

УДК 615.664.014.57

DOI:10.18413/2313-8955-2017-3-4-61-69

Чистякова А.С.<sup>1</sup>  
Гудкова А.А.<sup>1</sup>  
Сорокина А.А.<sup>2</sup>  
Сливкин А.И.<sup>1</sup>

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ТРАВЫ ГОРЦА ПОЧЕЧУЙНОГО  
МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет, Университетская площадь 1,  
Воронеж, 394018, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет),  
ул. Трубецкая, д.8, стр. 2, 119991, Москва, Россия

*E-mail: anna081189@yandex.ru*

**Аннотация.** Семейство гречишные (*Polygonaceae*), довольно широко распространённое по всей европейской части России, включает большое количество близкородственных видов, схожих по своим морфологическим признакам, но обладающих различным фармакологическим действием. В связи с множественным полиморфизмом рода *Polygonum*, возникают проблемы при идентификации и заготовке сырья. Учитывая вышесказанное, необходимо проведение более полного изучения компонентного состава представителей данного рода с помощью современных высокоточных методов анализа. С использованием метода газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС) изучена возможность идентификации компонентов состава травы горца почечуйного. Установлено присутствие 62 компонентов, среди которых соединения фенольной природы, сахара, жирные кислоты и др.

**Ключевые слова:** горец почечуйный; трава; сырьё; газовая хромато-масс-спектрометрия.

A.S. Chistyakova<sup>1</sup>  
A.A. Gudkova<sup>1</sup>  
A.A. Sorokina<sup>2</sup>  
A.I. Slivkin<sup>1</sup>

**INVESTIGATION OF HERBS COMPOSITION  
*POLYGONUM PERSICARIA* WITH THE METHOD  
OF GAS CHROMIC-MASS-SPECTROMETRY**

<sup>1</sup> Voronezh State University, Universitetskaya sq. 1, Voronezh, 394018, Russia

<sup>2</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University Ministry of Health of Russia  
(Sechenovsky University), Trubetskaya st., 8, p. 2, 119991, Moscow, Russia

*E-mail: anna081189@yandex.ru*

**Abstract.** The buckwheat family (*Polygonaceae*), quite widespread throughout the European part of Russia, includes a large number of closely related species, similar in their morphological features, but having a different pharmacological effect. In connection with the multiple polymorphism of the genus *Polygonum*, problems arise in the identification and procurement of raw materials. Taking into account the above, it is necessary to conduct a more complete study of the component composition of representatives of this genus using modern high-precision methods of analysis. Using the method of gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), the possibility of identifying components of the composition of *polygonum persicaria* herbs has been studied. The presence of 62 components was found, among them phenolic compounds, sugars, fatty acids, etc.

**Keywords:** *Polygonum persicaria*; herba; raw material; gas chromatography – mass spectrometry.

**Введение.** Газовая хроматография – масс-спектрометрия (ГХ-МС) – метод количественного и качественного анализа широкого круга соединений, открывающий большие перспективы во многих областях, таких как токсикология, медицина, фармацевтическая промышленность. ГХ-МС – комбинация двух мощных аналитических инструментов: газовой хроматографии, обеспечивающей высокоэффективное разделение компонентов сложных смесей в газовой фазе, и масс-спектрометрии, позволяющей идентифицировать как известные, так и неизвестные компоненты смеси [1].

Широкий диапазон биологической активности фенольных соединений привлекает внимание исследователей к таксонам, богатым этими веществами. К таковым относятся виды рода *Persicaria* (сем. *Polygonaceae*), в том числе и горец почечуйный (*Polygonum persicaria* L.), которые используются как в народной, так и в официальной медицине. Согласно более ранним исследованиям, основными группами биологически активных соединений (БАВ), входящими в состав травы горца почечуйного, являются фенольные соединения, витамины, полисахариды, соединения стероидной природы и др. [4, 5, 6, 7, 11]. В последнее время большинство исследований посвящено определению индивидуальных компонентов химического состава лекарственных растений, пищевых добавок, напитков методами хроматографии [2, 3, 9, 10]. Одним из наиболее распространённых является метод ГХ-МС, с помощью которого, при наличии стандартных образцов, возможна идентификация и определение индивидуальных веществ в объектах.

В последнее время метод ГХ-МС все чаще находит свое применение для анализа лекарственного растительного сырья (ЛРС) и лекарственных растительных препаратов [2, 3, 8, 10].

**Цель работы** – исследование компонентного состава травы горца почечуйного методом ГХ – МС.

**Методы исследования.** Объектом исследования являлась измельченная высушенная трава горца почечуйного заготовленная в

2016 году в Воронежской области, летом в фазу цветения.

