

ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ ТОЛУОЛЬНОГО ЭКСТРАКТА ТЫСЯЧЕЛИСТНИКА ОБЫКНОВЕННОГО (*ACHILLED MILLEFOLIUM L.*, СЕМЕЙСТВО АСТРОВЫЕ – *ASTERACEAE*) (СООБЩЕНИЕ II)

В.В. ПЛАТОНОВ*, Б.Г. ВАЛЕНТИНОВ**, Г.Т. СУХИХ***, В.Е. ФРАНКЕВИЧ***, В.А. ДУНАЕВ**, М.В. ВОЛОЧАЕВА***

*ООО «Террапромвест», ул. Перекопская, д. 5б, г. Тула, 300045, Россия

**Медицинский институт, Тульский государственный университет,
ул. Болдина, д. 128, г. Тула, 300012, Россия

***ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. В.И.Кулакова, ул. Опарина, д.4, г. Москва, 117513, Россия

Аннотация. Цель исследования – детальное изучение химического состава органического вещества тысячелистника обыкновенного с целью установления основных биохимических процессов, ответственных за формирование состава последнего; расширение набора соединений к уже известным в литературе по фитотерапии лекарственных растений, определение новых направлений фармакологического действия препаратов на основе тысячелистника обыкновенного. Приведены результаты изучения химического состава толуольного экстракта-продукта последовательной исчерпывающей экстракции тысячелистника обыкновенного методом хромато-масс-спектрометрии, позволившей идентифицировать 129 индивидуальных соединений, для которых определено количественное содержание, получены масс-спектры и структурные формулы, рассчитан структурно-групповой состав экстракта. Основу экстракта определяют углеводороды, сложные эфиры, стеринны и карбоновые кислоты, на долю которых приходится: 43,59; 15,47; 15,33 и 7,59 (масс. % от экстракта), соответственно содержание кетонов, спиртов, альдегидов и кремнийорганических соединений – 3,77; 2,77; 1,68 и 6,49 (масс. % от экстракта). Присутствие фенолов и гликозидов не установлено; фрагменты фурана и пирана входят в состав структур отдельных спиртов и кетонов. Основываясь на особенности химического состава, можно утверждать, что фармакологическое действие толуольного экстракта тысячелистника обыкновенного определяется именно содержанием углеводородов, при доминировании алкенов, алкинов, аренов и циклоалканов; стериннов типа: *Betulin*, *Lupeol*, γ -*Sitosterol* и *Sitostenon*, *Campesterol*, *24-Noroleana-3.12-dien*; карбоновых кислот, содержащих в углеводородной цепи до трех двойных и тройных связей, а также сложных эфиров, преимущественно образованных *Oxalic* и *Benzeneacetic acid*. Несомненно, определенный вклад в направленность фармакологического действия данного экстракта, вносят кремнийорганические соединения, доля которых – 6,49 (масс. % от экстракта).

Ключевые слова: экстракт толуола, масс-спектрометрия, структурно-групповой состав, тысячелистник.

CHROMATO-MASS SPECTROMETRY OF TOLUENE EXTRACT OF COMMON YARROW (*ACHILLED MILLEFOLIUM L.*, *ASTERACEAE* FAMILY) (MESSAGE II)

V.V. PLATONOV*, B.G. VALENTINOV**, G.T. SUKHIKH***, V.E. FRANKEVICH***, V.A. DUNAEV**, M.V. VOLOCHAEVA***

*LLC "Terraprominvest", Perekopskaya Str., 5b, Tula, 300045, Russia

**Medical Institute, Tula State University, Boldin Str., 128, Tula, 300012, Russia

***FSBI "National Medical Research Center for Obstetrics and Gynecology and Perinatology named after V.I. Kulakov", Oparin Str., 4, Moscow, 117513, Russia

Abstract. The research purpose is a detailed study of the chemical composition of the organic matter of the common yarrow in order to establish the main biochemical processes responsible for the formation of the composition of the latter; expansion of the set of compounds to those already known in the literature on herbal medicine of medicinal plants, determination of new directions of the pharmacological action of drugs based on yarrow. The results of the study of the chemical composition of the toluene extract-product of the sequential exhaustive extraction of yarrow by the method of chromato-mass spectrometry allow to identifying 129 individual compounds. For which the quantitative content was determined, mass spectra and structural formulas were obtained, the structural-group composition of the extract were calculated. The basis of the extract is determined by hydrocarbons, esters, sterols and carboxylic acids, which account for: 43.59; 15.47; 15.33 and 7.59 (wt. % of the extract), respectively, the content of ketones, alcohols, aldehydes and organosilicon compounds - 3.77; 2.77;

1.68 and 6.49 (wt. % of the extract). The presence of phenols and glycosides has not been established; fragments of furan and pyran are part of the structures of individual alcohols and ketones. Based on the peculiarities of the chemical composition, it can be argued that the pharmacological action of the toluene extract of yarrow is determined precisely by the content of hydrocarbons, with the dominance of alkenes, alkynes, arenes and cycloalkanes; sterol type: *Betulin*, *Lupeol*, γ -*Sitosterol* и *Sitostenon*, *Campesterol*, *24-Noroleana-3.12-dien*; carboxylic acids containing up to three double and triple bonds in the hydrocarbon chain, as well as esters, mainly formed by *Oxalic* and *Benzeneacetic acids*. Undoubtedly, a certain contribution to the direction of the pharmacological action of this extract is made by organosilicon compounds, the share of which is 6.49 (wt. % of the extract).

