

Тимашева Л. А., Пехова О. А., Данилова И. Л.
К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАМАЗУЛЕНА В СЫРЬЕ
ACHILLEA MILLEFOLIUM L.

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. Тысячелистник обыкновенный – *Achillea millefolium L.* является одним из известных лекарственных растений, применяемых как в официальной, так и в народной медицине, а также в пищевой индустрии и парфюмерно-косметическом производстве. В РФ контроль качества сырья ведется по содержанию эфирного масла и его основных компонентов, в том числе и хамазулена. Применяемые в настоящее время методики по его определению характеризуются трудоемкостью, отсутствием реактивов в качестве стандартных образцов, а также значительной относительной ошибкой определения. Цель исследований – разработка методики количественного определения хамазулена в эфирном масле *Achillea millefolium L.* с применением газохроматографического метода с внутренним стандартом. В результате исследований разработана методика ГЖХ (газожидкостной хроматографии) с внутренним стандартом определения содержания хамазулена в сырье *A. millefolium* и установлены ее метрологические характеристики. Проведены сравнительные исследования двух методик (ГЖХ и фотоколориметрической) определения хамазулена в эфирном масле *A. millefolium*. Установлено, что в эфирном масле сорта Эней (целое растение) содержание хамазулена находилось на уровне 41,69 % (метод ГЖХ) и 38,91 % (метод фотоколориметрии), а у сорта Миллециум соответственно – 49,22 и 47,98 %. При фотоколориметрическом определении содержания хамазулена результаты были на 1,2 и 2,8 % ниже результатов по ГЖХ. В образцах эфирного масла из отдельных фракций растения (листьев, соцветий, стеблей), наблюдалась такая же картина, то есть, фактическая разница между результатами двух методов была на уровне 1,0–3,0 %. Разработанная методика позволяет наиболее точно определить содержание хамазулена в эфирных маслах различных фракций растительного сырья *A. millefolium* и может быть использована для контроля качества эфирного масла.

Ключевые слова: *Achillea millefolium L.*, методика, хамазулен, газохроматографический анализ.

Введение

Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium L.*) – самый распространенный вид рода тысячелистников (*Achillea L.*), широко применяется в официальной и народной медицине. Это растение включено в фармакопею Российской Федерации [1] и в фармакопеи других стран мира (Нидерланды, Швейцария, Швеция, Финляндия, Румыния, Австралия, Украина, Беларусь и др.) [2–4].

Тысячелистник характеризуется ярко выраженным полиморфизмом, многокомпонентностью и непостоянством химического состава, в том числе эфирного масла [5, 6]. В то же время имеются данные о наличии в составе эфирного масла *A. millefolium* веществ с антифлогистическими свойствами – хамазулен (1,4-диметил-7-этилазулена). При этом содержание хамазулена в различных образцах эфирных масел неодинаковое и зависит от количественного соотношения в растениях непрохамазуленовых и прохамазуленовых сесквитерпеновых лактонов (предшественников хамазулена), биосинтез которых зависит от набора хромосом и условий произрастания [7, 8]. Известно, что хамазулен в нативном виде в растениях не содержится, а образуется в процессе дистилляции при термическом разложении ахиллицина и матрицина, с образованием ароматической системы азулена [9, 10]. Присутствие хамазулена в эфирном масле можно обнаружить по окраске эфирного

масла, что придает маслу синий цвет даже в очень малых концентрациях. Хамазулен определяет регенеративные, противовоспалительные, кровоостанавливающие и противоожоговые свойства эфирного масла *A. millefolium* и может содержаться в большом диапазоне концентраций (от следовых количеств до 70 %) в зависимости от фазы вегетации растений, фракционного состава и сортовых особенностей сырья, региона выращивания, погодных-климатических условий и других факторов. По данным литературы, контроль качества эфирного масла предполагает количественное определение в нем хамазулена, при этом применяют различное аналитическое оборудование и методики [11–15].

