработки растений Феровитом содержание эфирного масла повышалось на незначительную величину (сорта: Пикник – 0,44 и 0,48%; Бриз – 0,45 и 0,48 %; Перечный аромат – 0,29 и 0,31%; Гном – 0,54 и 0,58%) или снижалось (сорт Ароматный – 0,42 и 0,24% соответственно).

На примере одного сорта Ароматный был проанализирован компонентный состав эфирного масла. В табл. 2 представлены идентифицированные пики со сходимостью пиков по библиотеке NIST 11 более 90%. Соединения со сходимостью спектров 80 – 89% помечены в таблице звездочкой (*).

Как видно из табл. 2, суммарное содержание γ -терпинена и карвакрола во всех образцах практически одинаковое 85,18–85,59%. Однако содержание этих компонентов в масле отличалось в варианте с обработкой Феровитом: в контроле 39,51% против 45,26% в варианте с Феровитом. Вариант с обработкой Цирконом занимал промежуточное положение (42,08%). Противоположные изменения наблюдались по содержанию карвакрола – 45,9 и 39,92% соответственно.

Обработка растений растворами Феровита и Циркона не оказывала существенного влияния на содержание в эфирном масле промежуточного продукта – цимола. Значения этого показателя находились в пределах 4,2–4,66 %. Таким образом, указанные регуляторы роста не оказывали принципиального влияния ни на состав компонентов эфирного масла, ни на их соотношение.

На рис. 2 показана схема образования основных компонентов эфирного масла чабера садового. Как видно, γ -терпинен является предшественником р-цимола (р-цимена). Этот компонент обладает антимикробным и противовоспалительным действием и его присутствие в больших количествах может усиливать антимикробные свойства эфирного масла.

Цимол (4-изопропил-1-метилбензол, 4-изопропилтолуол) является промежуточным продуктом и при дальнейшем присоединении – OH-группы в зависимости от положения образует либо тимол, либо карвакрол. В случае с эфирным маслом монарды эта метаболическая «вилка» очень хорошо просматривается, и соотношение этих компонентов под действием регуляторов роста варьирует в широких пределах, но их сумма остается практически постоянной [2]. Однако для чабера синтез тимола не характерен, то есть дальнейшая трансформация р-цимола происходит с образованием карвакрола. Как промежуточный продукт р-цимол накапливался в пределах 4,2–4,66%, и обработка препаратами на этот показатель практически не влияла.

ВЫВОДЫ

1. Обработка растений регуляторами роста «Циркон» и «Феровит» вызывала их неоднозначную реакцию. После обработки Феровитом содержание эфирного масла в сырье у одних сортов повышалось (Пикник, Бриз, Гном), у других снижалось (Перечный аромат, Ароматный).

При применении Циркона содержание эфирного масла снижалось у всех сортов, особенно заметно у низкорослого сорта Гном – с 0,54% в контроле до 0,30%.

2. Независимо от препарата после обработки растворами Феровита и Циркона доля суммы γ -терпинена и карвакрола оставалась постоянной 85,18–85,59%, в то время как при обработке Феровитом доля карвакрола снижалась приблизительно на 5% за счет увеличения доли γ -терпинена на аналогичную величину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тохсырова З.М., Никитина А.С., Попова О.И., Меликова Ф.М., Попов И.В. Состав эфирного масла побегов розмарина, интродуцированного в России // Фармация. 2016. № 6. С. 25–29.
2. Пушкина Г.П., Шаин С.С., Антипов В.И., Быкова О.А. Пути повышения продуктивности змееголовника молдавского // Журнал АГРО XXI. 2008. № 7–9. С. 44.
3. Маланкина Е.Л. Агробиологическое обоснование повышения продуктивности эфиромасличных растений из се-

мейства Яснотковые (*Lamiaceae* L.) в нечерноземной зоне Российской Федерации: Дисс. ... докт. с.-х. наук. М.: ВИЛАР. 2007. 343 с.