**ГХ-МС. Пробоподготовка:** Взвешивали 1-10 мг образца в 2 мл реакционной виале (пузырьке), далее прибавляли 1,0 мл абсолютного пиридина (Acros Organics, CAS 11086-1) и 200 мкл силилирующего реагента – BSTFA + 1%TMCS (или N,O-бис(триметилсилил)трифторацетамид + 1,0% триметилхлорсилана) Supelco, Cat. No. 360244-U, смесь выдерживали при 70 градусах в термостате, в течении 30-40 мин. Затем, 50 мкл образца, подготовленного, как описано выше, растворяли в 1,0 мл хлористого метилена. Полученный раствор – анализировали.

Для анализа применяли хроматограф газовый Agilent 7890B с МС-интерфейсом Agilent 5977A MSD. Ионизация – электронный удар, энергия ионизации 70 эВ, сканирование 30-550 а.е.м. (Да). Газ-носитель – гелий (1,0 мл/мин); термостат 50°C – 3 минуты, 50-190°C 10 мин, 190-250° 20 мин, 300°C 10 мин.

Инжекция – 1 мкл, деление потока 80:1. Колонка неполярная HP-5MS UI 30м x 0.25мм, 0.25мкм. Идентификацию соединений проводили по характеристичным m/z с использованием базы спектров встроенной в программную оболочку аналитического оборудования, а также литературных данных [6].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В результате исследования были получены масс спектры 62 веществ органической природы, из которых идентифицировано 22. По данным таблицы 1 видно, что состав обнаруженных соединений очень разнообразен: 3 вещества спиртовой природы (эритритол ( $t_R=13,353$  min), глицерин ( $t_R=7,730$  min), ксилит ( $t_R=18,205$  min)), 4 сахара (D-фруктоза ( $t_R=19,018$  min), D-фруктопириноза ( $t_R=19,970$  min), галактопириноза ( $t_R= 21,699$  min), сахароза ( $t_R=21,699$  min)), 2 вещества антоциановой природы ( $t_R= 20,138$  и  $21,394$  min), галловая кислота ( $t_R=22,729$  min), изофлавоон, 2 жирных кислоты (пальмитиновая ( $t_R= 23,982$ ,  $25,270$  min), стеариновая ( $t_R= 26,937$ ,  $27,042$ ,  $27,476$  min)), риботимидин ( $t_R=31,495$  min), и фитостерол ( $t_R=42,355$  min), а также различ-

ные органические кислоты (пирослизевая кислота ( $t_R=4,839$  min)) (табл. 1).  
Таблица 1

**Результаты ГХ-МС анализа травы горца почечуйного**

Table 1

**Results GC-MS analysis of herb polygonum persicaria**

№ п/п	Время удерживания	Площадь пика, %	Идентифицированное соединение
1	4,839	4,55	Пирослизевая кислота
2	6,736	1,6	Мочевина
3	6,96	1,56	Диэтиленгликоль
4	7,73	100	<b>Глицерин</b>
5	10,734	3,02	Гидрокоричная кислота
6	13,171	1,01	Ванилиновая кислота
7	13,353	14,92	<b>Эритритол</b>
8	18,205	32,16	<b>Ксилит</b>
9	18,975	1,52	Не идентифицировано
10	19,081	2,76	D-фруктоза
11	19,97	25,48	<b>D-фруктофураноза</b>
12	20,138	5,7	Не идентифицировано
13	20,194	4,83	Не идентифицировано
14	21,349	3,44	Антоцианы
15	21,699	26,96	<b>Галактопираноза</b>
16	22,224	13,37	Не идентифицировано
17	22,518	2,73	Не идентифицировано
18	22,624	3,3	Не идентифицировано
19	22,729	2,13	Галловая кислота
20	23,513	18,85	Талоза
21	23,982	31,74	<b>Пальметиновая кислота</b>
22	25,27	6,44	Маргариновая кислота
23	26,937	51,89	<b>Линолевая кислота</b>
24	27,042	62,67	<b>Стеариновая кислота</b>
25	27,476	5,21	Стеариновая кислота
26	28,372	2,41	Не идентифицировано
27	30,025	1,5	Не идентифицировано
28	30,452	5,62	Не идентифицировано
29	30,529	2,2	Не идентифицировано
30	31,495	11,19	<b>Риботимидин</b>
31	31,67	1,79	Не идентифицировано
32	31,817	2,85	Не идентифицировано
33	33,428	16,57	Не идентифицировано
34	33,638	8,83	Не идентифицировано
35	33,981	1,88	Не идентифицировано
36	34,506	4,23	Не идентифицировано
37	34,688	27,87	<b>Сахароза</b>
38	35,031	4,11	Не идентифицировано
39	35,241	1,88	Не идентифицировано
40	35,353	1,64	Не идентифицировано
41	35,549	2,19	Не идентифицировано
42	36,775	2,8	Не идентифицировано
43	36,936	1,8	Не идентифицировано
44	37,272	6,34	Не идентифицировано