Keywords: toluene extract, mass spectrometry, structural group composition, yarrow.

Цель исследования – детальное изучение химического состава органического вещества тысячелистника обыкновенного с целью установления основных биохимических процессов, ответственных за формирование состава последнего; расширение набора соединений к уже известным в литературе по фитотерапии лекарственных растений, определение новых направлений фармакологического действия препаратов на основе тысячелистника обыкновенного, с учетом вновь полученных сведений химического состава его толуольного экстракта.

Материалы и методы исследования. Подробная характеристика лекарственного растения – тысячелистника обыкновенного, его химический состав, фармакологическое действие даны в [1-5, 8, 9].

Твёрдый остаток сырья после его экстракции *n*-гексаном высушивался до постоянной массы, взвешивался и подвергался экстракции *толуолом* в аппарате Сокслета. Экстракция при температуре кипения толуола продолжалась до достижения значения коэффициента преломления последнего равного его исходному значению. Продолжительность экстракции составила 24 часа. Затем *толуол* отгонялся в вакуумном роторном испарителе, остаток в виде тёмно-зелёного маслянистого продукта дополнительно выдерживался в вакуумном сушильном шкафу до полного удаления *толуола*, охлаждался и взвешивался, с определением выхода экстракта.

Химический состав толуольного экстракта тысячелистника обыкновенного исследовался хромато-масс-спектрометрией при следующих условиях.

Газовый хроматограф GC-2010, соединенный с тройным квадрупольным масс-спектрометром GCMS-TQ-8030 под управлением программного обеспечения (ПО) GCMS Solution 4.11.

Идентификация и количественное определение содержания соединений осуществлялись при следующих условиях хроматографирования: ввод пробы с делением потока (1:10), колонка ZB-5MS (30 м × 0.25 мм × 0.25 мкм), температура инжектора 280°C, газ-носитель – гелий, скорость газа через колонку 29 мл/мин.

Регистрация аналитических сигналов проводилась при следующих параметрах масс-спектрометра: температура переходной линии и источника ионов 280 и 250°C, соответственно, электронная ионизация (ЭИ), диапазон регистрируемых масс от 50 до 500 Да [7-11].

Результаты и их обсуждение. Хроматограмма толуольного экстракта дана на рис. 1.

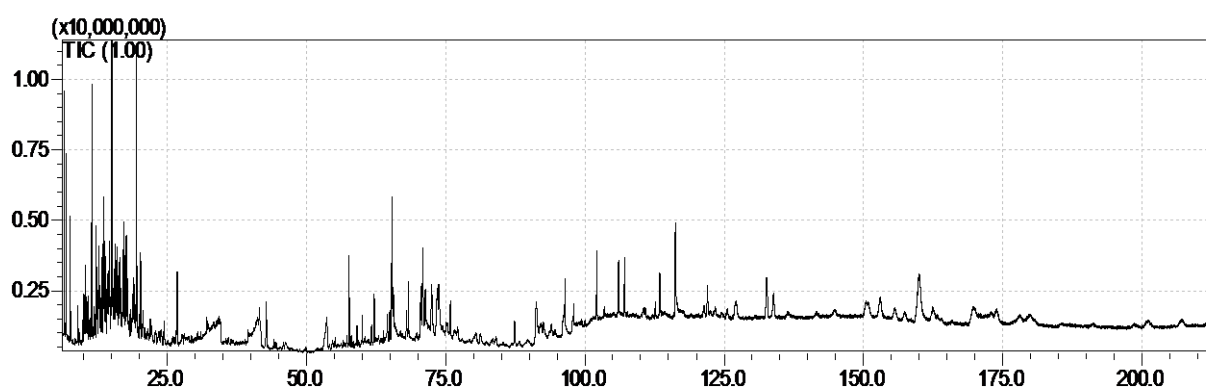


Рис. 1. Хроматограмма

Перечень идентифицированных индивидуальных соединений, их количественное содержание приведены в табл., которая была использована для расчета структурно-группового состава экстракта.

