

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

В. В. ПЛАТОНОВ¹, А. А. ХАДАРЦЕВ², Г. Т. СУХИХ³, В. Е. ФРАНКЕВИЧ³,
В. А. ДУНАЕВ², М. В. ВОЛОЧАЕВА³, Ф. С. ДАТИЕВА⁴

¹ ООО «Террапроминвест», Тула

² Тульский государственный университет, медицинский институт, Тула

³ Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии
и перинатологии им. В. И. Кулакова, Москва

⁴ ИМБИ Владикавказского научного центра РАН, Владикавказ, Респ. Северная Осетия-Алания

Цель исследования — детальное изучение химического состава органического вещества тысячелистника обыкновенного с целью установления основных биохимических процессов, ответственных за формирование состава последнего. **Материалы и методы исследования.** Химический состав толуольного экстракта тысячелистника обыкновенного исследовался хромато-масс-спектрометрии 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. 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. **Результаты и их обсуждение.** Основу экстракта определяют углеводороды, сложные эфиры, стерины 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; стеринов 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, масс-спектрометрия, структурно-групповой состав..

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.

Подробная характеристика лекарственного растения — тысячелистник обыкновенный, его химический состав, фармакологическое действие даны в [1–11].

Материалы и методы исследования. Твёрдый остаток сырья после его экстракции н-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 (30м × 0.25 мм × 0.25 мкм), температура инжектора 280 °С, 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 °С, соответственно, электронная ионизация (ЭИ), диапазон регистрируемых масс от 50 до 500 Да.

