

ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЛИПЫ – ЦВЕТКИ
(липа сердцевидная-мелколистная – *tilia cordata mile* – семейство липовых)

В.В. ПЛАТОНОВ^{***}, А.А. ХАДАРЦЕВ^{**}, Г.Т. СУХИХ^{*}, Т.А. ЯРКОВА^{****},
М.В. ВОЛОЧАЕВА^{*}, И.В. ДУНАЕВА^{**}

^{*} ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, геникологии и перинатологии им. В.И. Кулакова, ул. Опарина, д.4, Москва, 117997, Россия

^{**} ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет», Медицинский институт, ул. Болдина, д. 128, Тула, 300028, Россия

^{***} ООО «Террапроминвест», ул.Перекопская, д.5б, Тула, 300045, Россия

^{****} ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», ул. Земляной вал, д.73, Москва, 109004, Россия

Аннотация. Выполнена хромато-масс-спектрометрия этанольного экстракта липы сердцевидной-мелколистной (цветки), позволившая идентифицировать 59 соединений, для которых определено количественное содержание, получены масс-спектры и структурные формулы. Основу экстракта составляют стероидные соединения, среди которых преобладает содержание (масс.% от суммы стероидов): 9,19 – *Cyclo-9.β-lanostan-3.β, 25-diol* (41,87; 3.α-(Trimethylsiloxy) *cholest-5-ene* (30,00), *Betulin* (17,23) и *Stigmasta-5,22-dien-3-ol, acetat*, (3.β)-(9,45); эфиры *muna 2-Ethylhexyl acrylat*, (2,3-Diphenylcyclopropyl) *methyl phenyl sulfoxid, trans; Olylalcohol, trifluoroacetat, Oxalic acid, decyl-2-phenylethyl ester; Heptadecanoic acid, heptadecyl ester, Bis (2-ethylhexyl) phthalate* и другие, на которые приходится – 19,57 (масс.% от экстракта). Значительно содержание углеводов, составляя – 17,38 (масс.% от экстракта); среди которых (14,12) n- и изоалканов от C₁₃ до C₄₄, с преобладанием углеводорода C₂₉ (*Nonacosana*), а также (2,36)-алкенов и алкинов – C₁₆-C₂₅; остальные – циклоалканы. На долю карбоновых кислот от C₁₆ до C₂₀, альдегидов, спиртов, кетонов приходится (мас.% от экстракта): 5,68; 2,23; 2,01; 2,07, соответственно. Гликозиды представлены только: β-D-Glucopyranose, 1,6-anhydro; отсутствуют фенолы; значительно содержание органических кремнийсодержащих компонентов (8,16% от экстракта): *Tetracosamethyl-cyclododecasiloxan; Cyclononasiloxan, octadecamethyl, Heptasiloxan, hexadecamethyl* и другие; идентифицированы: *Benzofuran, 2,3-dihydro; 2H-Cyclopropa[g]benzofuran, 4,5,5a,6,6a,6b-hexahydro-4,4,6,6-trimethyl-2-(1-methylethenyl)*. Среди карбоновых кислот до 72,0 (мас.% от суммы кислот) приходится на n-Hexadecanoic acid и (14,26%) – 8,11,14-Eicosatrcenoic acid (2,2,2), содержащий в структуре три двойные связи; 9,12-Octadecadienoic acid (2,2)-C₁₈-две двойные связи; альдегиды от C₁₄ до C₁₆ и 77,6 (мас.% от суммы альдегидов)-Pentadecanal; кетоны, в основном, представлены 1,4,4a,5,6,6a,6b,7,8,8a,9,10,11,12,12a,14,14a,14b-octadecadehydro-2H-picen-3-one (85,50 мас.% от общей суммы кетонов). Согласно распределению в этанольном экстракте цветков липы сердцевидной-мелколистной, перечисленных выше групп соединений, можно предположить, что фармакологическое действие данного экстракта преимущественно определяется содержанием стероидных соединений и сложных эфиров, карбоновых кислот, особенно непредельных, которые образуются и при гидролизе сложных эфиров. Роль углеводов, несмотря на достаточно высокое их содержание в экстракте – (17,38%), по-видимому невелика. При оценке фармакологического действия экстракта, несомненно, следует принять во внимание присутствие в нём до (8,16%) кремнийорганических соединений. Образующийся при гидролитическом расщеплении последних оксид Si(IV) с высокоразвитой сорбционной поверхностью, может выполнять роль переносчика (шаттла), например, стероидов, гликозидов, альдегидов, спиртов, фенолов к определённым органам организма и тем самым существенно повышая эффективность как их количественного использования, так и направленного лечебного действия.

Ключевые слова: хромато-масс-спектрометрия, этанол, экстракт липы сердцевидной-мелколистной.

CHROMATO MASS SPECTROMETRY OF ORGANIC MATTER LIPS - FLOWERS
(small-leaved heart-shaped linden - *Tilia cordata* mile - family of lime trees)

V.V. PLATONOV^{***}, A.A. KHADARTSEV^{**}, G.T. SUKHIKH^{*}, T.A. YARKOVA^{****},
M.V. VOLOCHAEVA^{*}, I.V. DUNAEVA^{**}

^{*} FSBI National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology
named after V.I. Kulakov, Oparin Str., 4, Moscow, 117997, Russia

^{**} FGBOU VPO "Tula State University", Medical Institute, Boldin Str., 128, Tula, 300028, Russia

^{***} LLC Terraprominvest, Perekopskaya Str., 5b, Tula, 300045, Russia

^{****} Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU) ",
Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia

Abstract. Chromato-mass spectrometry of ethanol extract of a linden cordate-fine-leaved (flowers) was performed, which allowed identification of 59 compounds. For them, the quantitative content was determined, mass spectra and structural formulas were obtained. The basis of the extract consists of steroid compounds, among which the content predominates (wt.% of the amount of sterols): 9.19 – *Cyclo-9.β-lanostan-3.β, 25-diol* (41.87; 3.α-(Trimethylsiloxy) cholest-5-ene (30.00), *Betulin* (17.23) и *Stigmasta-5.22-dien-3-ol, acetat, (3.β)* (9.45); type esters *2-Ethylhexyl acrylat, (2,3-Diphenylcyclopropyl) methyl phenyl sulfoxid, trans; Olylalcohol, trifluoroacetat, Oxalic acid, decyl-2-phenylethyl ester; Heptadecanoic acid, heptadecyl ester, Bis (2-ethylhexyl) phthalate*, etc., which account for - 19.57 (wt.% of the extract). Significantly hydrocarbon content, amounting to 17.38 (wt. % From the extract); among which (14.12) are n- and isoalkanes from C_{13} to C_{44} , with a predominance of the C_{29} (*Nonacosana*) hydrocarbon, and also (2.36) -alkenes and alkynes – C_{16} - C_{25} ; the others are cycloalkanes. The share of carboxylic acids from C_{16} to C_{20} , aldehydes, alcohols, ketones is accounted for (wt.% of the extract): 5.68; 2.23; 2.01; 2.07, respectively. Glycosides are represented only: *β-D-Glucopyranose, 1.6-anhydro*; no phenols; significantly content of organic silicon-containing components (8.16% of the extract): *Tetracosamethyl-cyclododecasiloxan; Cyclononasiloxan, octadecamethyl, Heptasiloxan, hexadecamethyl* and others. There are *Benzofuran, 2,3-dihydro; 2H-Cyclopropa[g]benzofuran, 4,5,5a,6,6a,6b-hexahydro-4,4,6,6-trimethyl-2-(1-methylethenyl)*. Among carboxylic acids to 72.0 (wt.% of the amount of acids) accounted for *n-Hexadecanoic acid* and (14.26%) - 8,11,14- *Eicosatrcenoic acid* (2,2,2), containing in the structure three double communications; 9,12-*Octadecadienoic acid* (2,2) - C_{18} -two double bonds; aldehydes from C_{14} to C_{16} and 77.6 (wt.% from the amount of aldehydes) - *Pentadecanal*; ketones are mainly *1,4,4a,5,6,6a,6b,7,8,8a,9,10,11,12,12a,14,14a,14b-octadecadehydro-2H-picen-3-one-* (85.50 wt.% from the total amount of ketones). According to the distribution, in the ethanol extract of the linden flowers of the heart-shaped-small-leaf, listed above groups of compounds, it can be assumed that the pharmacological action of this extract is mainly determined by the content of steroid compounds and esters, carboxylic acids, especially unsaturated ones, which are also formed during the hydrolysis of esters. The role of hydrocarbons, despite their relatively high content in the extract - (17.38%), is apparently small. In assessing the pharmacological action of the extract, one should certainly take into account the presence in it of up to (8.16%) organosilicon compounds. The *Si(IV)* oxide formed during the hydrolytic cleavage of the latter with a highly developed sorption surface can act as a carrier (shuttle), for example, steroids, glycosides, aldehydes, alcohols, phenols to certain organs of the body and thereby significantly increasing the efficiency of their quantitative use, as well and directed therapeutic action.

Keywords: chromatography-mass spectrometry, ethanol, linden extract, heart-shaped-leaved.

Цветки липы широко используются в медицинской практике [3]. Проведено сравнительное количественное и качественное определение углеводов в цветках липы, изучено цветение липы в условиях техногенного загрязнения, определены особенности накопления в ее цветках токсических элементов, установлены антиоксидантные свойства и аминокислотный состав, научно обоснована технология переработки сырья на экстракты с высокой концентрацией фенольных соединений [2, 5-7, 11]. Согласно [3, 4, 8-10, 12, 13] соцветия липы содержат эфирные масла, флавоноиды, витамин С, каротин, сахара, дубильные и горькие вещества, воск, слизи, а листья – тилиацин, проявляющий фитонцидную активность. Препараты из липы обладают противовоспалительным, спазмолитическим, противомикробным, желчегонным, вяжущим, обволакивающим, бронхолитическим, потогонным, антигипоксантным, десенсибилизирующим, болеутоляющим и противосудорожным действиями.

Цель исследования – углубленное изучение особенностей химического состава органического вещества цветков липы сердцевидной-мелколистной с определением набора соединений, присутствующих в последнем, их количественного содержания, структурной организации, соотношения между собой групп соединений, сделать определённые выводы о роли различных групповых составляющих органического вещества в общей роли препаратов в лечении тех или иных заболеваний организма человека.

Материалы и методы исследования. Исходным материалом исследования являлись цветки липы сердцевидной-мелколистной. Цветки липы подвергались исчерпывающей экстракции этанолом с массовой долей 95% в аппарате Сосклета. Полученный экстракт освобождался от этанола с использованием вакуумного роторного испарителя типа *RE-52AA Rotary Evaporator*, остаток взвешивался и подвергался изучению методом хромато-масс-спектрометрии. Условия хроматографирования экстракта и последующая масс-спектрометрия осуществлялись при следующих условиях.