4. Малеванная Н.Н. Ростостимулирующая и иммуномодулирующая активности природного комплекса гидрокси-коричных кислот препарат Циркон // Материалы IV Междунар. науч. конф. «Регуляция роста, развития и продуктивности растений». Минск. 2005. С. 141.
5. Пушкина Г.П., Бушковская Л.М. Пути повышения эффективности защиты лекарственных культур от вредных организмов // Материалы IV Междунар. науч. конференции «Регуляция роста, развития и продуктивности растений». Минск. 2005. С. 193–288.
6. Mahboubi M., Kazempour N. Chemical composition and antimicrobial activity of *Satureja hortensis* and *Trachyspermum copticum* essential oil // Iran J. Microbiol. 2011. V. 3. № 4. P. 194–200.
7. Moghadam Ali Reza Ladan Antioxidant Activity and Essential Oil Evaluation of *Satureja hortensis* L. (Lamiaceae) from Iran // Journal of Essential Oil Bearing Plants. 2015. V. 18. № 2. P. 455–459.
8. Mikio Y, Taeko U. Biosynthesis of thymol // Chem. Pharmaceu. Bull. 1962. № 10. P. 71–72.

Поступила 4 апреля 2017 г.

THE INFLUENCE OF THE GROWTH REGULATOR ZIRKON AND FEROVIT ON THE CONTENT AND COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL IN THE SUMMER SAVORY (*SATUREJA HORTENSIS* L.)

© Authors, 2017

E.L. Malankina

Dr.Sc. (Agricul.), Professor, All-Russian Scientific Institute of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow)
E-mail: gandrurina@mail.ru

S.G. Solopov

Post-graduate Student, Faculty of Horticulture and Landscape Architecture,
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
E-mail: gandrurina@mail.ru

L.N. Kozlovskaya

Ph.D. (Biol.), Associate Professor, Department of Botany, Breeding and Seed Breeding of Horticultural Crops,
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
E-mail: lkozlovskaya@mail.ru

A.A. Evgrafov

Ph.D. (Pharm.), Associate Professor, Analytical, Physical and Colloid Chemistry,
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; Institute of Pharmacy and Translational Medicine (Moscow)
E-mail: afkx-farm@mail.ru

The article presents the data on the influence of the growth regulators Zircon and Ferovit on the essential oil composition in the summer savory (*Satureja hortensis* L.) cv. «Aromatnyi»; the contents of essential oil in the raw material of the summer savory after treatment with Zircon and Ferovit depending on the variety and developmental stage are described in the most detailed way.

It is known that Zircon preparation, containing hydroxycinnamic acids, improves the stability of medicinal plants; it is characterized by the antioxidant activity and influences not only the accumulation of secondary metabolites and phenolic metabolism in particular, but also the content of essential oils in the medicinal raw material. A Ferovit preparation, a universal stimulator of photosynthesis and respiration in plants, containing a chelated form of iron, is involved in red-ox reactions, and possibly causes an indirect influence on the contents and component composition of the essential oils in crops.

According to the literature sources, a significant portion of summer savory's essential oils accounts for phenolic compounds (carvacrol, thymol, p-cymene) whereas other sources report the absence of thymol in essential oil of this species.

In this regard, the aim of our work was to study the joint influence of Zircon and Ferovit on the quantitative essential oil content in the raw material of the summer savory and its component composition.

The experiments were conducted at the Experimental station of Vegetable growing named after V.I. Edelstein in early spring of 2015 – 2016. The treatment with growth regulators and biochemical tests were conducted in 2016, in the phase of 4–5 pairs of true (foliage) leaves. The control plants were treated with water. The samples for distillation of the essential oil were collected twice in the phase of budding – beginning of flowering and end of flowering – early fruiting during the dry season. The essential oil content was determined in the fresh raw material on the day of collection, distillation being carried out according to GF XI method 1 (by Ginzburg). All the experiments were repeated at least 4 times.

The component composition of the essential oil was determined by gas chromatography using chromatograph Shimadzu GC-MS 2010 with a massspectrometric detector GCMS-QP 2010.

For all peak, linear retention indices were calculated. The peaks were identified according to the mass spectra library NIST 11.