45	37,678	9,3	Не идентифицировано
46	37,93	2,74	Не идентифицировано
47	38,252	1,46	Не идентифицировано
48	38,378	0,76	Не идентифицировано
49	38,805	2,61	Не идентифицировано
50	39,659	1,34	Катехин
51	39,862	2,02	Не идентифицировано
52	40,037	2,14	Не идентифицировано
53	40,444	3,83	Не идентифицировано
54	40,577	1,4	Не идентифицировано
55	41,088	1,42	Не идентифицировано
56	41,977	3,53	Не идентифицировано
57	42,355	5,77	Фитостерол
58	42,852	2,53	Не идентифицировано
59	43,104	36,21	Не идентифицировано
60	43,706	1,15	Не идентифицировано
61	44,575	1,22	Не идентифицировано
62	45,828	2,34	Не идентифицировано

На рис. 1-9 приведены хроматограммы некоторых идентифицированных соединений.

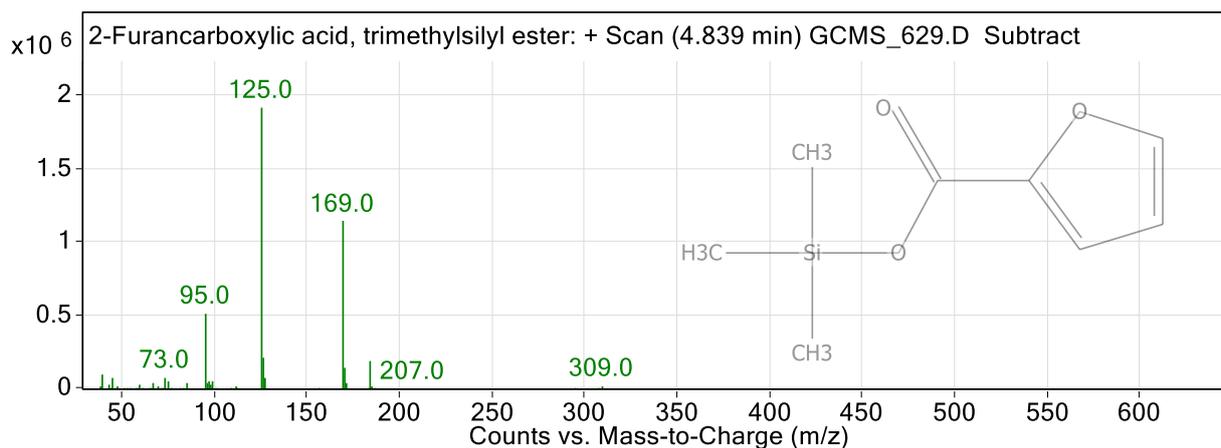


Рис. 1. ГХ-МС хроматограмма пирослизиевой кислоты  
Fig. 1. GC-MS chromatogram of pyroslizic acid