Условия были следующими: 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 °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 этанольного экстракта цветков липы сердцевидной-мелколистной дана на рис. 1.

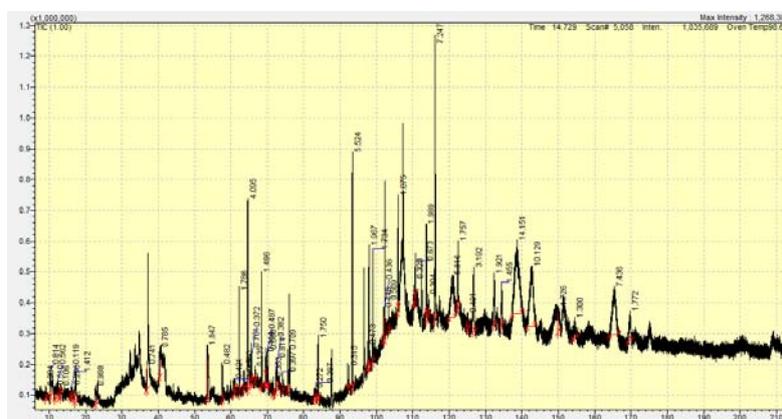


Рис. 1. Хроматограмма

Перечень идентифицированных соединений и их количественное содержание приведены в табл.

Таблица

Список соединений

№	Retention time	Area %	Compound Name
1	8.994	0.30	6-Oxa-bicyclo[3.1.0]hexan-3-one
2	10.323	0.81	Ethyl(dimethyl)isopropoxysilane
3	11.634	0.51	2-Ethylhexyl acrylate
4	12.350	0.56	Isobutyl 3-methylbut-3-enyl carbonate
5	13.192	0.11	L-Serine, O-(phenylmethyl)-
6	15.925	0.12	Phenylethyl Alcohol
7	16.155	0.30	Ethyl(trimethylsilyl)acetate
8	17.270	1.41	1-Methyl-1-n-pentyloxy-1-silacyclobutane
9	22.690	0.99	Benzofuran, 2,3-dihydro-
10	37.027	0.74	.beta.-D-Glucopyranose, 1,6-anhydro-
11	40.389	0.79	Cyclooctasiloxane, hexadecamethyl-
12	53.458	1.85	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-
13	57.585	0.48	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol
14	60.697	0.42	Cyclopentane, 1,1'-[3-(2-cyclopentylethyl)-1,5-pentanediy]bis-
15	61.036	0.11	Hexadecane
16	62.261	1.79	Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-
17	63.563	0.36	cis-11-Hexadecenal

18	64.587	4.09	<i>n-Hexadecanoic acid</i>
19	65.448	0.70	<i>Heptadecanoic acid, heptadecyl ester</i>
20	65.728	0.37	<i>Nonane, 3-methyl-5-propyl-</i>
21	66.616	0.14	<i>Tetradecanal</i>
22	68.422	1.50	<i>Heptasiloxane, hexadecamethyl-</i>
23	69.550	0.44	<i>1-Hexadecanol</i>
24	69.885	0.49	<i>Tetradecyl trifluoroacetate</i>
25	70.221	0.59	<i>Tritetracontane</i>
26	71.631	0.35	<i>9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (E,E)-</i>
27	72.284	0.38	<i>9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-</i>
28	72.619	0.81	<i>8,11,14-Eicosatrienoic acid, (Z,Z,Z)-</i>
29	74.171	0.40	<i>Octadecanoic acid</i>
30	75.631	0.71	<i>10-Heneicosene (c,t)</i>
31	82.981	0.27	<i>1-Eicosanol</i>
32	83.403	0.40	<i>Behenic alcohol</i>
33	83.943	1.75	<i>2-methyloctacosane</i>
34	92.424	0.32	<i>Decane, 2,4,6-trimethyl-</i>
35	93.373	5.52	<i>(2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans-</i>
36	97.676	0.47	<i>Pentadec-7-ene, 7-bromomethyl-</i>
37	97.910	1.97	<i>Hexacosane</i>
38	98.998	1.73	<i>Bis(2-ethylhexyl) phthalate</i>
39	101.938	0.45	<i>Oleyl alcohol, trifluoroacetate</i>
40	102.143	0.44	<i>2-methyltetracosane</i>
41	103.344	0.51	<i>9-Eicosyne</i>
42	105.950	1.88	<i>Pentadecane, 8-hexyl-</i>
43	110.468	0.32	<i>Hexadecane, 1-iodo-</i>
44	110.672	0.67	<i>2,6,10,14,18-Pentamethyl-2,6,10,14,18-eicosapentaene</i>
45	113.712	1.99	<i>Cyclononasiloxane, octadecamethyl-</i>
46	114.299	0.30	<i>1-Naphthalenepropanol, .alpha.-ethenyldecahydro-2-hydroxy-.alpha.,2,5,5,8a-pentamethyl-, [1R-[1.alpha.(R*),2.beta.,4a.beta.,8</i>
47	116.124	7.25	<i>Nonacosane</i>
48	120.853	5.82	<i>Betulin</i>
49	122.385	1.76	<i>Cyclononasiloxane, octadecamethyl-</i>
50	125.090	0.49	<i>Cholesta-4,6-dien-3-ol, (3.beta.)-</i>
51	126.754	3.19	<i>Stigmasta-5,22-dien-3-ol, acetate, (3.beta.)-</i>
52	132.389	1.92	<i>Tetratetracontane</i>
53	134.437	1.45	<i>Tetracosamethyl-cyclododecasiloxane</i>
54	138.765	14.14	<i>9,19-Cyclo-9.beta.-lanostane-3.beta.,25-diol</i>
55	142.723	10.13	<i>3.alpha.-(Trimethylsiloxy)cholest-5-ene</i>
56	150.105	1.73	<i>Pentadecanal-</i>
57	154.555	1.30	<i>2H-Cyclopropa[g]benzofuran, 4,5,5a,6,6a,6b-hexahydro-4,4,6b-trimethyl-2-(1-methylethenyl)-</i>
58	165.438	7.44	<i>Oxalic acid, decyl 2-phenylethyl ester</i>
59	169.729	1.77	<i>4,4,6a,6b,8a,11,11,14b-Octamethyl-1,4,4a,5,6,6a,6b,7,8,8a,9,10,11,12,12a,14,14a,14b-octadecahydro-2H-picen-3-one</i>

Данные табл. были использованы для расчёта структурно-группового состава экстракта, который определялся количественным содержанием следующих групп соединений (мас.% от экстракта): стероидные соединения – 33,77; эфиры – 19,57; углеводороды – 17,38; кремнийорганические соединения – 8,16; карбоновые кислоты – 5,68; альдегиды – 2,23; кетоны – 2, 07; спирты – 2,01; гликозиды – 0,74; производные бензофурана – 2,29.

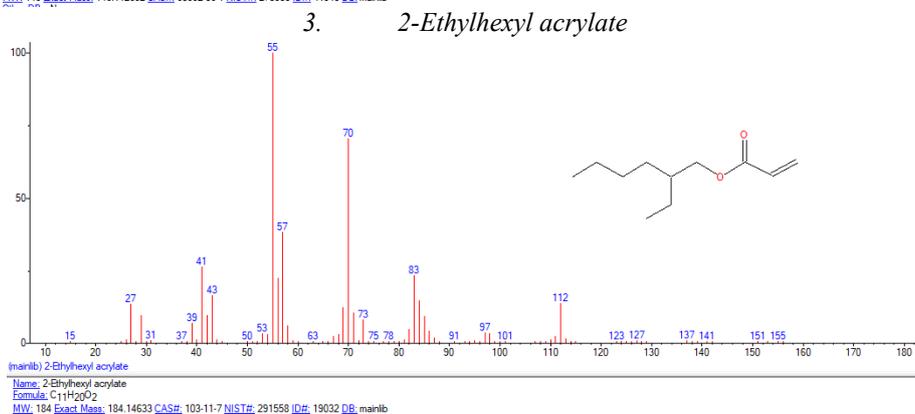
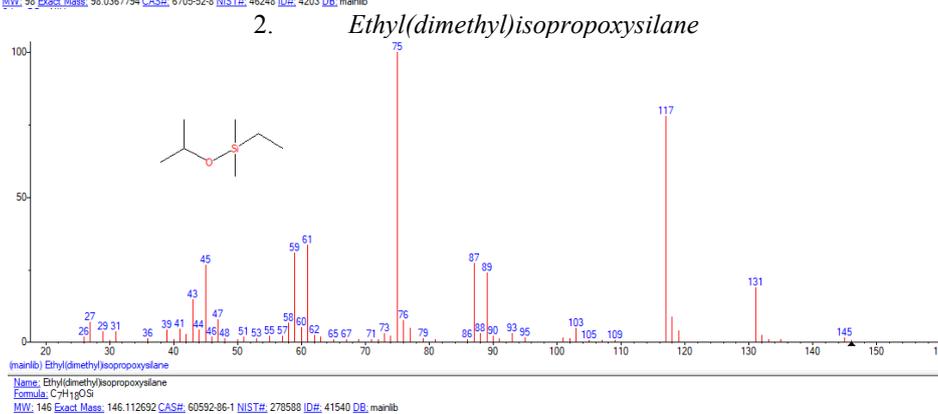
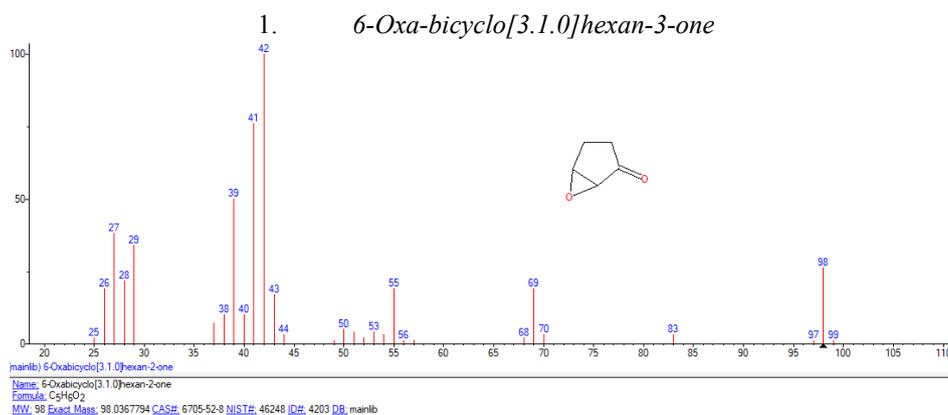
Основу стероидных соединений составляют (мас.% от суммы стероидов): 9,19 –*Cyclo-9.β.—Lanostan-3.β, 25-diol-(41,87)*; 3.α.-(*Trimethylsiloxy*) *cholest-5-ene-(30,0)*; *Betulin-(17,23)* и *Stigmasta-5,22-dien-3-ol, acetat, (3.β.)-(9,45)*.