Список соединений

1	6.502	1,76	<i>Ethylbenzene</i>
2	6.807	1,19	<i>o-Xylene</i>
3	6.849	1,09	<i>p-Xylene</i>
4	7.785	0,21	<i>Octane, 2,5,6-trimethyl-</i>
5	8.998	0,31	<i>Octane, 2,3,7-trimethyl-</i>
6	9.195	0,16	<i>1-Hexene, 3,5,5-trimethyl-</i>
7	9.799	0,24	<i>Benzene, propyl-</i>
8	9.926	0,17	<i>Cyclopentane, 1-butyl-2-ethyl-</i>
9	10.032	0,22	<i>Heptane, 1,1'-oxybis-</i>
10	10.164	0,22	<i>Nonane, 2-methyl-</i>
11	10.307	0,67	<i>Benzoylformic acid</i>
12	10.400	0,68	<i>Octane, 2,3,6-trimethyl-</i>
13	10.896	0,36	<i>Cyclopentane, 1,2-dimethyl-3-(1-methylethyl)-</i>
14	11.146	0,14	<i>Cyclopropane, 1,1-dimethyl-2-(2-methyl-2-propenyl)-</i>
15	11.342	1,11	<i>Benzene, 1,2,3-trimethyl-</i>
16	11.495	1,75	<i>Oxalic acid, isobutyl octyl ester</i>
17	11.853	0,37	<i>Ethane, 1-(9-borabicyclo[3.3.1]non-9-yl)oxy-2-phenyl-</i>
18	12.138	0,2	<i>Pentane, 2,2,3,4-tetramethyl-</i>
19	12.323	0,52	<i>Benzene, 1-ethyl-2-methyl-</i>
20	12.674	0,74	<i>Cyclopentane, 1-methyl-2-(2-propenyl)-, trans-</i>
21	12.786	0,47	<i>Cyclopentane, butyl-</i>
22	12.858	0,32	<i>Decane, 3,7-dimethyl-</i>
23	12.917	0,14	<i>5-Undecene, 4-methyl-</i>
24	13.081	0,32	<i>Cyclopentane, 1-butyl-2-propyl-</i>
25	13.276	0,32	<i>Benzene, 1,2-diethyl-</i>
26	13.384	0,83	<i>Benzene, 1-methyl-3-propyl-</i>
27	13.520	0,37	<i>3-Undecene, 6-methyl-, (E)-</i>
28	13.568	0,93	<i>Benzene, butyl-</i>
29	13.640	1,66	<i>Oxalic acid, 2-ethylhexyl ethyl ester</i>
30	13.806	0,78	<i>Sulfurous acid, decyl 2-ethylhexyl ester</i>
31	13.880	0,72	<i>Benzene, 1-methyl-4-propyl-</i>
32	14.019	0,71	<i>Decane, 3-methyl-</i>
33	14.271	0,57	<i>Benzene, 1-ethyl-2,3-dimethyl-</i>
34	14.385	0,6	<i>p-Cymene</i>
35	14.457	0,21	<i>Benzene, (2-methyl-1-propenyl)-</i>
36	14.530	0,55	<i>Cycloheptane, methyl-</i>
37	14.599	1,04	<i>Benzene, 4-ethyl-1,2-dimethyl-</i>
38	14.717	0,61	<i>Cyclopentaneethanol, .beta.,2,3-trimethyl-</i>
39	14.800	0,32	<i>1,12-Tridecadiene</i>
40	14.926	0,39	<i>Cycloheptanemethanol</i>
41	15.075	4,26	<i>Oxalic acid, isobutyl nonyl ester</i>
42	15.154	0,56	<i>Benzene, (1,1-dimethylpropyl)-</i>
43	15.453	0,32	<i>Butyric acid, 2-phenyl-, dec-2-yl ester</i>
44	15.621	0,97	<i>Cyclodecene, 1-methyl-</i>
45	15.764	0,56	<i>(1R,5S,6R)-2,7,7-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-en-6-yl acetate</i>
46	15.899	0,47	<i>Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-</i>
47	16.009	0,64	<i>1-Undecene, 4-methyl-</i>
48	16.210	0,39	<i>trans-Decalin, 2-methyl-</i>
49	16.413	0,79	<i>Vinylcyclohexyl ether</i>
50	16.566	0,86	<i>3-Tetradecene, (E)-</i>
51	16.671	0,76	<i>Benzene, 1-methyl-2-(2-propenyl)-</i>
52	17.042	0,24	<i>1H-Indene, 2,3-dihydro-4-methyl-</i>
53	17.206	1,93	<i>(S,E)-2,5-Dimethyl-4-vinylhexa-2,5-dien-1-yl acetate</i>