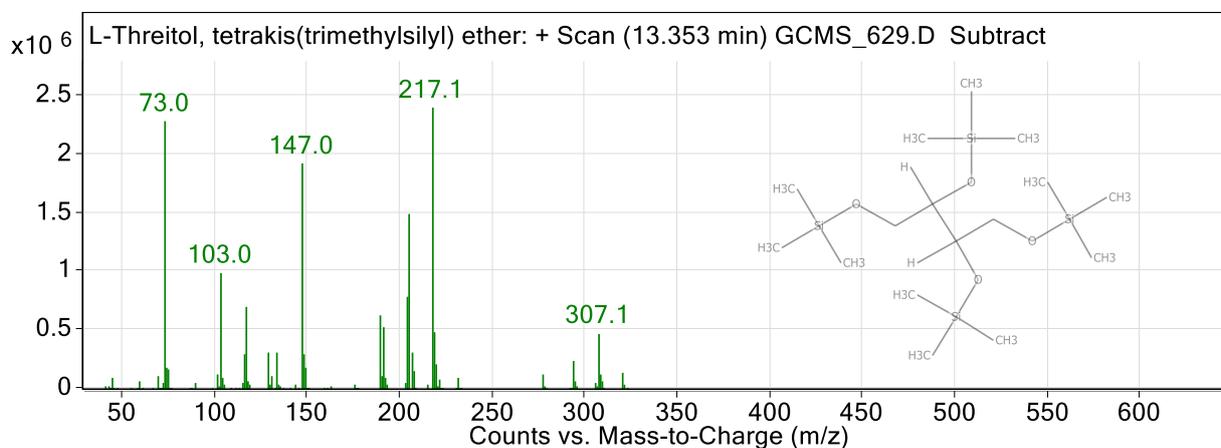


Рис. 2. ГХ-МС хроматограмма эритрола  
Fig. 2. GC-MS chromatogram of erythrol

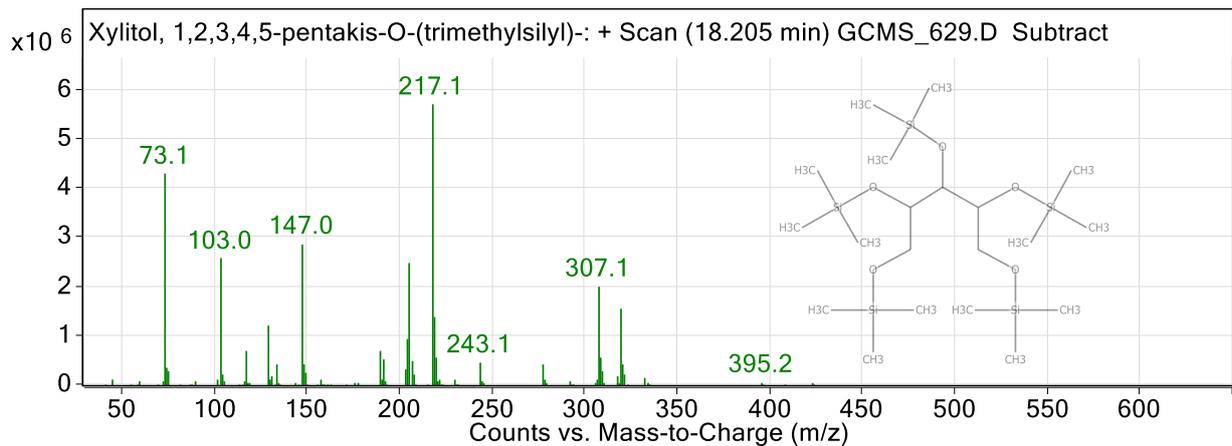


Рис. 3. ГХ-МС хроматограмма ксилитола  
Fig. 3. GC-MS chromatogram of xylitol

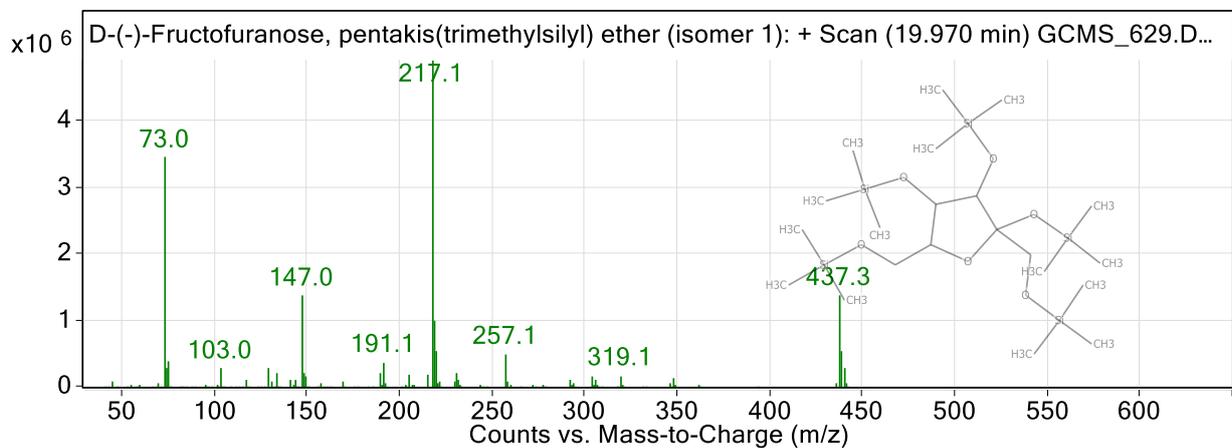


Рис. 4. ГХ-МС хроматограмма фруктофуранозы  
Fig. 4. GC-MS chromatogram of fructofuranose