Эфиры образованы уксусной (*Ethyl(trimethylsilyl) acetat*, *Tetradecyltrifluoroacetat*, *Oleylalcohol*, *trifluoroacetat*), шавелевой (*Oxalic acid*, *decyl 2-phenylethyl ester*), акриловой (*2-Ethylhexyl acrylate*), серной (*2,3-Diphenylcyclopropyl methyl phenyl sulfoxiole*, *trans*, фталевой (*Bis (2-ethylhexyl) phthalate* кислотами, а также *Heptadecanoic acid (heptadecil ester)*.

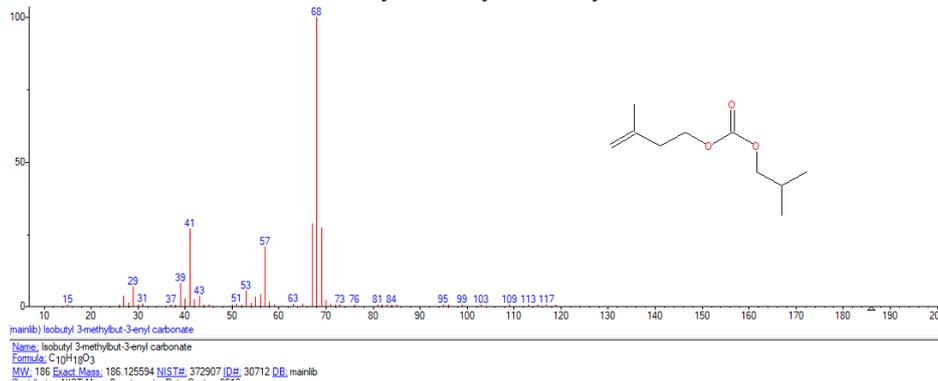
Среди углеводов преобладают (14,12 мас.% от экстракта) *n*- и изоалканы от C_{13} до C_{44} , максимум – C_{29} ; на долю алкенов и алкинов ($C_{16} - C_{25}$) приходится 2,36%, остальное – циклоалканы.

В составе карбоновых кислот до 72,00% *n*- *Hexadecanoic acid*, 7,04% *Ocmadecanoic acid*; 20,96 (мас.% от суммы кислот) – 9,12 – *Octadecadienoic acid (C₁₈)* и 8,11,14-*Eicosatrienoic acid (Z,Z,Z)(C₂₀)*. Альдегиды представлены: *Ttradecanal (C₁₄)*, *Pentadecanal (C₁₅)* в сумме – 83,86% и *cis -11-Hexadecanal (C₁₆)* – 16,14%; спирты в основном предельные (*1-Hexadecanol*, *1-Eicosanol*, *Behenicalcohol*) на долю которых приходится – 64,93 (мас.% от суммы спиртов). Основу кетонов представляет: *1,4,4a,5,6,6a,6b,7,8,8a,9,10,11,12,12a,14,14a,14b* – *octadecadehydro-2H-picen-3-one* (85,50%). Гликозиды присутствуют в экстракте только в виде β -*D-Glucopyranosa*, *1,6-anhydro* (0,74%).

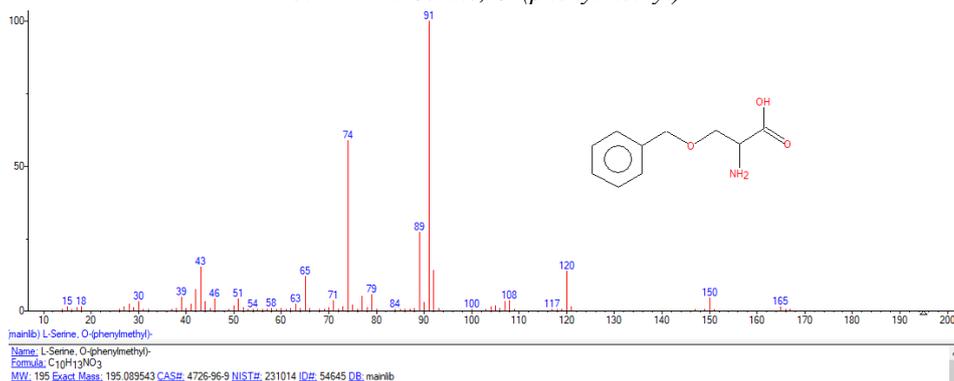
Масс-спектры и структурные формулы идентифицированных в этанольном экстракте цветков липы сердцевидной-мелколистной приведены на рис. 2.



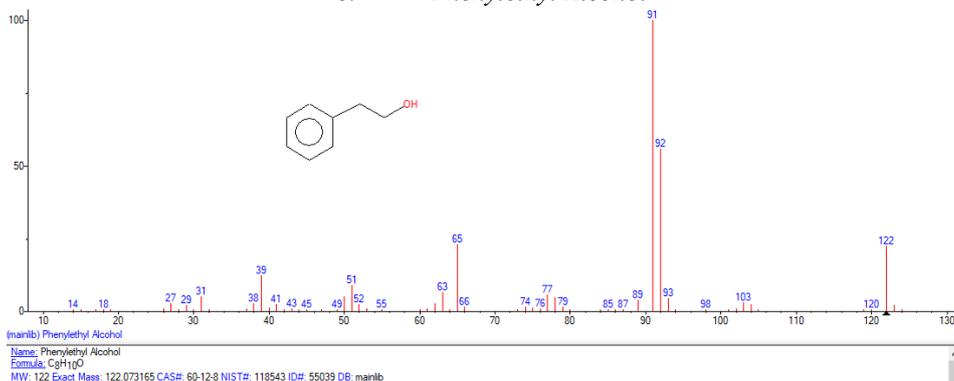
4. *Isobutyl 3-methylbut-3-enyl carbonate*



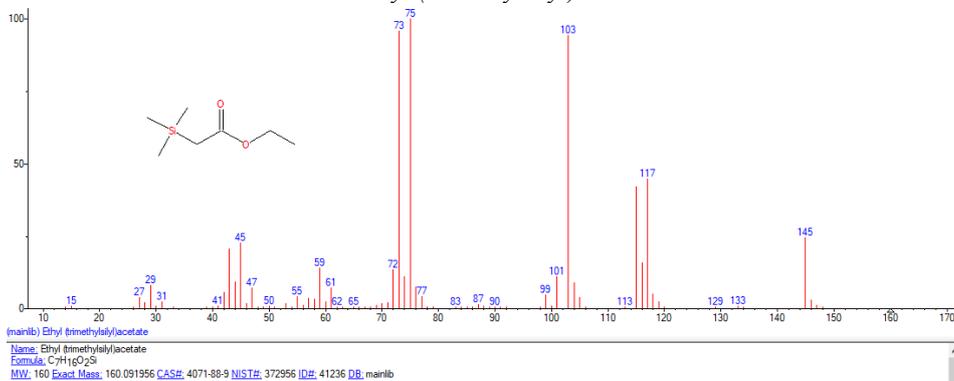
5. *L-Serine, O-(phenylmethyl)-*



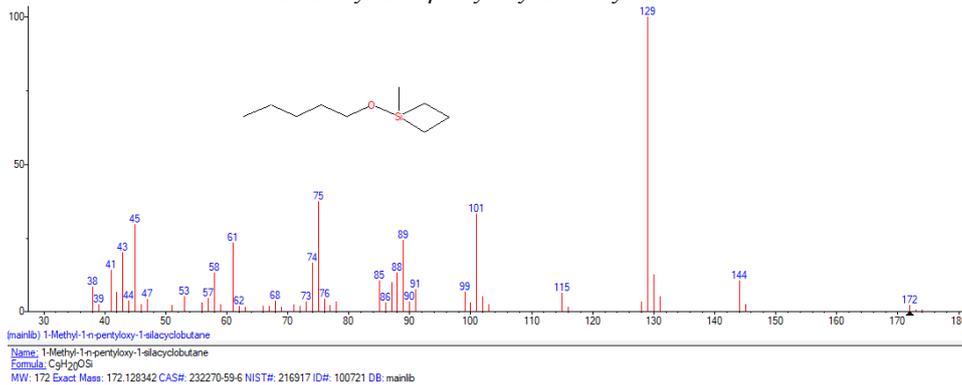
6. *Phenylethyl Alcohol*



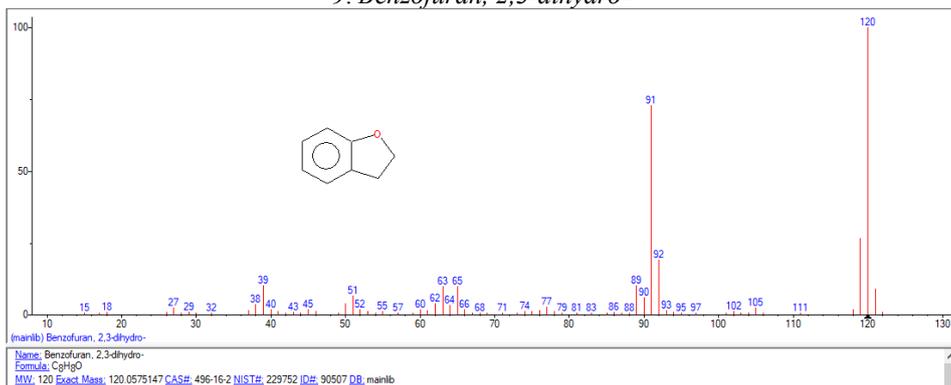
7. *Ethyl (trimethylsilyl)acetate*



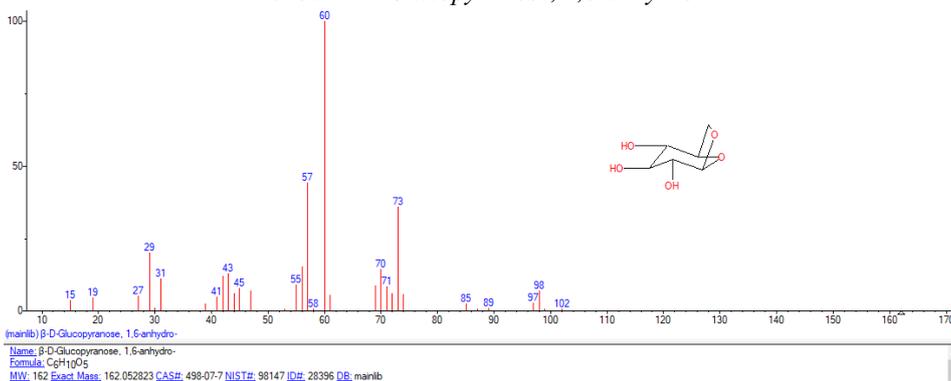
8. 1-Methyl-1-n-pentyloxy-1-silacyclobutane