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

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

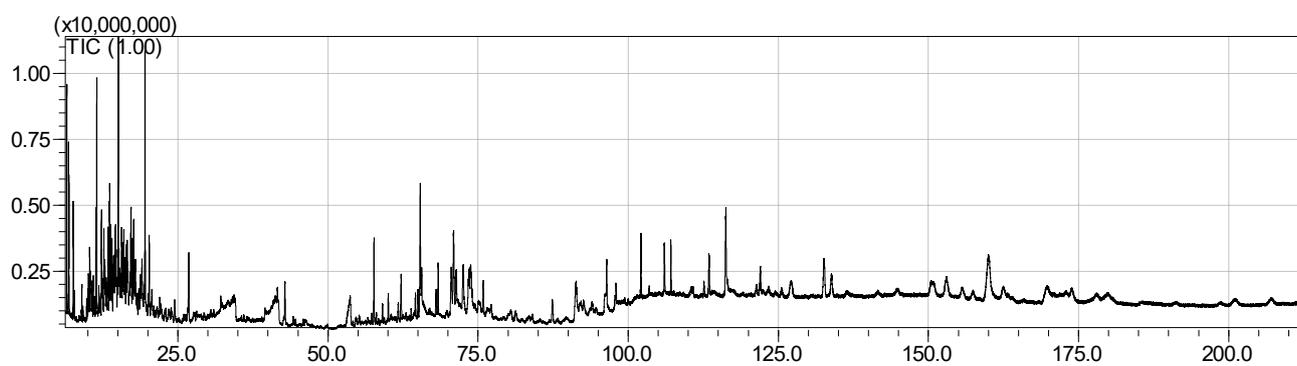


Рис. Хроматограмма

Таблица

Список соединений			Таблица		
1	6.502	1,76 Ethylbenzene	15	11.342	1,11 Benzene, 1,2,3-trimethyl-
2	6.807	1,19 o-Xylene	16	11.495	1,75 Oxalic acid, isobutyl octyl ester
3	6.849	1,09 p-Xylene	17	11.853	0,37 Ethane, 1-(9-borabicyclo[3.3.1]non-9-yl)oxy-2-phenyl-
4	7.785	0,21 Octane, 2,5,6-trimethyl-	18	12.138	0,2 Pentane, 2,2,3,4-tetramethyl-
5	8.998	0,31 Octane, 2,3,7-trimethyl-	19	12.323	0,52 Benzene, 1-ethyl-2-methyl-
6	9.195	0,16 1-Hexene, 3,5,5-trimethyl-	20	12.674	0,74 Cyclopentane, 1-methyl-2-(2-propenyl)-, trans-
7	9.799	0,24 Benzene, propyl-	21	12.786	0,47 Cyclopentane, butyl-
8	9.926	0,17 Cyclopentane, 1-butyl-2-ethyl-	22	12.858	0,32 Decane, 3,7-dimethyl-
9	10.032	0,22 Heptane, 1,1'-oxybis-	23	12.917	0,14 5-Undecene, 4-methyl-
10	10.164	0,22 Nonane, 2-methyl-	24	13.081	0,32 Cyclopentane, 1-butyl-2-propyl-
11	10.307	0,67 Benzoylformic acid	25	13.276	0,32 Benzene, 1,2-diethyl-
12	10.400	0,68 Octane, 2,3,6-trimethyl-	26	13.384	0,83 Benzene, 1-methyl-3-propyl-
13	10.896	0,36 Cyclopentane, 1,2-dimethyl-3-(1-methylethyl)-	27	13.520	0,37 3-Undecene, 6-methyl-, (E)-
14	11.146	0,14 Cyclopropane, 1,1-dimethyl-2-(2-methyl-2-propenyl)-	28	13.568	0,93 Benzene, butyl-
			29	13.640	1,66 Oxalic acid, 2-ethylhexyl ethyl ester