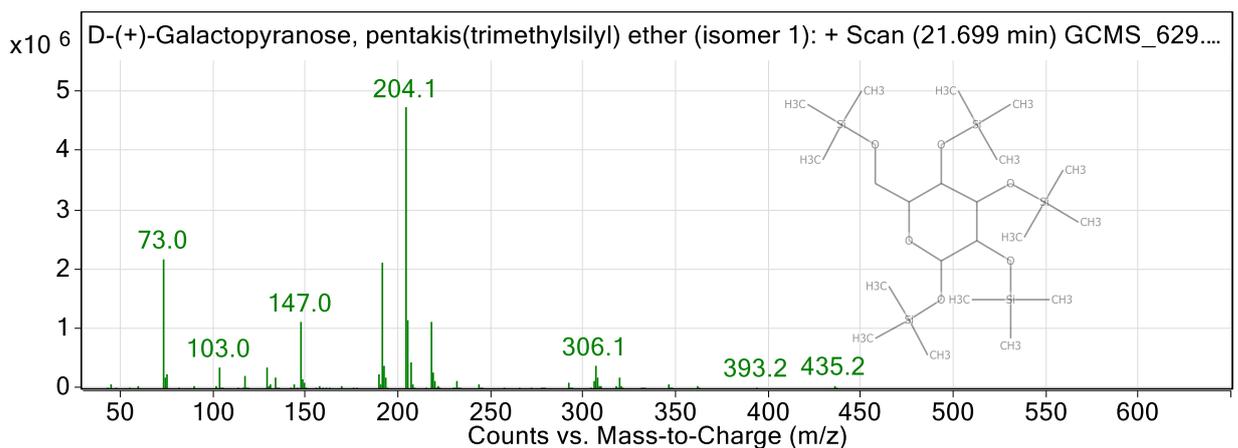


Рис. 5. ГХ-МС хроматограмма галактопиранозы  
Fig. 5. GC-MS chromatogram of galactopyranose

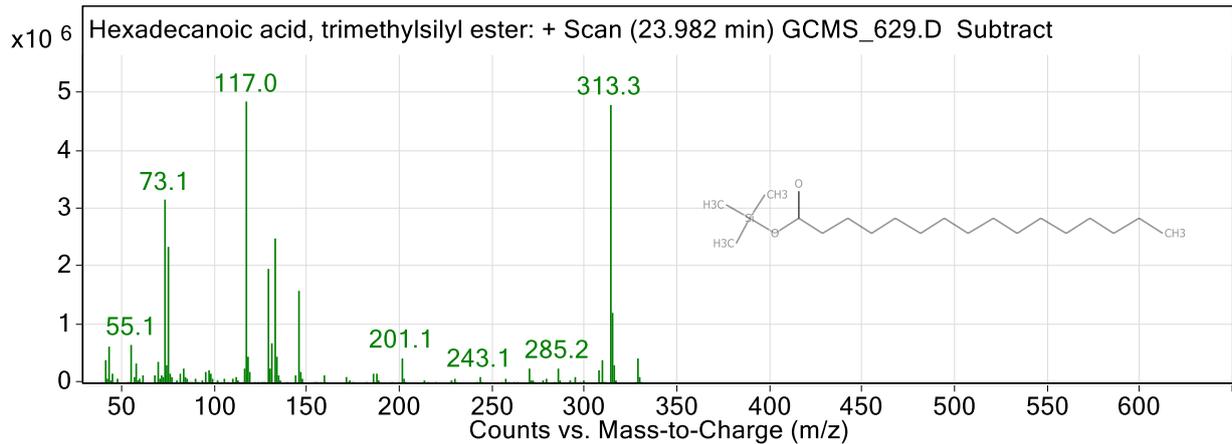


Рис. 6. ГХ-МС хроматограмма пальмитиновой кислоты  
Fig. 6. GC-MS chromatogram of palmitic acid