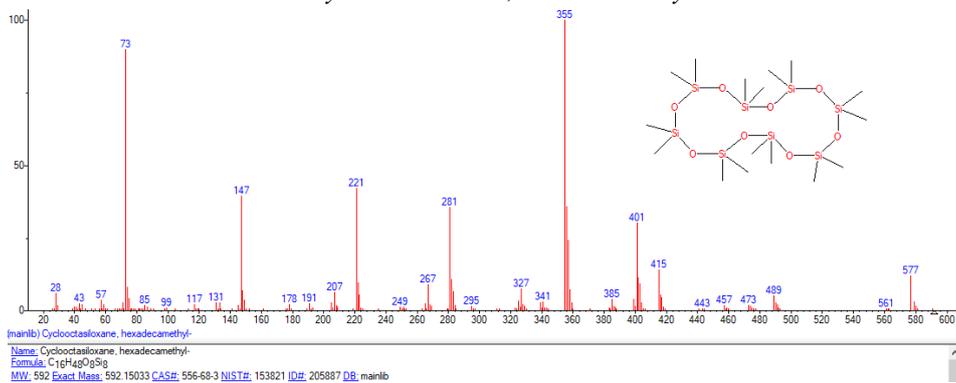
9. Benzofuran, 2,3-dihydro-



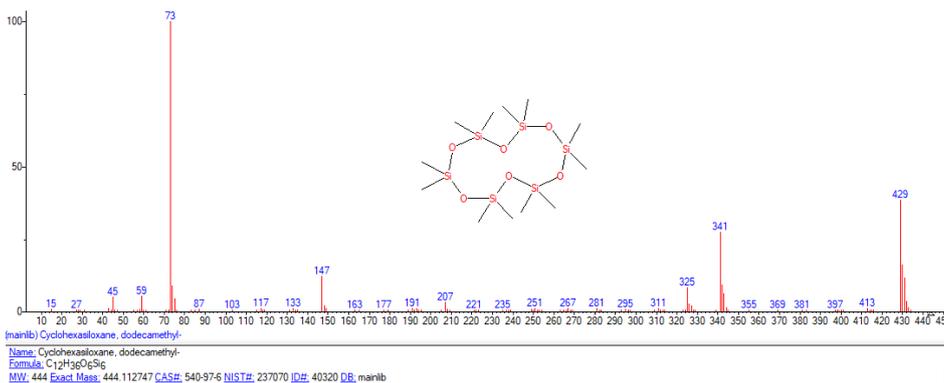
10. beta.-D-Glucopyranose, 1,6-anhydro-



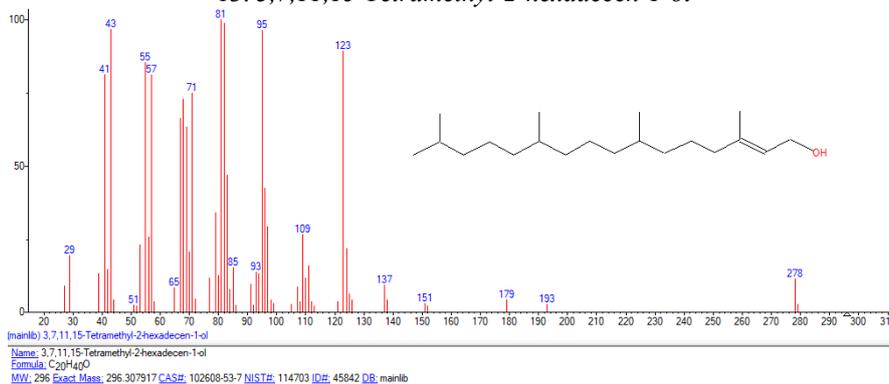
11. Cyclooctasiloxane, hexadecamethyl-



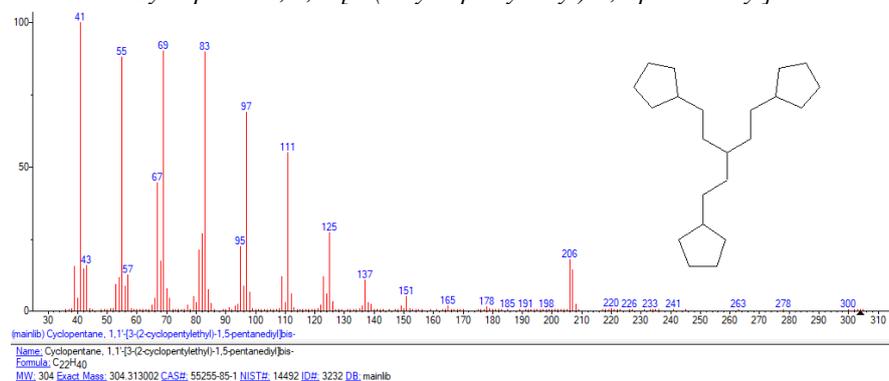
12. Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-



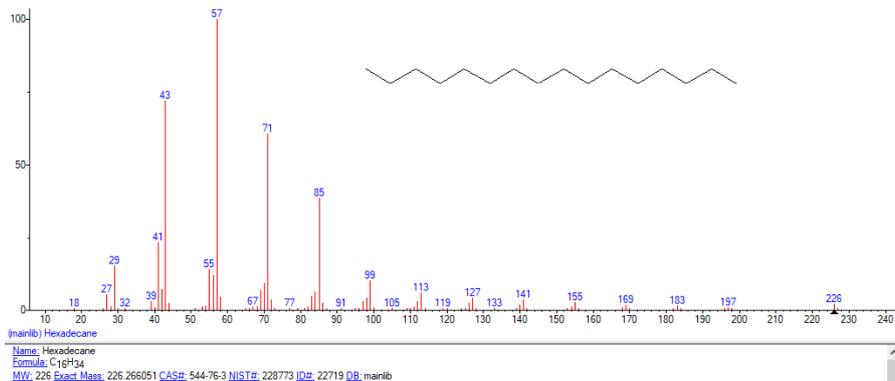
13. 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol



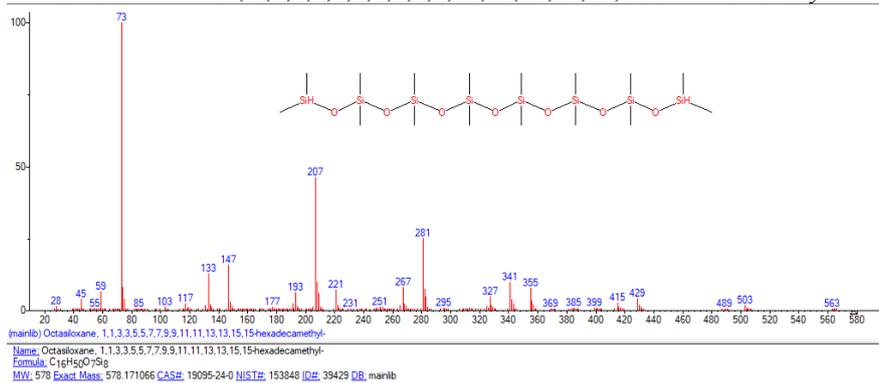
14. Cyclopentane, 1,1'-[3-(2-cyclopentylethyl)-1,5-pentanediy]bis-



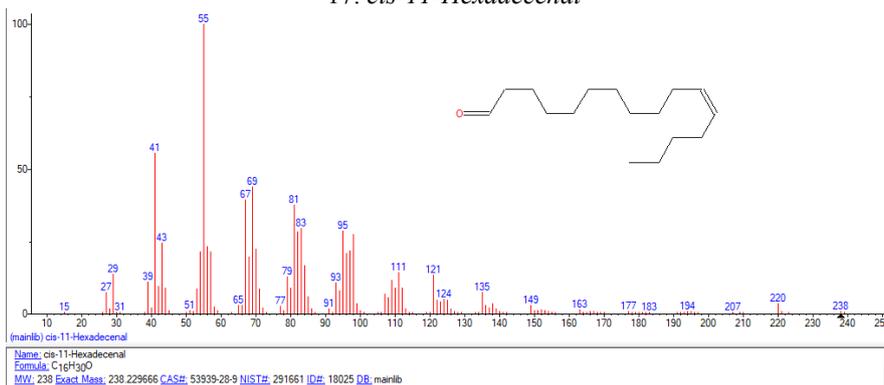
15. Hexadecane



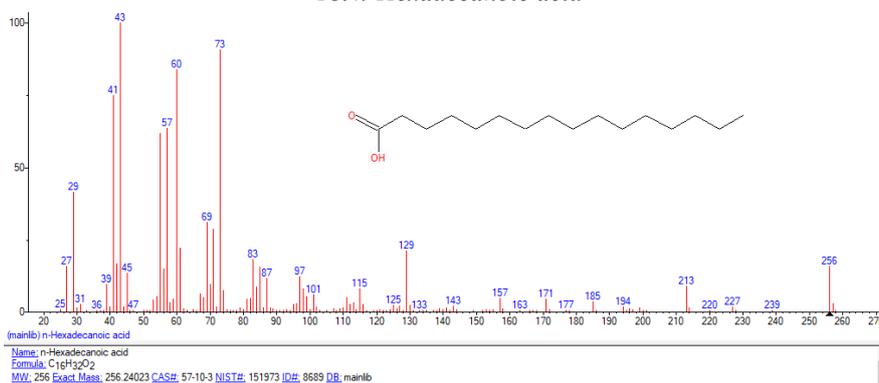
16. Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl-