As the result of studies of five summer savory varieties, differing in morphological characteristics and rhythms of seasonal development have revealed, Zircon and Ferovit preparations appeared to cause ambiguous reaction of plants. After the treatment with Ferovit, the essential oil content in raw materials in some varieties increased (varieties: "Picnic", "Breeze" and "Dwarf"), while in other ones it declined (varieties: "Perechnyi aromat", "Aromatnyi"). When Zircon preparation was used, the essential oil content decreased in all varieties, especially in a dwarfing variety "Dwarf" from 0.54 % in the control to 0.30%.

Regardless of the preparation, after the treatment with Ferovit and Zircon solutions, the fraction of the sum of γ -terpinene and carvacrol remained constant 85.18 – 85,59%, while in case of treatment with Ferovit the percentage of carvacrol decreased by approximately 5% due to the increase in the proportion of γ -terpinene by the same amount.

Key words: *summer savory, growth regulators, Ferovit, Zircon, essential oil, the composition of essential oil.*

REFERENCES

1. Tohsyrova Z.M., Nikitina A.S., Popova O.I., Melikova F.M., Popov I.V. Sostav jefirnogo masla pobegov rozmarina, introducirovannogo v Rossii // Pharmacy. 2016. № 6. S. 25–29.
2. Pushkina G.P., Shain S.S., Antipov V.I., Bykova O.A. Puti povysheniya produktivnosti zmeegolovnika moldavskogo // Zhurnal AGRO XXI. 2008. № 7–9. S. 44.
3. Malankina E.L. Agrobiologicheskoe obosnovanie povysheniya produktivnosti jefiromaslichnykh rastenij iz semejstva Jasnotkovye (Lamiaceae L.) v nechernozemnoj zone Rossijskoj Federacii: Diss dokt. s.-h. nauk. M.: VILAR. 2007. 343 s.
4. Malevannaja N.N. Rostostimulirujushhaja i immunomodulirujushhaja aktivnosti prirodnoho kompleksa gidroksikorichnykh kislot preparat Cirkon // Materialy IV Mezhdunar. nauch. konf. «Reguljacija rosta, razvitija i produktivnosti rastenij». Minsk. 2005. S. 141.
5. Pushkina G.P., Bushkovskaja L.M. Puti povysheniya jeffektivnosti zashhity lekarstvennykh kul'tur ot vrednykh organizmov // Materialy IV Mezhdunar. nauch. konferencii «Reguljacija rosta, razvitija i produktivnosti rastenij». Minsk. 2005. S. 193–288.
6. Mahboubi M., Kazempour N. Chemical composition and antimicrobial activity of Satureja hortensis and Trachyspermum copticum essential oil // Iran J. Microbiol. 2011. V. 3. № 4. P. 194–200.
7. Moghadam Ali Reza Ladan Antioxidant Activity and Essential Oil Evaluation of Satureja hortensis L. (Lamiaceae) from Iran // Journal of Essential Oil Bearing Plants. 2015. V. 18. № 2. P. 455–459.
8. Mikio Y, Taeko U. Biosynthesis of thymol // Chem. Pharmaceu. Bull. 1962. № 10. P. 71–72.



Лекарственные препараты, разработанные ВИЛАР

Хелепин (таблетки, мазь) рег. №№ 87/1186/10; 87/1186/7 – противовирусное средство при заболеваниях, вызываемых ДНК-геномными вирусами группы герпеса, получаемое из травы дикорастущего растения леспециды копеечниковой (*Lespedeza hedysaroides* (Pall.) Kitag.).

Хелепин Д (таблетки, мазь, глазные капли), рег. №№ 94/108/6; 94/108/7; 99/47/11 – противовирусное средство, получаемое из травы культивируемого растения десмодиума канадского (*Desmodium canadense* D.C.).

Тел. контакта: 8(495)388-55-09; 8(495)388-61-09; 8(495)712-10-45

Факс: 8(495)712-09-18;

e-mail: vilarnii.ru; www.vilarnii.ru