В настоящее время для определения содержания хамазулена в эфирном масле азulenосодержащих растений (тысячелистник обыкновенный, ромашка аптечная, пижма обыкновенная) применяют следующие методы:

- тонкослойная хроматография с последующим колориметрическим (фотометрическим) определением хамазулена [11, 12];
- УФ-спектрофотометрия, основанная на определении удельного показателя поглощения при длине волны 358 нм [4];
- газожидкостная хроматография с масс-спектрометрией [9];
- спектрофотометрия с прямым расчетом концентрации по молярному коэффициенту экстинкции [13];
- спектрофотометрия с применением пикриновой кислоты [14];
- фотоколориметрия [15].

Известные методики количественного определения хамазулена в эфирных маслах характеризуются трудоемкостью проведения анализа процесса, применения малодоступных реактивов в качестве стандартных образцов, а также значительной относительной ошибкой определения. Кроме того, при низком содержании хамазулена в эфирном масле эти методы могут давать недостоверные результаты.

Цель исследований – разработка методики количественного определения хамазулена в эфирном масле *Achillea millefolium* L. с применением газохроматографического метода с внутренним стандартом.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2017 г. в отделе переработки и стандартизации эфиромасличного сырья ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма». Материал исследований – свежесобранное сырье двух сортов *Achillea millefolium* L.: Миллениум и Эней (селекция ФГБУН «НИИСХ Крыма»). Сырье представляло собой свежесрезанную в фазу массового цветения на 15–20 см от уровня почвы надземную облиственную часть растений. Эфирное масло получали методом гидродистилляции по Клевенджеру [16]. Эфирное масло – легкоподвижная жидкость, синего или темно-синего цвета с характерным бальзамическим запахом, который присущ запаху растений *A. millefolium*. Содержание хамазулена в эфирном масле определяли фотоколориметрическим методом по калибровочному графику, построенному с использованием раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия в фосфатном буфере [15] и разработанным газохроматографическим методом. В наших исследованиях фотоколориметрический метод выбран в качестве контрольного, так как он является альтернативой методу газожидкостной хроматографии определения хамазулена в эфирных маслах азulenосодержащих растений. Метрологическую обработку результатов проводили согласно рекомендациям [17].

Результаты исследований и их обсуждение

Суть разработанного метода заключается в хроматографическом разделении компонентов эфирного масла с последующим определением массовой доли хамазулена. Для этого экспериментально установлены параметры проведения измерения.

Исследования проводили на хроматографе Кристалл 2000М с пламенно-ионизационным детектором. Условия хроматографирования: капиллярная колонка длиной 50000 см, внутренний диаметр – $3,2 \times 10^{-2}$ см, неподвижная фаза: ПЭГ-20М. Температура термостата: программирование от 80 °С продолжительностью шесть минут, далее программирование со скоростью 3 °С/мин до 182 °С, температура испарителя – 230 °С, температура детектора – 240 °С. Газ-носитель – азот, давление на входе в колонку 75 кПа продолжительностью шесть минут, далее со скоростью – 0,50 кПа/мин. до 92,0 кПа. Деление потока 1/50. Объем пробы 5×10^{-2} см³. В качестве внутреннего стандарта использовали β-фенилэтиловый спирт (CAS-№: 60-12-8) с чистотой 98 %. В качестве внутреннего стандарта можно использовать и другие химически чистые вещества, отсутствующие в анализируемой смеси, но структурно похожие на определяемое соединение, пик внутреннего стандарта на хроматограмме должен быть полностью отделен от пиков других соединений и должен располагаться рядом с пиком определяемого вещества.

В ходе исследований из полученных образцов эфирного масла отбирали навеску массой от 0,0500 г до 0,1000 г и помещали в стеклянный бюкс вместимостью 10 см³ с притертой пробкой, затем добавляли от 0,0100 г до 0,0500 г (точная навеска) внутреннего стандарта по массе или объему в виде раствора, содержащего такую же массу стандарта. Содержимое бюкса тщательно перемешивали встряхиванием. Пробу эфирного масла отбирали микрошприцем и вводили в испаритель хроматографа.