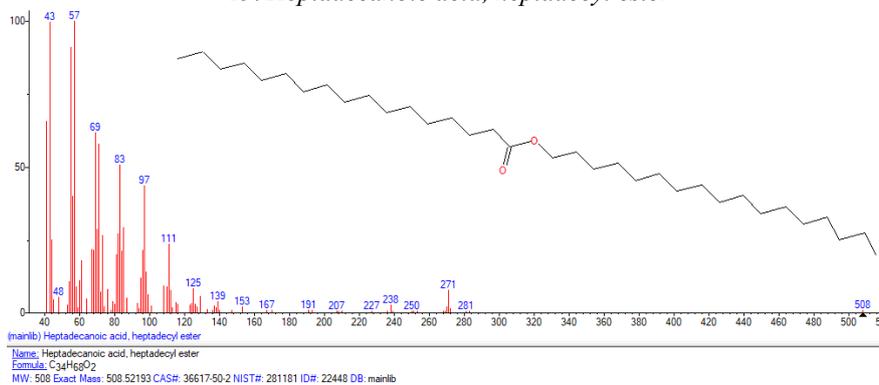
17. cis-11-Hexadecenal



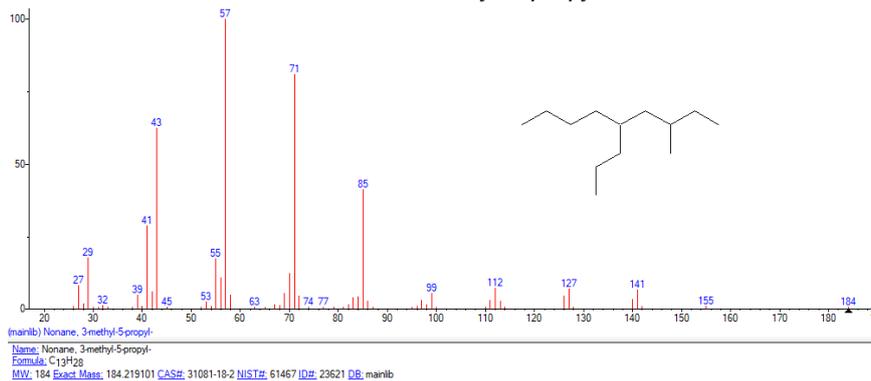
18. n-Hexadecanoic acid



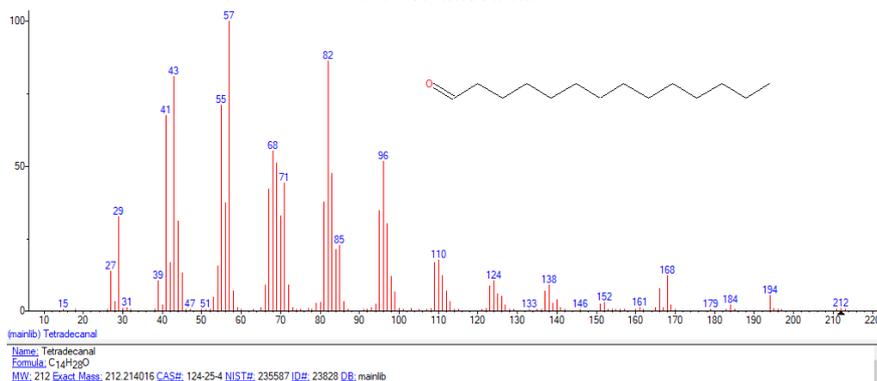
19. Heptadecanoic acid, heptadecyl ester



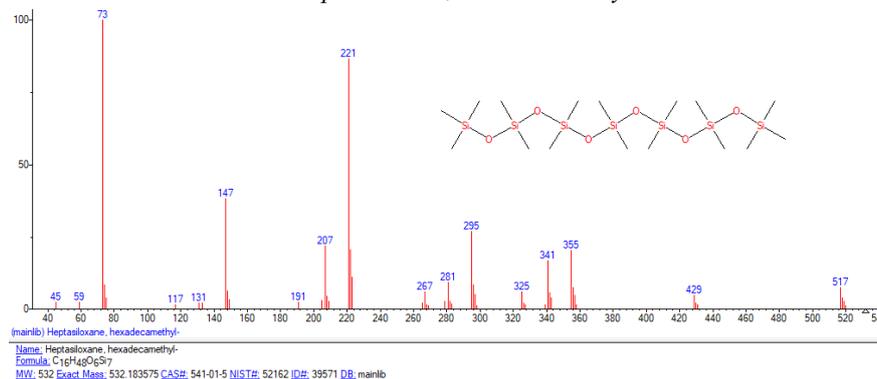
20. *Nonane, 3-methyl-5-propyl-*



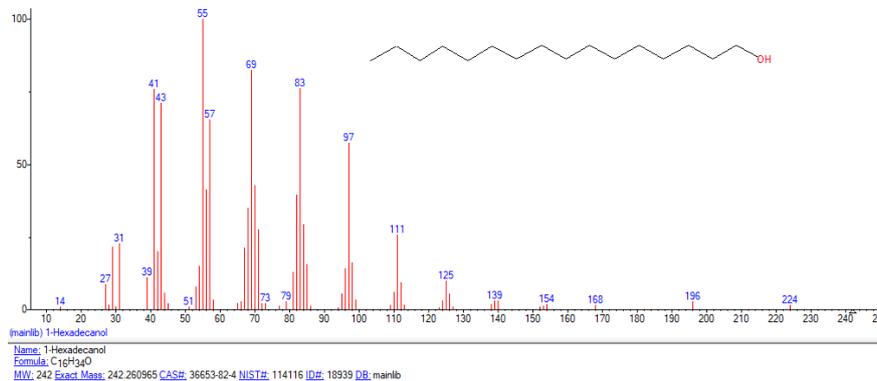
21. *Tetradecanal*



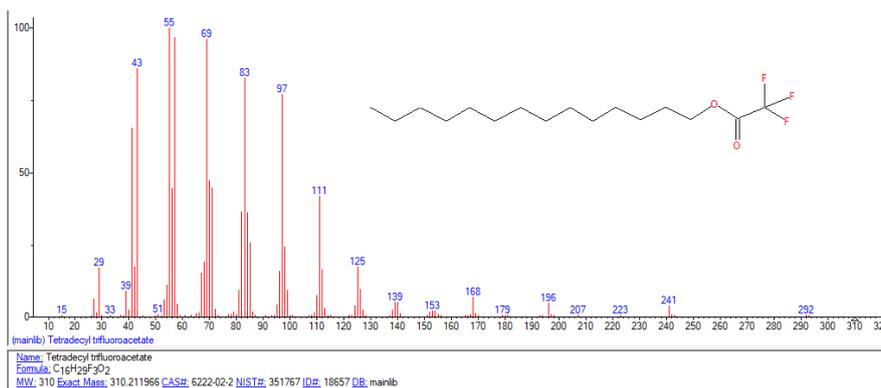
22. *Heptasiloxane, hexadecamethyl-*



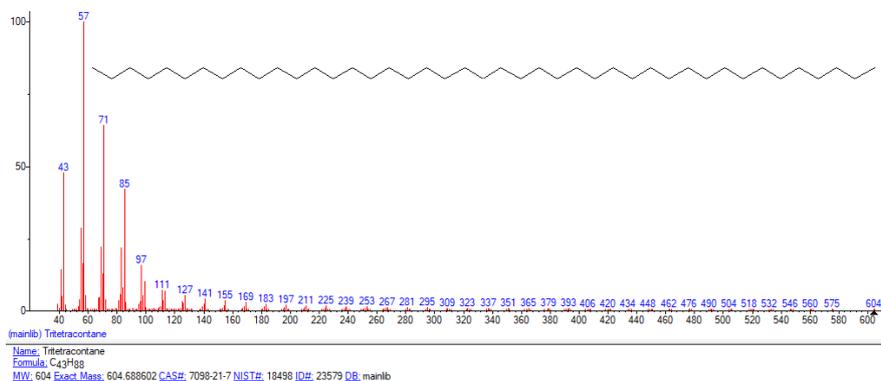
23. *1-Hexadecanol*



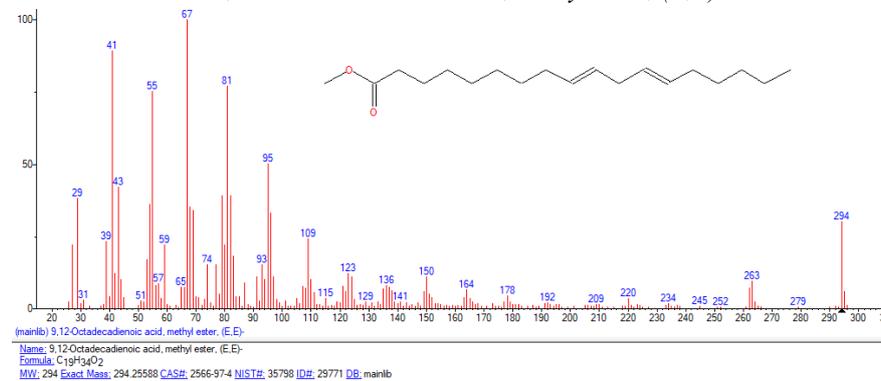
24. *Tetradecyl trifluoroacetate*



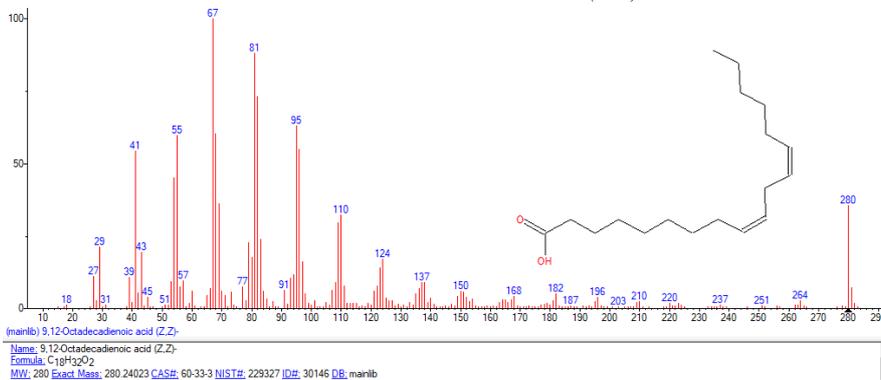
25. *Tritetracontane*



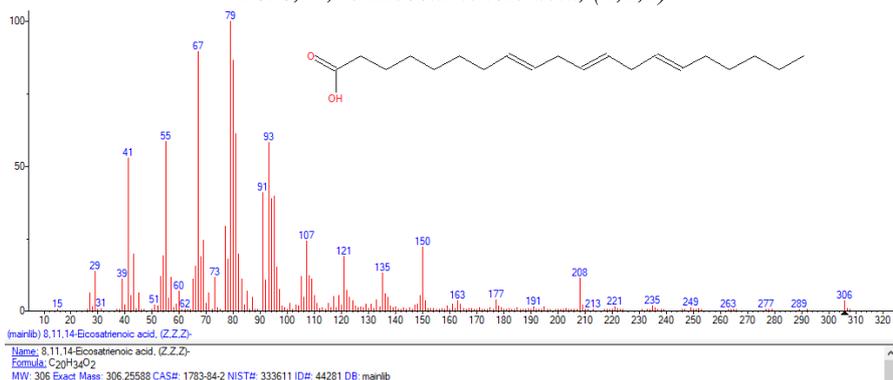
26. *9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (E,E)-*