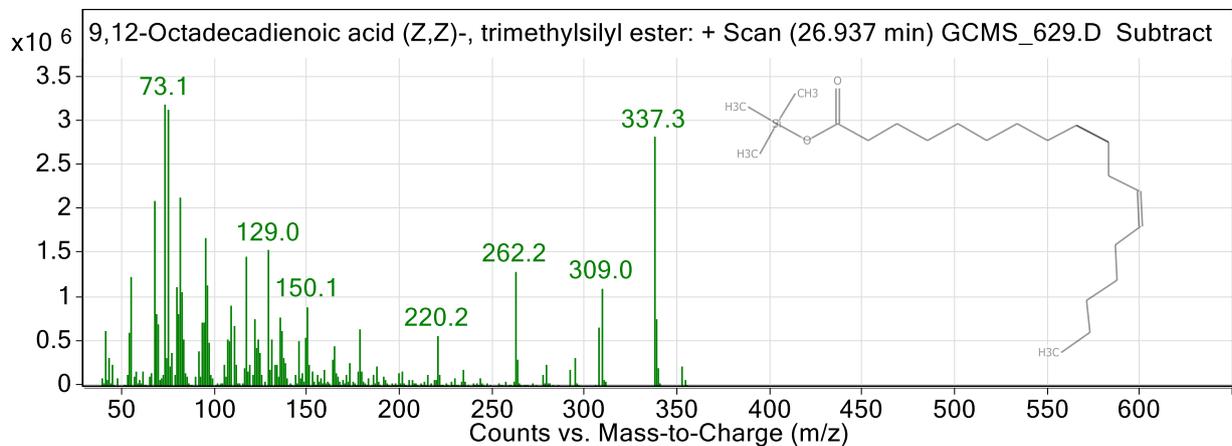


Рис. 7. ГХ-МС хроматограмма линолевой кислоты  
Fig. 7. GC-MS chromatogram of linoleic acid

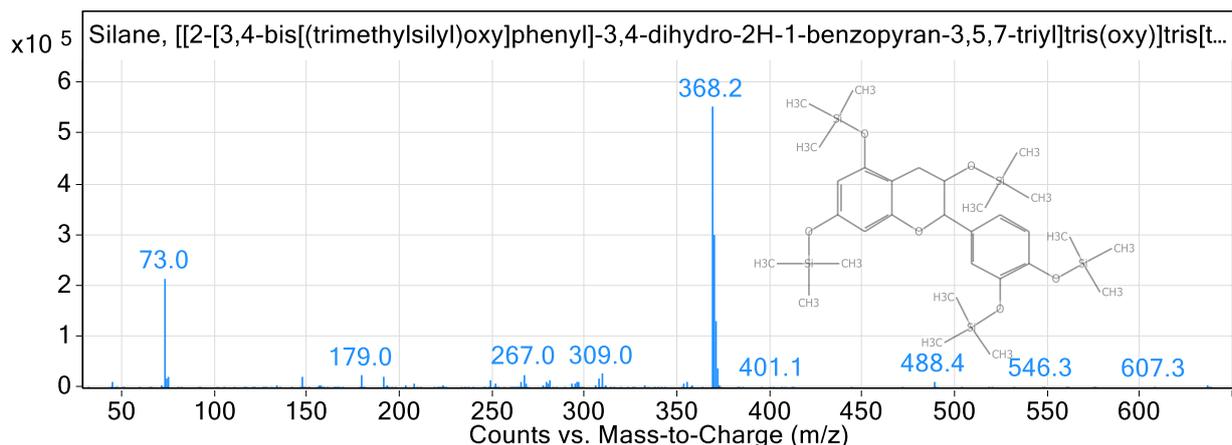


Рис. 8. ГХ-МС хроматограмма катехина  
Fig. 8. GC-MS chromatogram of catechin

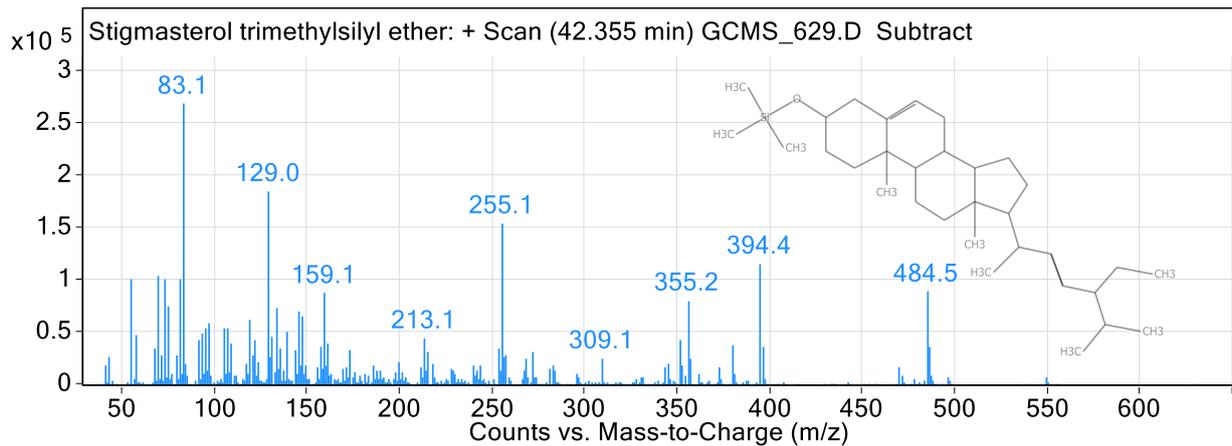


Рис. 9. ГХ-МС хроматограмма фитостерола  
Fig. 9. GC-MS chromatogram of phytosterol

Анализируя полученные данные, необходимо отметить, что определение структуры входящих в состав травы горца почечуйного фенольных соединений по осколочным ионам может быть затруднено ввиду сходства путей фрагментации, а также тем, что массы молекулярных ионов триметилсилил-производных ди- и три- кофеилхинных кислот довольно велики, поэтому их идентификация с помощью ГХ-МС лимитируется более подробными исследованиями и вероятно возможностями масс-спектрометра.