54	17.406	0,68	<i>Benzeneacetic acid, 3-tetradecyl ester</i>
55	17.509	0,41	<i>Benzene, 1,3-diethyl-5-methyl-</i>
56	17.647	1,01	<i>1-Iodo-2-methylnonane</i>
57	17.798	0,46	<i>Benzene, 1-methyl-4-(2-methylpropyl)-</i>
58	17.945	0,59	<i>Undecane, 3-methyl-</i>
59	18.226	0,21	<i>p-Toluic acid, 2,6-dimethylnon-1-en-3-yn-5-yl ester</i>
60	18.495	0,55	<i>9-Eicosyne</i>
61	18.766	0,36	<i>5-Tetradecene, (E)-</i>
62	19.011	1,37	<i>2-Naphthalenol, 1,2-dihydro-, acetate</i>
63	19.367	0,26	<i>Benzene, (3-methyl-2-butenyl)-</i>
64	19.533	3,53	<i>Tridecane</i>
65	20.030	0,18	<i>Dodecane, 1-chloro-</i>
66	20.245	0,94	<i>Decane, 2,6,7-trimethyl-</i>
67	20.671	0,6	<i>Cyclohexane, 1,2,4-trimethyl-</i>
68	21.000	0,28	<i>(1-Methoxymethoxy-but-2-enyl)-benzene</i>
69	22.992	0,28	<i>Tetradecane, 1-chloro-</i>
70	24.469	0,74	<i>Dodecane, 2,7,10-trimethyl-</i>
71	26.287	0,12	<i>Benzene, (2,2-dimethyl-1-methylenepropyl)-</i>
72	28.092	0,22	<i>1,3-Cyclopentadiene, 5,5-dimethyl-2-ethyl-</i>
73	32.164	0,33	<i>Hexadecane</i>
74	35.976	0,18	<i>3,6-Heptadien-2-ol, 2,5,5-trimethyl-, (E)-</i>
75	39.507	0,23	<i>.alpha.-Guaiene</i>
76	42.815	0,81	<i>1-Naphthalenol, 1,2,3,4,4a,7,8,8a-octahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-, 1R-(1.alpha.,4.beta.,4a.beta.,8a.beta.)]-</i>
77	44.223	0,24	<i>2-(4a,8-Dimethyl-2,3,4,5,6,8a-hexahydro-1H-naphthalen-2-yl)propan-2-ol</i>
78	45.911	0,13	<i>Sesquicineole</i>
79	49.903	0,12	<i>Chamazulene</i>
80	53.695	2,2	<i>Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-</i>
81	54.143	0,15	<i>2,3,3-Trimethyl-2-(3-methylbuta-1,3-dienyl)-6-methylenecyclohexanone</i>
82	55.189	0,23	<i>2-Propanol, 1-chloro-, phosphate (3:1)</i>
83	56.655	0,15	<i>cis,cis-7,10,-Hexadecadienal</i>
84	57.282	0,25	<i>2-Butenal, 2-methyl-4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-</i>
85	57.651	1,42	<i>3-Octadecyne</i>
86	58.048	0,27	<i>2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-</i>
87	59.079	0,32	<i>7-Octadecyne, 2-methyl-</i>
88	59.396	0,1	<i>(1R,7S,E)-7-Isopropyl-4,10-dimethylenecyclodec-5-enol</i>
89	60.050	0,44	<i>3-Eicosyne</i>
90	61.699	0,35	<i>Isoaromadendrene epoxide</i>
91	62.163	0,97	<i>Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-</i>
92	63.859	0,24	<i>Dibutyl phthalate</i>
93	64.560	0,45	<i>Cycloheptane, 4-methylene-1-methyl-2-(2-methyl-1-propen-1-yl)-1-vinyl-</i>
94	64.977	0,44	<i>2,6-Dimethyl-8-(tetrahydropyran-2-yloxy)-octa-2,6-dien-1-ol</i>
95	65.369	3,09	<i>n-Hexadecanoic acid</i>
96	65.600	0,68	<i>Ethyl tridecanoate</i>
97	67.983	0,59	<i>Estafiatin</i>
98	68.337	0,78	<i>Cyclooctasiloxane, hexadecamethyl-</i>
99	70.922	2,04	<i>10,12,14-Nonacosatriynoic acid</i>
100	73.509	1,37	<i>1,8,11-Heptadecatriene, (Z,Z)-</i>
101	73.745	1,79	<i>9,12,15-Octadecatrienoic acid, (Z,Z,Z)-</i>
102	77.165	0,65	<i>Reynosin</i>
103	81.246	0,63	<i>3.alpha.,4.beta.-Dihydroxy-1,5,7.alpha.(H),6.beta.(H)-guai-10(15), 11(13)-dien-6,12-olide</i>
104	84.031	0,45	<i>Octadecane, 1-chloro-</i>
105	93.966	0,36	<i>5-Chlorovaleramide, N-(2-fluorophenyl)-</i>

106	96.100	0,91	2-[4-methyl-6-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)hexa-1,3,5-trienyl]cyclohex-1-en-1-carboxaldehyde
107	97.780	0,29	1,7-Dimethyl-4-(1-methylethyl)cyclodecane
108	97.971	0,45	2-methyloctacosane
109	103.485	0,21	Ethanol, 2-(9-octadecenyloxy)-, (Z)-
110	112.611	0,37	Pentadecanal-
111	113.440	0,99	Cyclononasiloxane, octadecamethyl-
112	116.253	2,47	Tetratetracontane
113	121.381	0,39	.alpha.-Amyrin
114	123.418	0,65	Carbonic acid, octadecyl vinyl ester
115	125.572	0,61	Cholesta-4,6-dien-3-ol, (3.beta.)-
116	127.174	1,65	.beta.-Sitosterol acetate
117	132.606	2,05	Dotriacontane, 1-iodo-
118	141.547	0,37	Campesterol
119	144.800	0,77	Stigmasterol
120	152.995	2,1	.gamma.-Sitosterol
121	155.598	1,45	24-Noroleana-3,12-diene
122	157.392	0,6	Acetic acid, 3-hydroxy-7-isopropenyl-1,4a-dimethyl-2,3,4,4a,5,6,7,8-octahydronaphthalen-2-yl ester
123	160.023	3,35	4H-1-Benzopyran-4-one, 2-(3,4-dimethoxyphenyl)-5-hydroxy-3,6,7-trimethoxy-
124	162.470	1,64	24-Norursa-3,12-diene
125	172.867	0,44	.gamma.-Sitostenone
126	173.896	1,55	Tetracosamethyl-cyclododecasiloxane
127	178.010	1,3	1,1,6-trimethyl-3-methylene-2-(3,6,9,13-tetramethyl-6-ethenyl-10,14-dimethylene-pentadec-4-enyl)cyclohexane
128	180.033	2,4	Lupeol
129	201.199	1,03	Betulin