30	13.806	0,78	Sulfurous acid, decyl 2-ethylhexyl ester	71	26.287	0,12	Benzene, (2,2-dimethyl-1-methylenepropyl)-
31	13.880	0,72	Benzene, 1-methyl-4-propyl-	72	28.092	0,22	1,3-Cyclopentadiene, 5,5-dimethyl-2-ethyl-
32	14.019	0,71	Decane, 3-methyl-	73	32.164	0,33	Hexadecane
33	14.271	0,57	Benzene, 1-ethyl-2,3-dimethyl-	74	35.976	0,18	3,6-Heptadien-2-ol, 2,5,5-trimethyl-, (E)-
34	14.385	0,6	p-Cymene	75	39.507	0,23	.alpha.-Guaiene
35	14.457	0,21	Benzene, (2-methyl-1-propenyl)-	76	42.815	0,81	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.)]-
36	14.530	0,55	Cycloheptane, methyl-	77	44.223	0,24	2-(4a,8-Dimethyl-2,3,4,5,6,8a-hexahydro-1H-naphthalen-2-yl)propan-2-ol
37	14.599	1,04	Benzene, 4-ethyl-1,2-dimethyl-	78	45.911	0,13	Sesquiceneole
38	14.717	0,61	Cyclopentaneethanol,.beta.,2,3-trimethyl-	79	49.903	0,12	Chamazulene
39	14.800	0,32	1,12-Tridecadiene	80	53.695	2,2	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-
40	14.926	0,39	Cycloheptanemethanol	81	54.143	0,15	2,3,3-Trimethyl-2-(3-methylbuta-1,3-dienyl)-6-methylenecyclohexanone
41	15.075	4,26	Oxalic acid, isobutyl nonyl ester	82	55.189	0,23	2-Propanol, 1-chloro-, phosphate (3:1)
42	15.154	0,56	Benzene, (1,1-dimethylpropyl)-	83	56.655	0,15	cis, cis-7,10,-Hexadecadienal
43	15.453	0,32	Butyric acid, 2-phenyl-, dec-2-yl ester	84	57.282	0,25	2-Butenal, 2-methyl-4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-
44	15.621	0,97	Cyclodecene, 1-methyl-	85	57.651	1,42	3-Octadecyne
45	15.764	0,56	(1R,5S,6R)-2,7,7-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-en-6-yl acetate	86	58.048	0,27	2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-
46	15.899	0,47	Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-	87	59.079	0,32	7-Octadecyne, 2-methyl-
47	16.009	0,64	1-Undecene, 4-methyl-	88	59.396	0,1	(1R,7S, E)-7-Isopropyl-4,10-dimethylenecyclodec-5-enol
48	16.210	0,39	trans-Decalin, 2-methyl-	89	60.050	0,44	3-Eicosyne
49	16.413	0,79	Vinylcyclohexyl ether	90	61.699	0,35	Isoaromadendrene epoxide
50	16.566	0,86	3-Tetradecene, (E)-	91	62.163	0,97	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-
51	16.671	0,76	Benzene, 1-methyl-2-(2-propenyl)-	92	63.859	0,24	Dibutyl phthalate
52	17.042	0,24	1H-Indene, 2,3-dihydro-4-methyl-	93	64.560	0,45	Cycloheptane, 4-methylene-1-methyl-2-(2-methyl-1-propen-1-yl)-1-vinyl-
53	17.206	1,93	(S, E)-2,5-Dimethyl-4-vinylhexa-2,5-dien-1-yl acetate	94	64.977	0,44	2,6-Dimethyl-8-(tetrahydropyran-2-yloxy)-octa-2,6-dien-1-ol
54	17.406	0,68	Benzeneacetic acid, 3-tetradecyl ester	95	65.369	3,09	n-Hexadecanoic acid
55	17.509	0,41	Benzene, 1,3-diethyl-5-methyl-	96	65.600	0,68	Ethyl tridecanoate
56	17.647	1,01	1-Iodo-2-methylnonane	97	67.983	0,59	Estafiatin
57	17.798	0,46	Benzene, 1-methyl-4-(2-methylpropyl)-	98	68.337	0,78	Cyclooctasiloxane, hexadecamethyl-
58	17.945	0,59	Undecane, 3-methyl-	99	70.922	2,04	10,12,14-Nonacosatriynoic acid
59	18.226	0,21	p-Toluic acid, 2,6-dimethylnon-1-en-3-yn-5-yl ester	100	73.509	1,37	1,8,11-Heptadecatriene, (Z, Z)-
60	18.495	0,55	9-Eicosyne	101	73.745	1,79	9,12,15-Octadecatrienoic acid, (Z, Z, Z)-
61	18.766	0,36	5-Tetradecene, (E)-	102	77.165	0,65	Reynosin
62	19.011	1,37	2-Naphthalenol, 1,2-dihydro-, acetate	103	81.246	0,63	3.alpha.,4.beta.-Dihydroxy-1,5,7.alpha.(H),6.beta.(H)-guai-10(15),11(13)-dien-6,12-olide
63	19.367	0,26	Benzene, (3-methyl-2-butenyl)-				
64	19.533	3,53	Tridecane				
65	20.030	0,18	Dodecane, 1-chloro-				
66	20.245	0,94	Decane, 2,6,7-trimethyl-				
67	20.671	0,6	Cyclohexane, 1,2,4-trimethyl-				
68	21.000	0,28	(1-Methoxymethoxy-but-2-enyl)-benzene				
69	22.992	0,28	Tetradecane, 1-chloro-				
70	24.469	0,74	Dodecane, 2,7,10-trimethyl-				

104	84.031	0,45	Octadecane, 1-chloro-
105	93.966	0,36	5-Chlorovaleramide, N-(2-fluorophenyl)-
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-octadecenyl)-, (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); стеринны (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-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 *Betolin* (7.01), *Lupeol* (16.33), *24-Nororsa-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 стериннов), определяющие широкий спектр фармакологического действия.

Особенностью карбоновых кислот является высокое содержание в их составе 9,12,15-*Octadecatrienoic acid* (Z, ZZ) (C_{18}) — в углеводородной цепи три двойных связей (23,58) и 10,12,14-*Nonacosatrienoic acid* (C_{29}) — три тройных связей (26,88), а также *Benzoylformic acid* (8,83) (масс.% от суммы кислот). На долю предельной жирной карбоновой кислоты: *Hexadecanoic acid* (C_{16}) приходится — 40,71 (масс.%).