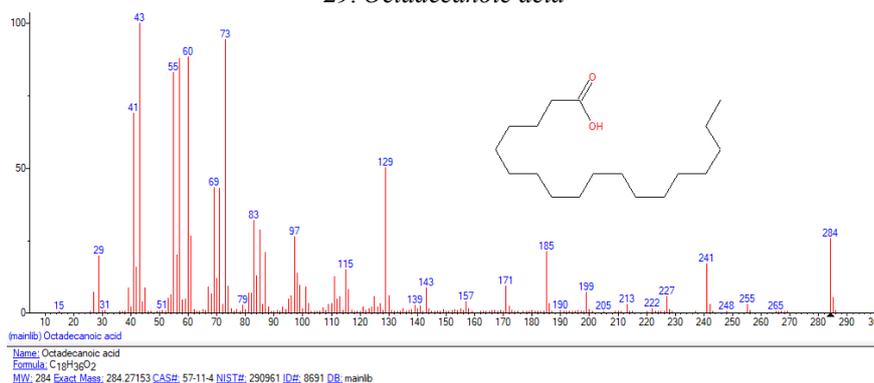
27. *9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-*



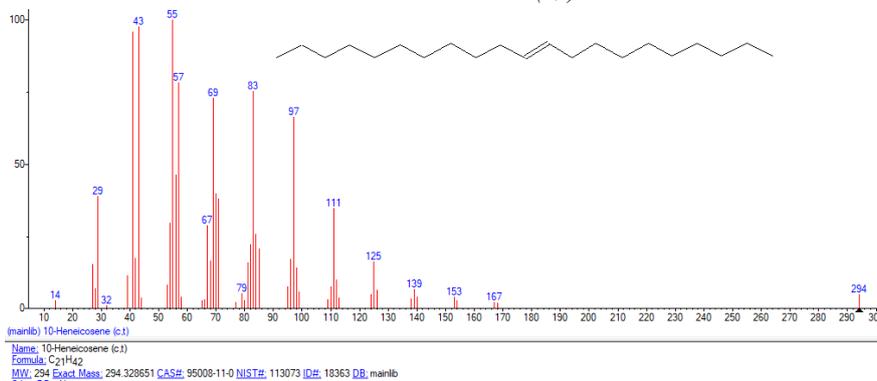
28. 8,11,14-Eicosatrienoic acid, (Z,Z,Z)-



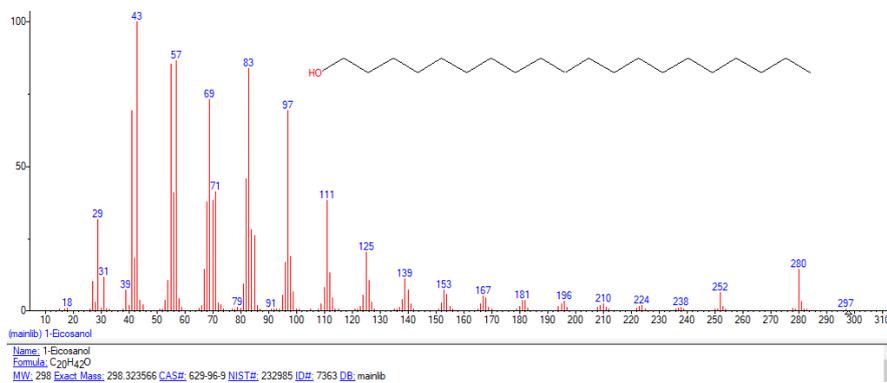
29. Octadecanoic acid



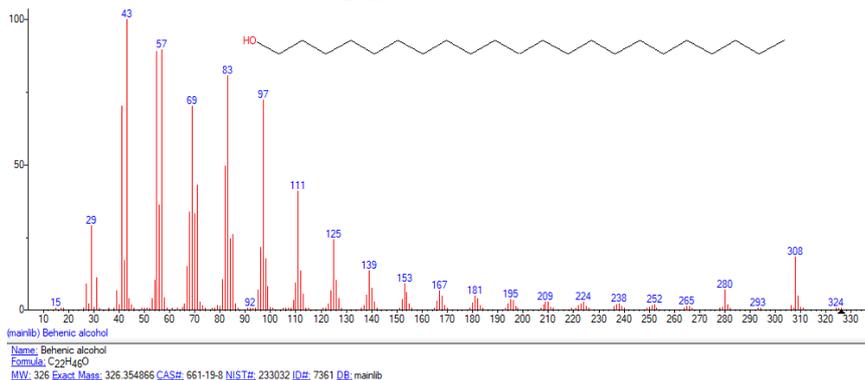
30. 10-Heneicosene (c,t)



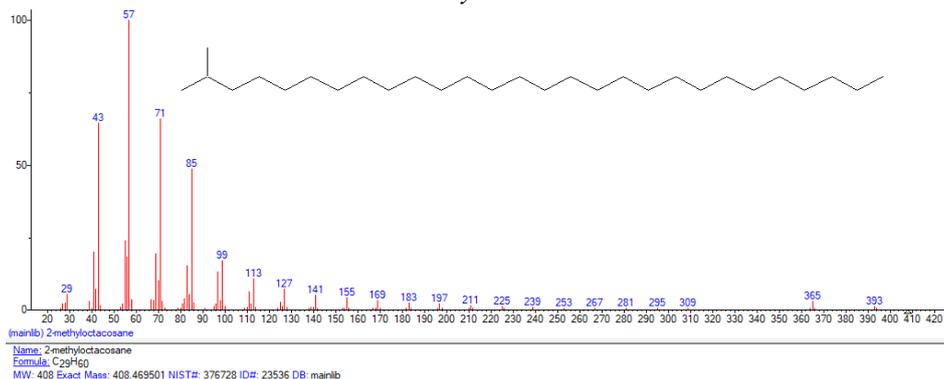
31. 1-Eicosanol



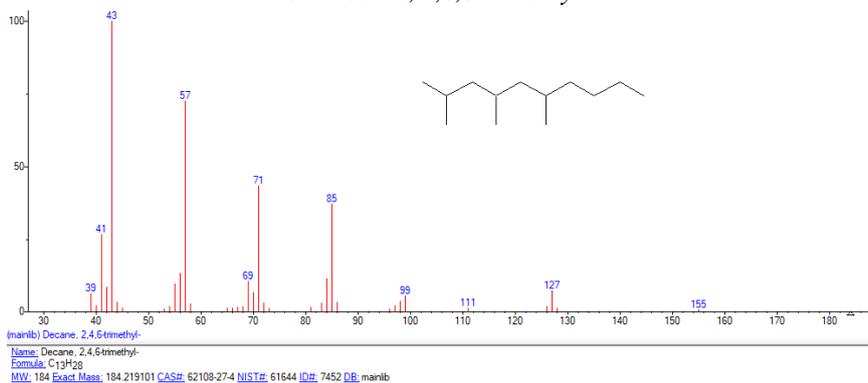
32. Behenic alcohol



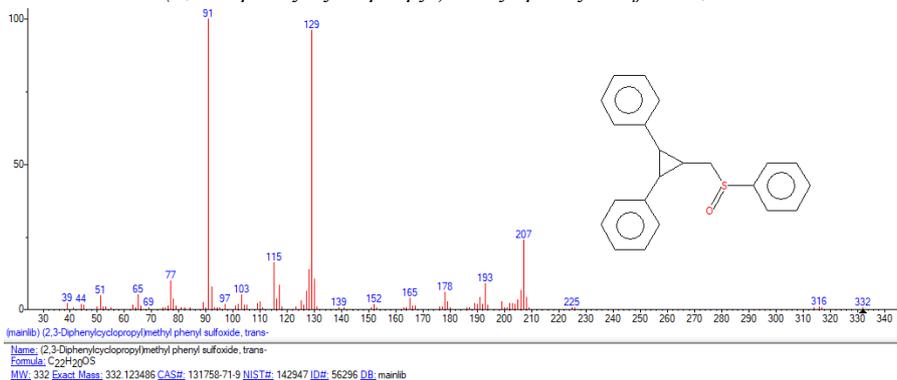
33. 2-methyloctacosane



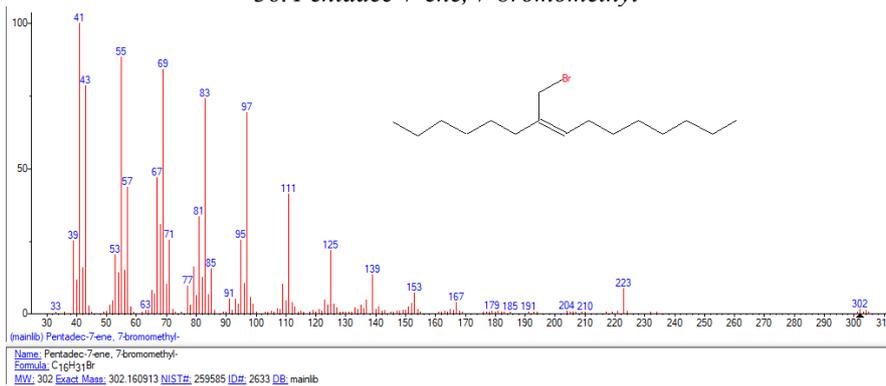
34. Decane, 2,4,6-trimethyl-



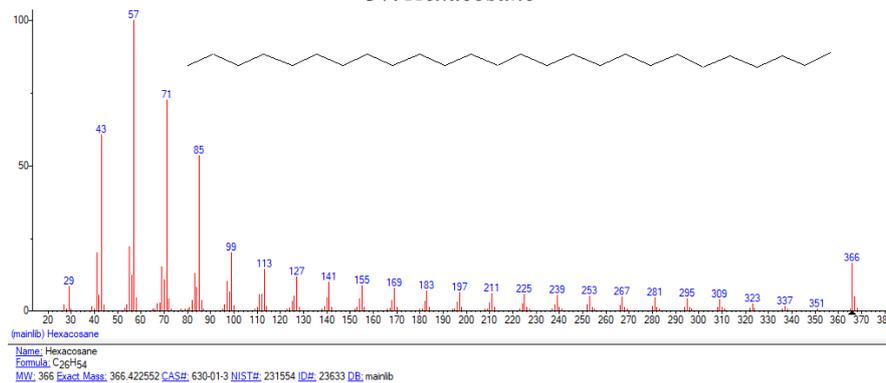
35. (2,3-Diphenylcyclopropyl)methyl phenyl sulfoxide, trans-