Метод ГХ – МС подходит для определения структуры соединений, массы молекулярных ионов которых не столь велики – например, сахаров, как свободных, так и входящих в структуру сложных молекул.

Так как площадь пика на масс-хроматограмме может косвенно служить для определения уровня компонента в пробе, из таблицы 1 видно, что трава горца почечуйного содержит большое количество различных сахарных остатков, а также стероидных соединений и жирных кислот.

### Заключение

Впервые для анализа компонентного состава травы горца почечуйного применен метод ГХ-МС. Показана возможность использования метода ГХ-МС для анализа углеводного состава растительного сырья. В результате работы идентифицированы сахарные компоненты травы горца почечуйного: эритритол, глицерин, ксилит, D-фруктоза, галактопириноза, сахароза; фенольные соединения – галловая кислота, изофлавоны; стероидные соеди-

нения, фитостерол и жирные кислоты – пальметиновая, линолевая, стеариновая кислоты и другие соединения.

*В отношении данной статьи не было зарегистрировано конфликта интересов.*

### Список литературы

1. Гладилов В.Д., Подольская Е.П. Возможности применения метода ГХ-МС // *Научное приборостроение.* 2010. Т. 20. №4. С. 36-49.
2. Верниковская Н.А., Темердашев З.А. Идентификация и хроматографическое определение фенольных соединений в тысячелистнике обыкновенном // *Аналитика и контроль.* 2012. Т.16. №2. С.188-195.
3. Ефремов А.А., Шаталина Н.В., Стрижева Е.Н., Первышина Г.Г. Влияние экологических факторов на химический состав некоторых дикорастущих растений Красноярского края // *Химия растительного сырья.* 2002. №3. С. 53-56.
4. Высочина Г.Н. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишные : дис. ... д-ра биол. наук. / Г.Н. Высочина. Новосибирск. 2002. 410 с.
5. Вагабова Ф.А., Гасанов Р.З., Рамазова А.Р., Курамагамедов М.К. Изменчивость суммарного содержания флавоноидов и антиоксидантной активности надземных органов *PERSICARIA MACULATA* (Rafin) флоры Дагестана // *Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки.* 2011. №4. С. 34-38.
6. Мальцева А.А., Чистякова А.С., Сорокина А.А., Сливкин А.И., Ткачева А.С., Карлов П.М. Количественное определение дубильных веществ в траве горца почечуйного // *Вестник Воронеж-*

ского государственного университета. Сер. Химия. Биология. Фармация. 2013. № 2. С. 203-205.

7. Мальцева А.А., Чистякова А.С., Сорокина А.А., Сливкин А.И., Логунова С.А. Количественное определение флавоноидов в траве горца почечуйного // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. Фармация. 2013. № 2. С. 199-202.

8. Темердашев З.А., Фролов Н.А., Колычев И.А., Цюпко Т.Г. Определение фенольных соединений и флавоноидов в водных экстрактах лекарственных растений // Зав. Лаборатория. Диагностика материалов. 2011. №11. С. 18-22.

9. Темердашев З.А., Фролова Н.А., Колычев И.А., Определение фенольных соединений в лекарственных растениях методом обращеннофазной ВЭЖХ // Ж. аналит. Химия. 2011. Т.66. С. 417-424.

10. Фармакогностическое и хромато-масс-спектрометрическое исследование надземных частей тимьяна марокканского и тимьяна маршала / Коренская И.М., Измалкова И.Е., Сливкин А.И., Фалалеев А.В., Мальцева А.А. // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. Фармация. 2016. № 4. С. 137-141.

11. Chomenka J. Flavonoidų ir fenolinių junginių kiekio bei antioksidantinio aktyvumo įvairavimo *Polygonum persicaria* L. žolėje tyrimas: Magistro baigiamasis darbas // J. Chomenka. Kaunas. 2015. 46 p.