Массовую долю хамазулена в эфирном масле C_x рассчитывали по формуле:

$$C_x = \frac{S_x \cdot m_{\text{вн.ст.}} \cdot \chi_{\text{вн.ст.}}}{S_{\text{вн.ст.}} \cdot m_{\text{образца}}} \cdot 100$$

Где: S_x – площадь пика хамазулена, мм²;

$m_{\text{вн.ст.}}$ – масса навески внутреннего стандарта, г;

$\chi_{\text{вн.ст.}}$ – чистота внутреннего стандарта (не менее 98), %;

$S_{\text{вн.ст.}}$ – площадь пика внутреннего стандарта, мм²;

$m_{\text{образца}}$ – масса навески эфирного масла, г;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

Вычисления проводили с точностью до третьего десятичного знака, с последующим округлением результата до второго десятичного знака.

Метрологические характеристики разработанной методики определяли в серии последовательных и параллельных определений. Установлено, что расхождение между результатами двух параллельных определений (сходимость) не должно превышать 0,1 % при содержании хамазулена до 10 %; 0,8 % при содержании хамазулена – от 10 до 60 % и 1,0 % при содержании хамазулена более 60 % в эфирном масле. Абсолютная ошибка измерения при R_{095} не должна превышать $\pm 1,0$ %.

Хроматограмма эфирного масла *A. millefolium* с внутренним стандартом, полученного из целых растений в фазу массового цветения представлена на рисунке 1.

Для сравнения разработанной нами и контрольной (фотоколориметрической) методик были проведены исследования по определению содержания хамазулена в эфирном масле тысячелистника двух сортов: Эней и Миллениум. Полученные результаты исследований представлены в таблице 1.

Исследования показали, что фракционный состав сырья *A. millefolium* представлен листьями, стеблями и соцветиями (у сорта Эней в процентном соотношении 38,1; 31,1; 30,8, у сорта Миллениум соответственно 42,6; 29,1; 28,3). При этом содержание эфирного масла у сорта Эней было практически на одном уровне в листьях и соцветиях (0,90 % на абсолютно сухую массу), у сорта Миллениум в соцветиях содержание эфирного масла было в 2,5 раза выше, чем в листьях (см. таблицу 1).

Содержание хамазулена в эфирном масле соцветий сорта Эней было выше, чем в эфирном масле из листьев на 9–11 %, а у сорта Миллениум – на 9–10 % ниже.