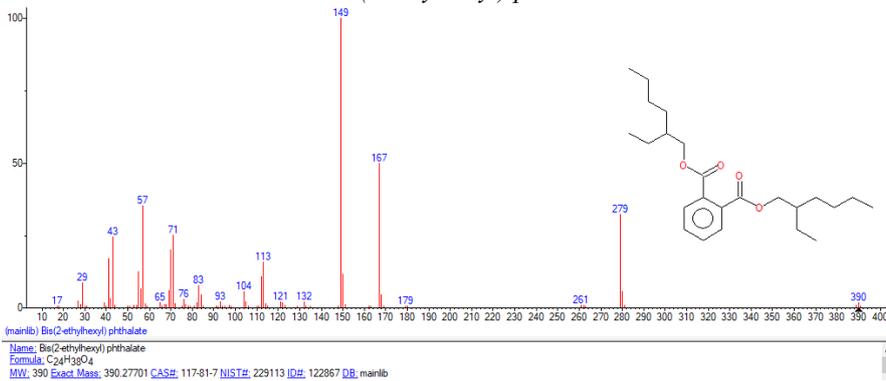
36. Pentadec-7-ene, 7-bromomethyl-



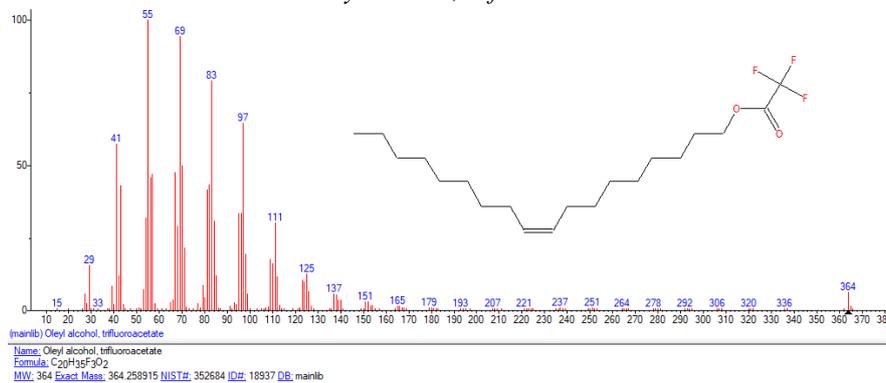
37. Hexacosane



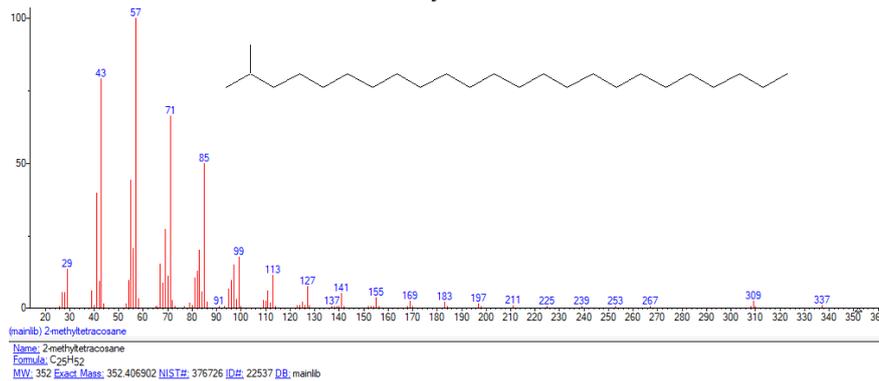
38. Bis(2-ethylhexyl) phthalate



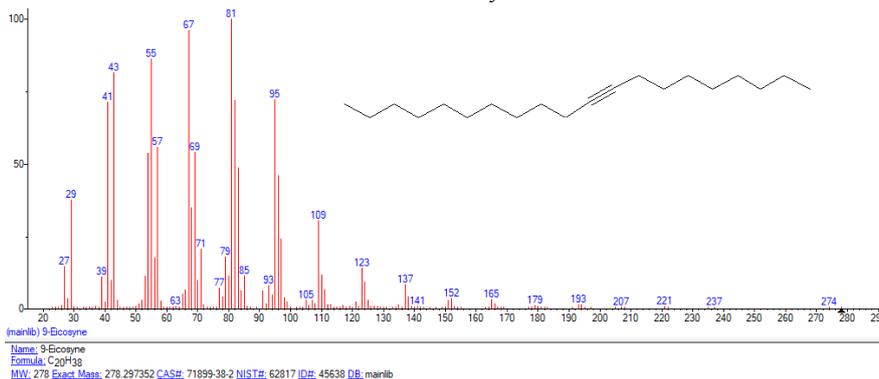
39. Oleyl alcohol, trifluoroacetate



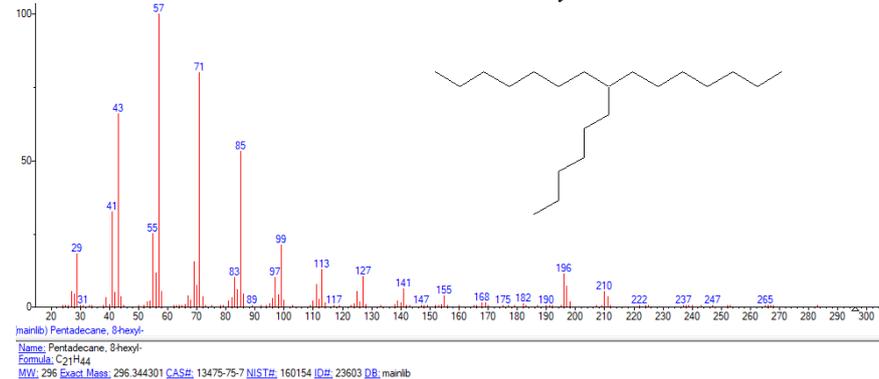
40. 2-methyltetracosane



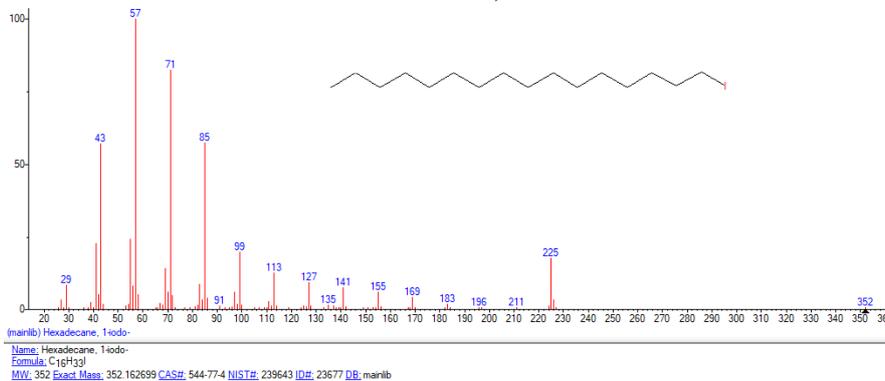
41. 9-Eicosyne



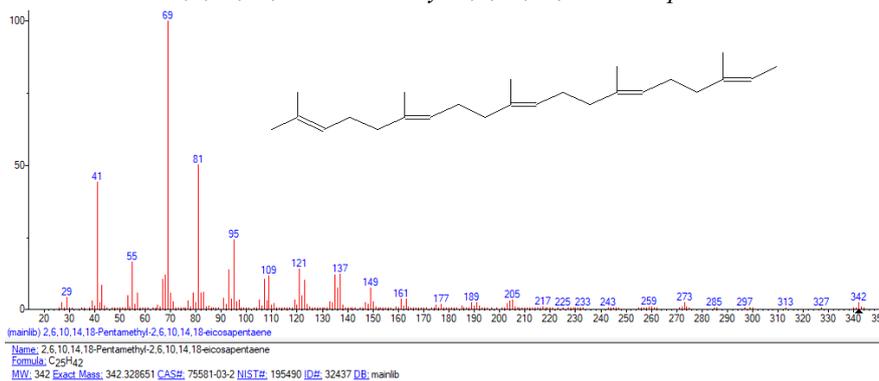
42. Pentadecane, 8-hexyl-



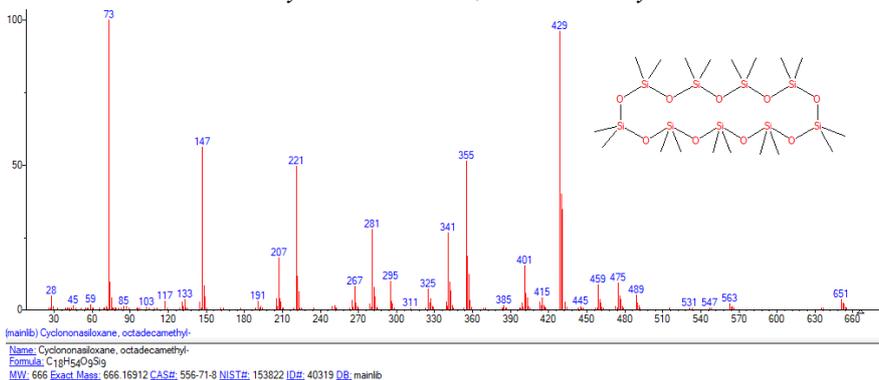
43. Hexadecane, 1-iodo-



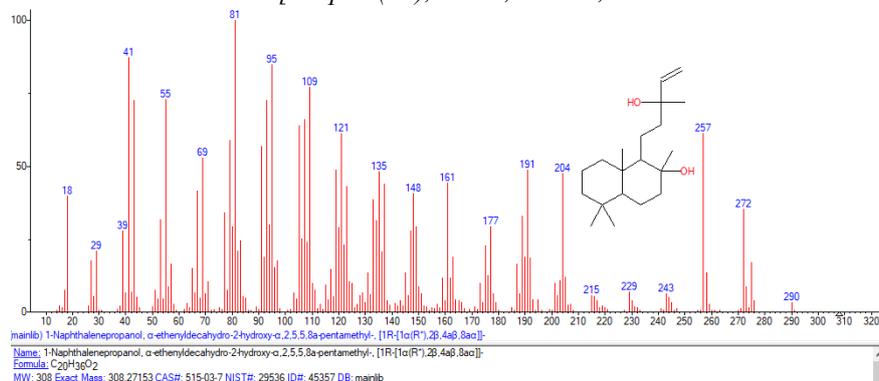
44. 2,6,10,14,18-Pentamethyl-2,6,10,14,18-eicosapentaene