Распределение групп соединений толуольного экстракта следующее (масс. % от экстракта): углеводороды (43,59); сложные эфиры (15,47); стерины (15,33), карбоновые кислоты (7,59); кремнийорганические соединения (6,49); кетоны (3,77); спирты (2,77); альдегида (1,68); фенолы и гликозиды – отсутствуют; фрагменты фурана и пирана входят в состав молекул отдельных спиртов и кетонов.

Состав углеводорода определяется содержанием (масс. % от экстракта): н-алканов ($C_{12}-C_{44}$) – 9,29; изоалканов (C_9-C_{29}) – 6,08; н-алкенов (C_9-C_{17}), содержащих от 1 до 3-х двойных связей (3,86); н- и изоалкинов (C_{18}, C_{19}, C_{20}) – 2,70; аренов – 13,03 и циклоалканов, терпенов – 8,60; т.е. основная доля приходится на н- и изоалканы – 15,37; арены, в основном, алкилпроизводные бензола – 13,03 и циклоалканы – 8,60; алкенов и алкинов – 6,59.

Стерины характеризуются большим разнообразием по структуре, и соответственно, по физиологической активности. Наибольший интерес представляют *Betulin* (7.01), *Lupeol* (16.33), *24-Norursa-3.12-dien* и *24-Noroleana-3.12-dien* (11.16 и 9,86), γ -*Sitosterol* (14.29) и *Stigmasterol* (6,24), β -*Sitosterol acetat* (11,22), *Cholesta-4,6-dien-3-ol.(3.β.)-(4,12)*, *Campesterol* (2.52) (масс. % от суммы стеренов), определяющие широкий спектр фармакологического действия.

Особенностью карбоновых кислот является высокое содержание в их составе 9,12,15-*Octadecatrienoic acid (Z,ZZ)(C₁₈)* – в углеводородной цепи три двойных связей (23,58) и 10,12,14-*Nonacosatrienoic acid (C₂₉)* – три тройных связей (26,88), а также *Benzoylformic acid* (8,83) (масс. % от суммы кислот). На долю предельной жирной карбоновой кислоты: *Hexadecanoic acid (C₁₆)* приходится – 40,71 (масс. %).

Следующими поставщиками карбоновых кислот являются сложные эфиры, дающие при ферментативном биохимическом и кислотном гидролитическом гидролизе значительные количества шавелевой, на долю эфиров которой приходится – 49,56 (масс. % от суммы эфиров), серной и *Benzencacetic acid, n-Toluic acid*.

Спирты, содержащиеся в толуольном экстракте имеют достаточно сложное строение, например: *1-Naphthalcnol, 1,2,3,4,4a,7,8,8a-octahydro-1,6-dimethyl)-, [1R-(1.α,4.β.,4a.β.,8a.β)]*; *2,6-Dimethyl-8-(tetrahydropyran-2-yloxy)-octa-2,6,dien-1-ol*; *Z-Naphthalenol, 1,2-dihydro-, acetat, Cycloheptanemethanol, 3,6,-Heptadien-2-ol,2,5,5-trimethyl-, (E)* и другие.

Среди альдегидов только *Pentadecanal* имеет простое строение, присутствует структура альдегида: *cis, cis-7,10-Hexadecadienal*, содержащая две двойные связи, а также имеются соединения более сложного строения: *2-methyl-4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)*; *2-[4-methyl-6-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)hexa-1,3,5-trienyl]-cyclohex-1-en-1-carboxaldehyd*.

Кетоны представлены тремя соединениями: *2,3-Trimethyl-2-(3-methylbuta-1,3-dienyl)-6-metgelenecyclohexanon*; *6,10,14-Tromethyl-2-Pentanon* и *4H-1-Benzopyran-4-one,2-(3,4-dimethoxyphenyl)-5-hydroxy-3,6,7-tremethoxy*.

Для толуольного экстракта тысячелистника обыкновенного характерно достаточно высокое содержание кремнийорганических соединений типа: *Cyclohexasiloxan*, *dodecamehtyl cyclooctasiloxan*, *hexadeecamethyl*, *cyclononasiloxan*, *octadecamethyl* и другие, что можно отметить особенностью биосинтеза органического вещества рассматриваемого лекарственного растения.

Анализ всего комплекса данных, полученных в результате изучения химического состава толуольного экстракта тысячелистника обыкновенного, структурно-группового распределения различных групп соединений, их количественного содержания, а самое, главное, особенностей структуры последних, позволяет сделать достаточно научно-обоснованный вывод о широком спектре и специфичности фармакологического действия экстракта.