Следующими поставщиками карбоновых кислот являются сложные эфиры, дающие при ферментативном биохимическом и кислотном гидролитическом гидролизе значительное количества щавелевой, 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-Hexaolecadienal*, 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, *Lupolol*, α -*Sitosteron*, 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, орхидонилэта-

ноламид (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 (бензольная 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.). Определённую 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-dimethoxyphenyl)-5-hydroxy-3,6,7-tremethoxy*; спирты: *2,6-Dimethyl-8-(tetrahydropyran-2-yloxy)-octa-2,6-dirn-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 количественное 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., Карматов 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. Варданян Л.Р., Атабекян Л. В., Айрапетян С. А., Варданян Р. Л. Антиоксидантная активность этилацетатного экстракта разных видов тысячелистника (*Achillea* L.) // Химия растительного сырья. 2018. № 3. С. 61–68.
4. 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.
5. Колпакова М. А. Химико-фармакогностическая характеристика сырья тысячелистника обыкновенного // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2019. Т. 9. № 2. С. 66.
6. Комаров Б.А. Элементный состав тысячелистника обыкновенного // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2018. № 3 (24). С. 158–161.
7. Лекарственные растения в онкологии./В.Ф. Корзун, К.А. Трескунов, Е. В. Корсун, А. Мицконас, ред. В.Ф. Корзун — 2-е изд. испр. И дополненное Эко-Вектор, 2017. 432 с.
8. Уранова В.В., Мажитова М. В., Уранов И. О. Изучение особенностей технологии водных извлечений на основе тысячелистника. В книге: Актуальные вопросы современного химического и биохимического материаловедения. Материалы V Международной молодежной научно-практической школы-конференции. Башкирский государственный университет; отв. ред. О. С. Куковинец. 2018. С. 278–281.
9. 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.
10. Феськов С. А. Тысячелистник обыкновенный *achillea millefolium* L. В сборнике: Растения Крыма: Прелестные соседи. Сер. "Природная кладовая Крыма" Симферополь, 2016. С. 82–84.
11. Чусовитина К.А., Карпунин М. Ю. Фармакологические особенности тысячелистника обыкновенного (*achillea millefolium* L.) // Аграрное образование и наука. 2019. № 4. С. 31.

CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRY OF TOLUENE EXTRACT OF YARROW (ACHILLED MILLEFOLIUM L., ASTERACEAE FAMILY) (the message II)

V. V. PLATONOV, A. A. KHADARTSEV', G. T. SUKHIKH,
V. E. SHE, V. A. DUNAEV, M. V. VOLOCHAEV, F. S. DATIEVA

The aim of the study is to study in detail the chemical composition of organic matter of common yarrow in order to establish the main biochemical processes responsible for the formation of the composition of the latter. Materials and methods of research. The chemical composition of toluene extract of yarrow was studied by chromatography-mass spectrometry under the following conditions. GC-2010 gas chromatograph connected to a GCMs-TQ-8030 triple quadrupole mass spectrometer running GCMS Solution 4.11 software. The results of studying the chemical composition of toluene extract—a product of sequential exhaustive extraction of yarrow by chromatography-mass spectrometry, which allowed identifying 129 individual compounds for which the quantitative content was determined, mass spectra and structural formulas were obtained, and the structure-group composition of the extract was calculated. Results and discussion. 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; furan and PYRAN fragments are part of the structures of individual alcohols and ketones. Based on the features of the chemical composition, it can be argued that the pharmacological effect of toluene extract of yarrow is determined precisely by the content of hydrocarbons, with the dominance of alkenes, alkynes, arenes and cycloalkanes; sterols of the following types: Betulin, Lupeol, γ -Sitosterol and 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 acid. Undoubtedly, a certain contribution to the direction of the pharmacological action of this extract is made by organosilicon compounds, the proportion of which is 6.49 (wt.% of the extract).

Keywords: extract, mass spectrometry, structure-group composition.