12. Mohammad M. M., Vishal L., Vidya P. Gas Chromatography- Mass Spectroscopy Analysis of Oil Extracted from Freshwater Edible Crab (*Barytelphusa Cunicularis*) / Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences // July–August 2016 RJPBCS 7(4), Pp. 1840-1847.

### References

1. Gladilovich, V.D., Podolskaya, E.P. (2010) "Possibilities of application of GC-MS method" *Scientific instrument making*. 20, 36-49. Russian.

2. Vernikovskaya, N.A., Temerdashev, Z.A. (2012) "Identification and chromatographic determination of phenolic compounds in the yarrow" *Analytical and control*. 16 (2). 188-195. Russian.

3. [The influence of environmental factors on the chemical composition of some wild plants of the Krasnoyarsk Territory] in Efremov A.A., Shatalina N.V., Strizheva E.N., Pervyshina G.G (2002). *Chemistry of plant raw materials*. 3. 53-56. Russian.

4. Vysochina, G.N. (2002) "Phenolic compounds in the taxonomy and phylogeny of the buckwheat family: dis. ... Dr. Biol. sciences. G.N. Vysočina. " *Novosibirsk*. 410. Russian.

5. Vagabova, F.A., Gasanov, R.Z., Ramazova, A.R., Kuramagamedov, M.K. Proceedings (2011) "Variability of the total content of flavonoids and antioxidant activity of the aerial organs *PERSICARIA MACULATA* (Rafin) of the flora of Dagestan of the Dagestan State Pedagogical University." *Informative and exact sciences*. 4. 34-38. Russian.

6. Maltseva, A.A., Chistyakova, A.S., Sorokina, A.A., Slivkin, A.I., Tkacheva, A.S., Karlov, P.M (2013) "Quantitative determination of tannins in the mountain of the mountaineer of the pochechuyun" *Bulletin of Voronezh State University. Ser. Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2. 203-205. Russian.

7. Maltseva, A.A., Chistyakova, A.S., Sorokina, A.A., Slivkin, A.I., Logunova, S.A. (2013) "Quantitative determination of flavonoids in the grass of the mountaineer of the pochechuyun" *Bulletin of Voronezh State University. Ser. Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2. 199-202. Russian.

8. Temerdashev, Z.A., Frolov, N.A., Kolychev, I.A., Tsyupko, T.G. (2011) "Determination of phenolic compounds and flavonoids in aqueous extracts of medicinal plants" *Head. Laboratory. Diagnostics of materials*. 11. 18-22. Russian.

9. Temerdashev, Z.A., Frolova, N.A., Kolychev, I.A. (2011) "Determination of phenolic compounds in medicinal plants by the reversed-phase HPLC method" *Zh. Analit. Chemistry*, 66. 417-424. Russian.

10. Korenskaya, I.M., Izmailkova, I.E., Slivkin, A.I., Falaleev, A.V., Maltseva, A.A. (2016) "Pharmacognostic and chromatographic study of the aerial parts of thyme of Moroccan and thyme marshal" *Bulletin of Voronezh State University. Ser. Chemistry. Biology. Pharmacy*. 4. 137-141. Russian.

11. Chomenka, J. (2015) "Flavonoidų ir fenolinių junginių kiekio bei antioksidantinio aktyvumo įvairavimo *Polygonum persicaria* L. žolėje tyrimas: Magistro baigiamasis darbas" in J. Chomenka. Kaunas, 46.

12. Mohammad, M.M., Vishal, L., Vidya, P. (2016) "Gas Chromatography- Mass Spectroscopy Analysis of Oil Extracted from Freshwater Edible Crab (*Barytelphusa Cunicularis*)" / *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* // July–August 2016 RJPBCS 7(4). 1840-1847.

**Чистякова Анна Сергеевна**, к.фарм.н., ассистент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета

**Гудкова Алевтина Алексеевна**, к.фарм.н., доцент кафедры управления и экономики фармации и фармакогнозии фармацевтического факультета

**Сорокина Алла Анатольевна**, д.фарм.н., профессор кафедры фармацевтического естествознания Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

**Сливкин Алексей Иванович**, к.фарм.н., профессор, зав. кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии, декан фармацевтического факультета

**Chistyakova Anna Sergeevna**, PhD in Pharmacy, Assistant of chair of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology of pharmaceutical faculty

**Gudkova Alevtina Alekseevna**, PhD in Pharmacy, Associate Professor of the department of management and economics of pharmacy and pharmacognosy

**Sorokina Alla Anatolievna**, Doctor in Pharmacy, professor of chair of pharmaceutical natural sciences, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

**Slivkin Alexey Ivanovich**, Doctor in Pharmacy, professor, manager of faculty of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology, the dean of pharmaceutical faculty