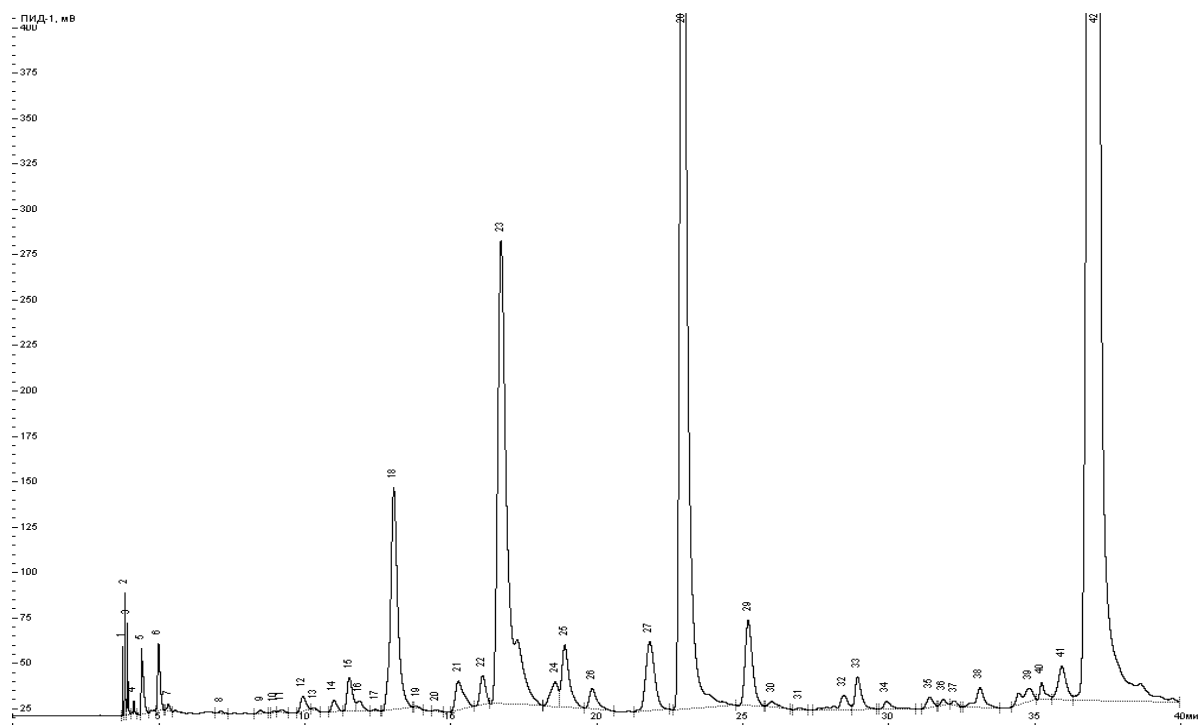


Рисунок 1 – Типичная хроматограмма эфирного масла *A. millefolium* с внутренним стандартом

Примечание. 1. α -пинен; 2. Камфен; 3. Сабинен; 4. β -пинен; 5. Мирцен; 6. *p*-цимен; 7. Эвкалиптол; 13. γ -терпинен; 14. Транс- β -оцимен; 15. Сабинен гидрат; 18. Камфора; 22. γ -терпинеол; 23. Борнеол; 26. Гераниол; 27. Терпинен-4-ол; 28. Внутренний стандарт; 29. α -терпинеол; 30. Борнилацетат; 31. Карвакрол; 32. Эвгенол; 33. Кариофиллен; 35. Кариофиллен оксид; 39. β -кадинол; 42. Хамазулен.

Таблица 1 – Содержание эфирного масла в растениях *A. millefolium* и хамазулена в эфирном масле

Орган растения	Фракционный состав сырья, %	Массовая доля, % m/m				
		влаги	эфирного масла		хамазулена	
			на сырую массу	на абсолютно сухую массу	ГЖХ	фотоколориметрия
сорт Эней						
Листья	38,1	60,5 ± 0,2	0,30 ± 0,02	0,90 ± 0,04	61,70 ± 1,0	59,40 ± 1,0
Стебли	31,1	67,0 ± 0,2	0,08 ± 0,01	0,20 ± 0,01	37,62 ± 0,6	36,15 ± 0,8
Соцветия	30,8	70,0 ± 0,2	0,28 ± 0,02	0,90 ± 0,04	71,92 ± 1,0	70,06 ± 1,0
Целое	100,0	65,8 ± 0,2	0,22 ± 0,01	0,60 ± 0,03	41,69 ± 0,6	38,91 ± 0,9
сорт Миллениум						
Листья	42,6	62,15 ± 0,2	0,10 ± 0,01	0,33 ± 0,02	63,24 ± 1,0	62,56 ± 1,2
Стебли	29,1	69,45 ± 0,2	следы	следы	следы	следы
Соцветия	28,3	70,23 ± 0,2	0,24 ± 0,02	0,81 ± 0,04	54,66 ± 0,8	52,85 ± 0,8
Целое	100,0	69,15 ± 0,2	0,14 ± 0,01	0,45 ± 0,03	49,22 ± 0,6	47,98 ± 0,8