Присутствие в составе углеводородной фракции полиеновых (=) и полииновых (≡) структур предполагает появление цитотоксического, антимикробного, противовоспалительного, нейротоксического, радиопротекторной и противоопухолевой активности, а также фунгицидного, инсектицидного, противогрибкового свойства.

Betulin, *Luplol*, *α-Sitostenon*, *γ-Sitosterol*, *Stigmasterol*, *Campesterol*, *Cholesta-4,6,dien-3-ol*, (*3.β.*) и другие соединения производные циклопентапергидрофенантрена, тритерпенов, включающие спиртовые, кетонные и карбоксильные функциональные группы, отвечают за построение внутренних мембран клеток, образуя комплексы с холестерином мембран эритроцитов увеличивают их проницаемость, оказывая гемолизирующее действие при прямом контакте с кровью; проявляют уникальные кардиотонические действие, повышают физическую и умственную работоспособность, улучшают функции эндокринных желез, стимулируют иммунитет, пищеварительные функции, обладают противосклеротическим и отхаркивающим действием и т.д.

Полиненасыщенные карбоновые кислоты, особенно линоленовая (три двойные связи), линолевая (две двойные связи) в организме легко превращаются в арахидоновую кислоту (четыре двойные связи). Данные кислоты, по-видимому, изначально не синтезируются в организме человека и должны поступать с пищей. Их нередко именуют витамином *F*, хотя строгим критериям, предъявляемым к витаминам, он не удовлетворяет. Отсутствие полиненасыщенных кислот сопровождается дерматитом, бесплодием, патогистологическим изменением в почках, снижением напряженности окисления и фосфорилирования, дыхательного контроля в митохондриях, гипергликемией, явной тенденцией к развитию атеросклероза.

В составе липидов арахидоновая кислота присутствует в мозге, печени; в фосфолипидах надпочечников, плазматической (внешней) мембране гепатоцитов (клеток печени), в наружной и внутренней мембранах митохондрий гепатоцитов. Метаболиты арахидоновой кислоты являются эндогенными лигандами каннабиноидных рецепторов. Наиболее важные из них – продукты неокислительного метаболизма арахидоновой кислоты, орхидонилэтаноламид (анандамид) и *2-арахидонилглицерин* (2-АГ), которые выполняют функции нейромодулятора и нейромедиатора. В целом органические кислоты обладают широким спектром биологического действия на организм человека: антисептическим (бензолная и щавелевой кислоты, дополнительно образующиеся за счет сложных эфиров, идентифицированы в толуольном экстракте, желчегонным (производные кофейной кислоты), детоксицирующим (глюконовая, уроновая кислота и их производные), жаждоутоляющим (яблочная, лимонная др.). Определенную роль в направленности фармакологического действия играют тоже альдегиды: *cis, cis-7,10-Hexadecadienal*; *2-Butenal*, *2-methyl-4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)*, *Pentadecanal*; кетоны: *4H-1-Benzopyran-4-one,2-(3,4-dimehoxyphenyl)-5-hydroxy-3,6,7-tremethoxy*; спирты: *2,6-Dimethyl-8-(tetrahydropyran-2-yloxy)-octa-2,6-dim-1-ol*; *2-Naphthakenol*, *1,2-dihydro-acetat*, *Cuclopentanecthanol*, *.β.-2,3-trimethyl*; *3,6-Heptaclien-2-ol*, *2,5,5-trimethyl-*, (*E*); особенно соединения, содержащие наряду с функциональными группами (спиртовые, кетонные, фрагменты ругала) и неопределённые связи. Таким образом, при определении общей направленности фармакологического действия толуольного экстракта тысячелистника обыкновенного следует учитывать весь набор соединений, особенности структурной организации их молекул, так как каждая группа соединений, и отдельные из них, определяют селективность воздействия на строго определенный орган живого организма.

Выводы:

1. Методом хромато-масс-спектрометрии впервые подробно исследован химический состав натурального экстракта – продукта последовательной исчерпывающей экстракции тысячелистника обыкновенного, в котором идентифицировано 129 индивидуальных соединений, определено их количествен-

ное содержание, получены масс-спектры и структурные формулы, выполнен расчет структурно-группового состава экстракта.

2. Фармакологическое действие экстракта определяется содержанием углеводов, особенно алкенов, алкинов, стероидных соединений типа *Butulin*, *Lupeol*, γ -*Sitosterol* и *sitosteron*, *Campesterol*; полиненасыщенных жирных карбоновых кислот, содержащих в углеводородной цепи двойные и тройные связи, а также сложных эфиров щавелевой и бензойной кислот, кремнийорганических соединений.