Из приведенных данных также видно, что в эфирном масле сорта Эней (целое растение) содержание хамазулена находилось на уровне 41,69 % (метод ГЖХ) и 38,91 % (метод фотоколориметрии), а у сорта Миллениум – 49,22 и 47,98 % соответственно. При фотоколориметрическом определении содержания хамазулена результаты были на 1,2 и 2,8 % ниже результатов по ГЖХ. В образцах эфирного масла, полученных из отдельных

фракций растения (листьев, соцветий, стеблей), наблюдалась такая же картина, то есть, фактическая разница между результатами двух методов была на уровне 1,0–3,0 %.

Исходя из вышеизложенного следует, что для определения содержания хамазулена в эфирном масле *A. millefolium* можно использовать два метода в зависимости от наличия в лабораториях соответствующего оборудования и химреактивов.

Выводы

Разработана газохроматографическая методика с внутренним стандартом определения содержания хамазулена в эфирном масле *Achillea millefolium* L.

Проведены сравнительные исследования двух методик (ГЖХ и фотоколориметрической) определения хамазулена в эфирном масле *A. millefolium*. Установлено, что разработанная методика позволяет наиболее точно определить содержание хамазулена в эфирных маслах различных фракций растительного сырья *A. millefolium*. Данная методика отвечает основным требованиям аналитической пригодности: надежности и специфичности.

Литература

1. Государственная Фармакопея СССР. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. Изд. 11-е. Вып. 2. М.: Медицина, 1989. 400 с.
2. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Общие и частные фармакопейные статьи. Том 2. Минск, 2007. С. 431–433.
3. Державна фармакопея України, перше видання, доповнення 2 // Під. ред. Гризодуба О. І. Харків: РІРЕГ, 2008. С. 420–423.
4. Сурнина Н. Т. Изучение химического состава и биологической активности густого экстракта и шрота травы тысячелистника обыкновенного. Дисс. ... канд. фарм. наук. Курск: Курский государственный медицинский университет, 2002. 168 с.
5. Калинкина Г. И., Дембицкий А. Д., Березовская Т. П. Химический состав эфирных масел некоторых видов тысячелистника флоры Сибири // Химия растительного сырья. 2000. Т. 4. № 3. С. 13–16.
6. Юсубов М. С., Калинкина Г. И., Дрыгунова Л. А., Покровский Л. М., Королук Е. А., Ткачев А. В. Химический состав эфирного масла тысячелистников обыкновенного (*Achillea millefolium* L.) и азиатского (*Achillea asiatica* Serg.) // Химия растительного сырья. 2000. № 3. С. 25–32.
7. Данилейко И. Р., Апыхтин Н. Н., Племенков В. В. Содержание хамазулена в эфирном масле тысячелистника обыкновенного, произрастающего на различных почвах // Вестник Балтийского Федерального Университета имени И. Канта. 2012. № 7. С. 33–37.
8. Коновалов Д. А. Природные азулены // Растительные ресурсы. 1995. Т. 31. Вып. 1. С. 101–132.
9. Покровская И. С., Мазова О. В., Апыхтин Н. Н., Маркин В. И., Племенков В. В. Хемотаксономия тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*) // Химия растительного сырья. 2009. № 3. С. 85–88.
10. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения // Под ред. Яковлева Г. П., Блиновой К.Ф. СПб.: изд-во СПХВА, 2002. 407 с.
11. Ognianov I., Lesseva I. Method for the quantitative determination of azulene in *Matricaria chamomilla* oil // Доклады Болгарской АН. 1956. Т. 9. Вып. 3. С. 33–39.
12. Stahl E. Thin layer chromatography for characterization of pharmacopeia drugs. 5. Chamomile flowers flores Chamomillae // Arzneimittel-Forschung. 1969. Vol. 19. No. 11. P. 1892.
13. Палей Р. В. Химический состав эфирного масла *Achillea millefolium* L. и его модификация. Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. Казань: Казанский государственный медицинский университет, 1998. 18 с.
14. Шишмарева Т. М. Применение пикриновой кислоты для количественного анализа хамазулена в цветках *Matricaria chamomilla* // Химия растительного сырья. 2016. № 3. С. 95–101.
15. ДСТУ 5057:2008. Масло эфирное тысячелистника обыкновенного. Технические условия. Киев: Госпотребстандарт, 2010. 13 с.
16. ГОСТ 34213-2017. Сырье эфиромасличное цветочно-травянистое. Методы отбора проб, определения влаги, примесей и эфирного масла. Введ. 2019-01-01. М.: Стандартинформ, 2018. 23 с.
17. Государственная Фармакопея СССР. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. 11-е изд. Вып. 1. М.: Медицина, 1987. 336 с.