Литература

1. Асланова Д., Кароматов И.Д. Тысячелистник обыкновенный в народной и научной фитотерапии // Биология и интегративная медицина. 2018. № 1 (18). С. 167–186.
2. Ахметьянов Р.Т., Хасанова З.М., Хасанова Л.А. Тысячелистник обыкновенный (*achillea millefolium* L.) в качестве основы для продуктов функционального назначения // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. 2019. № 1 (49). С. 6–11.
3. Дьякова Н.А. Трава тысячелистника как перспективный источник флавоноидов. В сборнике: Молодежь и медицинская наука. Статьи VI Всероссийской межвузовской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. Редколлегия: М.Н. Калинин [и др.], 2019. С. 137–140.
4. Курченко В.П., Сушинская Н.В., Чубарова А.С., Тарун Е.И., Куприянов А.Н., Хрусталева И.А., Бондарук А.М., Цыганков В.Г., Журихина Л.Н., Филонюк В.А., Шабуня П.Г. Состав биологически активных веществ экстрактов цветов тысячелистников аборигенной флоры Беларуси, Казахстана и России, их антиоксидантные свойства и токсичность // Экобиотех. 2019. Т. 2, № 3. С. 286–292.
5. Мешкова А.Д. Изучение сырья тысячелистника, как источника биологически активных веществ. В сборнике: Инструменты и механизмы устойчивого инновационного развития. Сборник статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции. Стерлитамак, 2020. С. 57–60.
6. Платонов В.В., Дунаев В.А., Сухих Г.Т., Волочаева М.В., Франкевич В.Е., Датиева Ф.С. Хромато-масс-спектрометрия гексанового экстракта тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L., семейство астровые - *asteraceae*) (Сообщение I) // Вестник новых медицинских технологий. 2020. №4. С. 82–86. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16751.
7. Платонов В.В., Хадарцев А.А., Сухих Г.Т., Франкевич В.Е., Дунаев В.А., Волочаева М.В., Датиева Ф.С. Хромато-масс-спектрометрия толуольного экстракта тысячелистника обыкновенного (*achilled millefolium* L., семейство астровые – *asteraceae*) (сообщение II) // Клиническая медицина и фармакология. 2020. №3. С. 41–46. DOI: 10.12737/2409-3750-2020-6-3-41-46.
8. Фесенко М.С., Смйловская Г.П. Изучение содержания флавоноидов в траве тысячелистника субобыкновенного. В сборнике: Молодежь, Наука, Медицина. Материалы 63-й всероссийской межвузовской студенческой научной конференции с международным участием. Редколлегия: М.Н. Калинин [и др.], 2017. С. 679–682.
9. Хадарцев А.А., Сухих Г.Т., Платонов В.В., Волочаева М.В., Дунаев В.А., Франкевич В.Е., Датиева Ф.С. Хромато-масс-спектрометрия хлороформного экстракта тысячелистника обыкновенного (*achilled millefolium* L., семейство астровые – *asteraceae*) (сообщение III) // Клиническая медицина и фармакология. 2020. №3. С. 47–52. DOI: 10.12737/2409-3750-2020-6-3-47-52.
10. Чемарев А.П. Фармакогностический анализ сырья лекарственных растений, применяемых для лечения заболеваний печени и желчевыводящих путей: бессмертника песчаного (*helychrisum arenarium* L. *moench.*), пижмы обыкновенной (*tanacetum vulgare* L.), тысячелистника обыкновенного // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2017. Т. 7, № 6. С. 1255.
11. Чусовитина К.А., Карпухин М.Ю. Фармакологические особенности тысячелистника обыкновенного (*achillea millefolium* L.) // Аграрное образование и наука. 2019. № 4. С. 31.

References

1. Aslanova D, Karomatov ID. Tsyachelistnik obyknovennyu v narodnoy i nauchnoy fito-terapii [Yarrow in folk and scientific herbal medicine]. *Biologiya i integrativnaya medi-tsina*. 2018;1(18):167-86. Russian.
2. Akhmet'yanov RT, Khasanova ZM, Khasanova LA. Tsyachelistnik obyknovennyu (*achillea millefolium* L.) v kachestve osnovy dlya produktov funktsional'nogo naznacheniya [Yarrow (*achillea millefolium* L.) as a base for functional products]. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. M. Akmully*. 2019;1(49):6-11. Russian.
3. D'yakova NA. Trava tsysachelistnika kak perspektivnyu istochnik flavonoidov. V sbor-nike: Molodezh' i meditsinskaya nauka. Stat'i VI Vserossiyskoy mezhvuzov-skoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchasti-em. Redkollegiya: M.N. Kalinikin [i dr.] [Yarrow grass as a promising source of flavo-noids. In the collection: Youth and medical sci-ence. Articles of the VI All-Russian

Interuniversity Scientific and Practical Conference of Young Scientists with International Participation. Editorial Board: M. N. Kalinkin [et al.]; 2019. Russian.

4. Kurchenko VP, Sushinskaya NV, Chubarova AS, Tarun EI, Kupriyanov AN, Khrestaleva IA, Bondaruk AM, Tsygankov VG, Zhurikhina LN, Filonyuk VA, Shabunya PG. Sostav biologicheskii aktivnykh veshchestv ekstraktov tsvetov ty-syachelistnikov aborigennoy flory Belarusi, Kazakhstana i Rossii, ikh antioksidantnye svoystva i toksichnost' [The composition of biologically active substances of extracts of flowers of tsysyachelistnik native flora of Belarus, Kazakhstan and Russia, their antioxidant properties and toxicity]. *Ekobio-tekh.* 2019;2(3):286-92. Russian.