References

1. State Pharmacopoeia of the USSR. General methods of analysis. Medicinal plant raw material. 11th ed. Vol. 2. Moscow: Meditsina, 1989. 400 p.
2. State Pharmacopoeia of the Republic of Belarus. General and private pharmacopoeia articles. Vol. 2. Minsk, 2007. P. 431–433.
3. State Pharmacopoeia of Ukraine, 1st ed., addition 2 // Ed. by Grizodub O. I. Kharkov: RIREG, 2008. P. 420–423.
4. Sumina N. T. Study of chemical composition and biological activity of thick extract and meal of common yarrow herb. Thesis ... Cand. Sc. (Pharm.). Kursk: Kursk State Medical University, 2002. 168 c.
5. Kalinkina G. I., Dembitskii A. D., Berezovskaya T. P. The chemical composition of essential oils of some species of yarrow flora of Siberia // Khimiia rastitel'nogo syr'ia (Chemistry of plant raw material). 2000. Vol. 4. No 3. P. 13–16.
6. Yusubov M. S., Kalinkina G. I., Drygunova L. A., Pokrovskii L. M., Korolyuk E. A., Tkachev A. V. Chemical composition of essential oil of yarrow ordinary (*Achillea millefolium* L.) and Asian (*Achillea asiatica* Serg.) // Khimiia rastitel'nogo syr'ia (Chemistry of plant raw material). 2000. No. 3. P. 25–32.
7. Danileiko I. R., Apykhtin N. N., Plemenkov V. V. The content of chamazulene in the essential oil of yarrow, which grows on different soils // IKBFU's Vestnik. Ser. "Natural and Medical Sciences". 2012. No. 7. P. 33–37.
8. Konovalov D. A. Natural azulenes // Rastitelnye resursy. 1995. Vol. 31. Iss. 1. P. 101–132.
9. Pokrovskaya I. S., Mazova O. V., Apykhtin N. N., Markin V. I., Plemenkov V. V. Chemotaxonomy of yarrow (*Achillea millefolium*) // Khimiia rastitel'nogo syr'ia (Chemistry of plant raw material). 2009. No. 3. P. 85–88.
10. Encyclopaedic dictionary of medicinal plants and animal products. 2nd ed. // Ed. by Yakovlev G. P., Blinova K. F. Saint-Petersburg: publishing house of SPKhVA, 2002. 407 p.
11. Ognianov I., Lesseva I. Method for the quantitative determination of azulene in *Matricaria chamomilla* oil // The reports of the Bulgarian Academy of Sciences. 1956. Vol. 9. Is. 3. P. 33–39.
12. Stahl E. Thin layer chromatography for characterization of pharmacopoeia drugs. 5. Chamomile flowers flores Chamomillae // Arzneimittel-Forschung. 1969. Vol. 19. No. 11. P. 1892.
13. Paley R. V. The chemical composition of the essential oil of *Achillea millefolium* L. and its modification. Autors abstract diss. ... Cand. Sc. (Chem.). Kazan: Kazan State Medical University, 1998. 18 p.
14. Shishmareva T. M. The use of picric acid for the quantitative analysis of chamazulene in the flowers of *Matricaria chamomilla* // Khimiia rastitel'nogo syr'ia (Chemistry of plant raw material). 2016. No. 3. P. 95–88.
15. DSTU 5057:2008. Essential oil of yarrow. Technical conditions. Kiev: Gospotrestandart, 2010. 13 p.
16. GOST 34213-2017. Essential oil floral-herbal raw material. Methods of sampling, determining the moisture, impurities and essential oil. Adopted 2019-01-01. Moscow: Standartinform, 2018. 23 p.
17. State Pharmacopoeia of the USSR. General methods of analysis. Medicinal plant raw material. 11th ed. Vol. 1. Moscow: Meditsina, 1989. 336 p.