5. Meshkova AD. Izuchenie syr'ya tsysyachelistnika, kak istochnika biologicheskii aktivnykh veshchestv. V sbornike: Instrumenty i mekha-nizmy ustoychivogo innovatsionnogo razvitiya. Sbornik statey po itogam Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Study of yarrow raw materials as a source of biologically active substances. In the collection: Tools and mechanisms of sustainable in-novative development. Collection of articles on the results of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Sterlitamak; 2020. Russian.

6. Platonov VV, Dunaev VA, Sukhikh GT, Volochaeva MV, Frankevich VE, Datieva FS. Khromato-mass-spektrometriya geksanovogo ekstrakta tsysyachelistnika obyknovennogo (*Achillea millefolium* L., semeystvo astro-vye - asterace) (soobshchenie I) [Chromato-mass-spectrometry of hexane extract of common yarrow (*achillea millefolium* L., asteraceae family - asterace) (message I)]. *Journal of New Medical Technologies.* 2020;4:82-86. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16751. Russian.

7. Platonov VV, Khadartsev AA, Sukhikh GT, Frankevich VE, Dunaev VA, Volochaeva MV, Datieva FS. Khromato-mass-spektrometriya toluol'nogo ekstrakta tsysyachelistnika obyknovennogo (*achilled millefolium* L., semeystvo astrovyie – asteraceae) (soobshchenie II) [Chromatography-mass spectrometry of toluene extract of common millefolium (*achilled millefolium* L., aster family-asteraceae) (report II)]. *Klinicheskaya meditsina i farakologiya.* 2020;3:41–46. DOI: 10.12737/2409-3750-2020-6-3-41-46. Russian.

8. Fesenko MS, Smoylovskaya GP. Izuchenie so-derzhaniya flavonoidov v trave tsysyachelist-nika subobyknovennogo. V sbornike: MOLODEZh", NAUKA, MEDITsINA. Materialy 63-y vserossiyskoy mezhvuzovskoy studencheskoy nauchnoy konfe-rentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Redkol-legiya: M.N. Kalinkin [i dr.] [Study of the con-tent of flavonoids in the grass of yarrow sub-vulgaris. The collection of: YOUTH, SCIENCE, and MEDICINE. Proceedings of the 63rd All-Russian Interuniversity Student Scientific Con-ference with International Participation. Edito-rial Board: M. N. Kalinkin [et al.]; 2017. Russian.

9. Khadartsev AA, Sukhikh GT, Platonov VV, Volochaeva MV, Dunaev VA, Frankevich VE, Datieva FS. Khromato-mass-spektrometriya khloro-formnogo ekstrakta tsysyachelistnika obyknovennogo (*achilled millefolium* L., semeystvo astrovyie – asteraceae) (soobshchenie III) [Chromatography-mass spectrometry of chloroform extract of common millwort (*achilled millefolium* L., aster family-asteraceae) (report III)]. *Klinicheskaya meditsina i farakologiya.* 2020;3:47-52. DOI: 10.12737/2409-3750-2020-6-3-47-52. Russian.

10. Chemarev AP. Farmakognosticheskiy analiz syr'ya lekarstvennykh racteniy, primenyaemykh dlya lecheniya zabolevaniy pecheni i zhel-chevyvodyashchikh putey: bessmertnika peschanogo (*helychrisum arenarium* L. moench.), pizhmy obyknovennoy (*tanacetum vulgare* L.), tsysyachelistnika obyknovennogo [Pharmacognostic analysis of raw materials of medicinal plants used for the treatment of liver and biliary tract diseases: sand immortelle (*helychrisum arenarium* L. moench.), common tansy (*tanacetum vulgare* L.), thou-sand-leaf common]. *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy.* 2017;7(6):1255. Russian.

11. Chusovitina KA, Karpukhin MYu. Farmakologicheskie osobennosti tsysyachelistnika obyknovennogo (*achillea millefolium* L.) [Pharmacological features of common yarrow (*achillea millefolium* L.)]. *Agrarnoe obrazovanie i nauka.* 2019;4:31. Russian.

Библиографическая ссылка:

Платонов В.В., Валентинов Б.Г., Сухих Г.Т., Франкевич В.Е., Дунаев В.А., Волочаева М.В. Хромато-масс-спектрометрия толуольного экстракта тысячелистника обыкновенного (*Achilled millefolium* L., семейство астровые – *asteraceae*) (сообщение II) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2022. №1. Публикация 3-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-1/3-2.pdf> (дата обращения: 28.01.2022). DOI: 10.24412/2075-4094-2022-1-3-2*

Bibliographic reference:

Platonov VV, Valentinov BG, Sukhikh GT, Frankevich VE, Dunaev VA, Volochaeva MV. Hromato-mass-spektrometrija toluol'nogo jekstrakta tysyachelistnika obyknovennogo (*Achilled millefolium* L., semeystvo astrovyie – *Asteraceae*) (soobshhenie II) [Chromato-mass spectrometry of toluene extract of common yarrow (*Achilled millefolium* L., asteraceae family) (message II)]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition.* 2022 [cited 2022 Jan 28];1 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-1/3-2.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2022-1-3-2

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-1/e2022-1.pdf>