UDC 633.81:543.8

Timasheva L. A., Pekhova O. A., Danilova I. L.

METHODOLOGY FOR THE CHAMAZULENE DETERMINATION IN THE RAW MATERIAL OF *ACHILLEA MILLEFOLIUM* L.

Summary. *Achillea millefolium* L. is one of the well-known medicinal plants used in both official and folk medicine, as well as in the food industry and perfumery and cosmetic production. In the Russian Federation, the quality of raw materials is controlled by the content of essential oil and its main components, including chamazulene. The presence of chamazulene in the essential oil is detected by the color, namely blue. Chamazulene has the category of aromatic hydrocarbons, molecular formula: $C_{14}H_{16}$, molecular weight (in E. M.): 184,277, CAS 529-05-5 (chemical compounds database). Thin-layer chromatography followed by colorimetric analysis; spectrophotometry, gas-liquid chromatography, photocolometry, etc. are used to determine the content of chamazulene in the essential oil of azulene-containing plants. Yet, currently used methods are characterized by the complexity of the analysis, labor-intensiveness, absence of reagents (standard samples), as well as a significant relative error in determination. The aim of our study was to develop methods for the quantitative determination of chamazulene in the essential oil of *Achillea millefolium* L. using gas chromatography with an internal standard. Our research resulted in the development of GLC

technique (gas-liquid chromatography) with an internal standard for determining the content of chamazulene in the raw material of A. millefolium, and also its metrological characteristics were established. Comparative studies of two methods (GLC and photocolourimetry) for determination of chamazulene content in the essential oil of A. millefolium were carried out. It was experimentally determined that the content of chamazulene in the essential oil of the Eney variety (whole plant) was at the level of 41.69 % (GLC) and 38.91 % (photocolourimetry), and Millennium variety – 49.22 and 47.98 %, respectively. When determining the content of chamazulene using photocolourimetry, the results were 1.2 and 2.8 % lower than GLC results. In samples of essential oil obtained from different parts of plant (leaves, inflorescences, stems), the same results were obtained, i.e. the actual difference between the results of two methods was at the level of 1.0–3.0 %. The developed method makes it possible to provide an accurate determination of the content of chamazulene in the essential oils of various fractions of A. millefolium raw material and can be used to control the quality of the essential oil.

Keywords: *Achillea millefolium L., methodology, chamazulene, gas chromatography (GC) analysis.*

Тимашева Лидия Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующая отделом переработки и стандартизации эфиромасличного сырья, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Пехова Ольга Антоновна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела переработки и стандартизации эфиромасличного сырья, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Данилова Ирина Львовна, научный сотрудник отдела переработки и стандартизации эфиромасличного сырья, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Timasheva Lidia Alekseevna, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher, head of Department of processing and standardization of essential oil raw materials, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Pekhova Olga Antonovna, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher of Department of processing and standardization of essential oil raw materials, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Danilova Irina Lvovna, researcher, of Department of processing and standardization of essential oil raw materials, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Дата поступления в редакцию – 19.09.2018.

Дата принятия к печати – 01.10.2018.