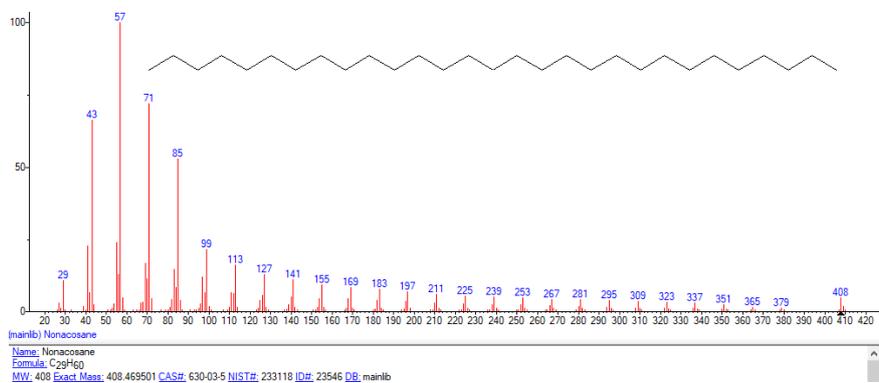
45. Cyclonasiloxane, octadecamethyl-



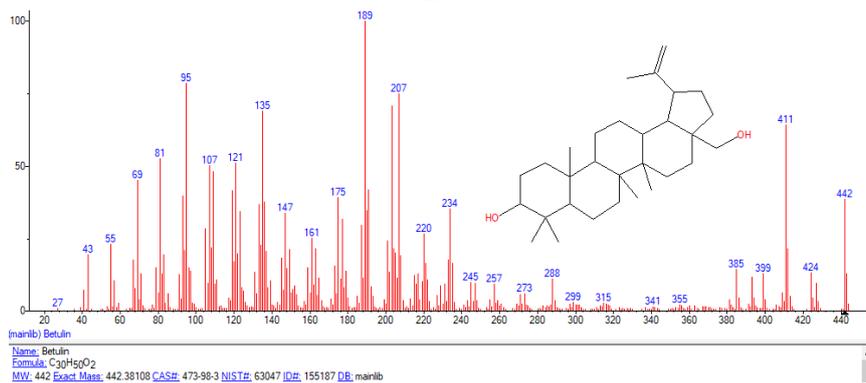
46. 1-Naphthalenepropanol, α -ethenyldecahydro-2-hydroxy-, α ,2,5,5,8a-pentamethyl-, [1R-[1 α (R*),2 β .,4 α . β .,8



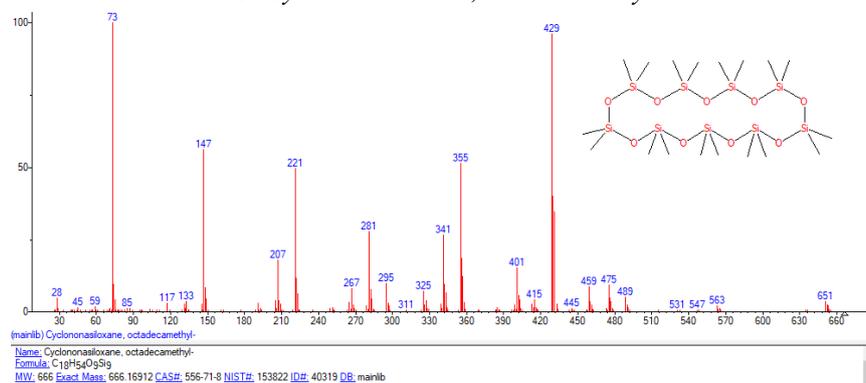
47. Nonacosane



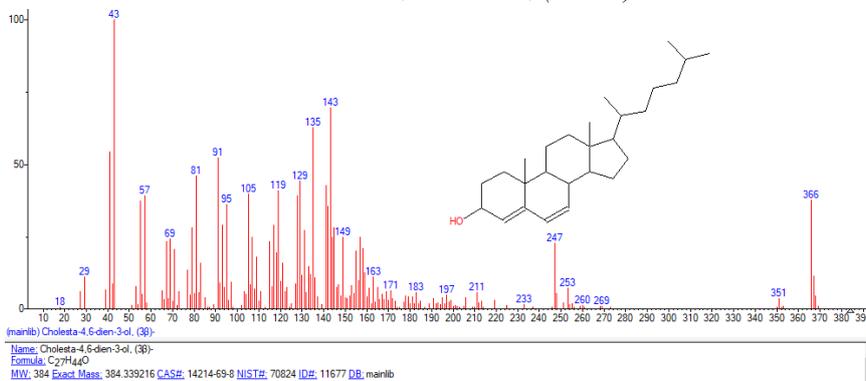
48. *Betulin*



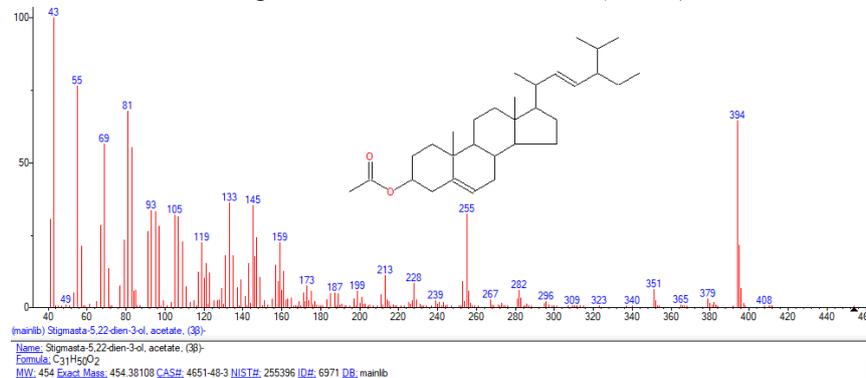
49. *Cyclononasiloxane, octadecamethyl-*



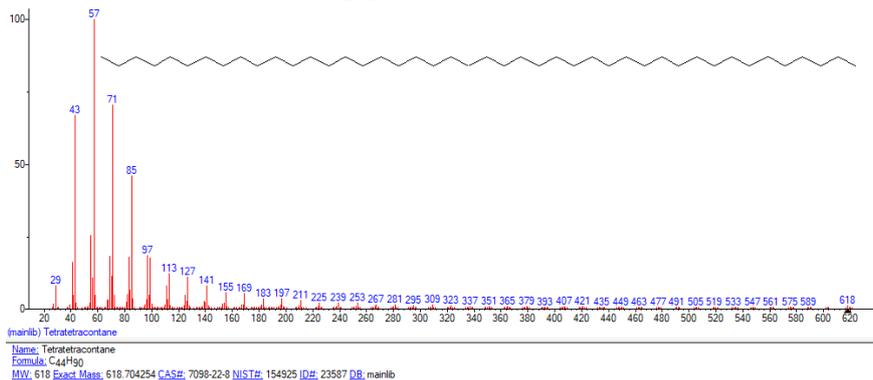
50. *Cholesta-4,6-dien-3-ol, (3.beta.)-*



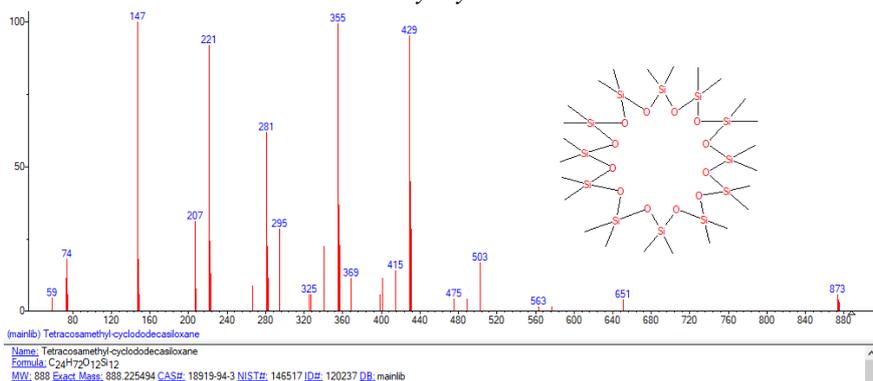
51. *Stigmasta-5,22-dien-3-ol, acetate, (3.beta.)-*



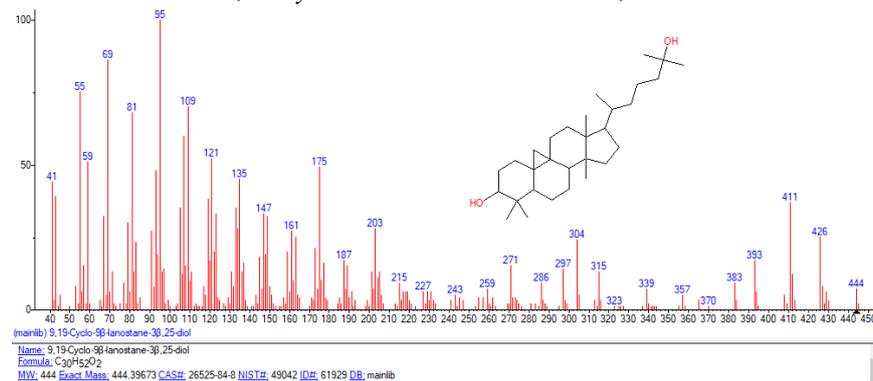
52. Tetratetracontane



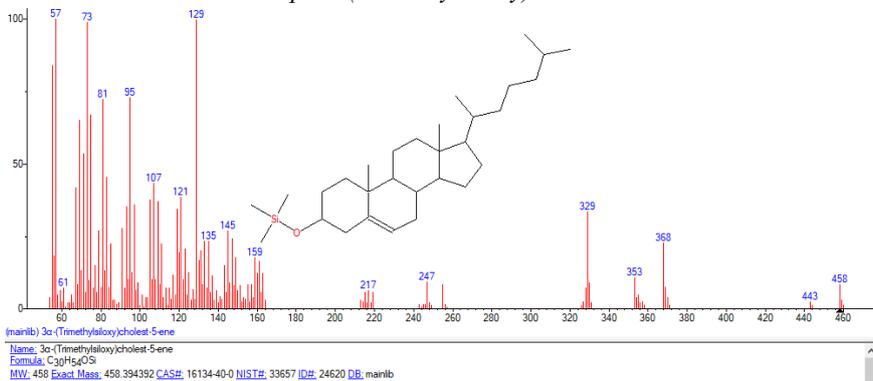
53. Tetracosamethyl-cyclododecasiloxane



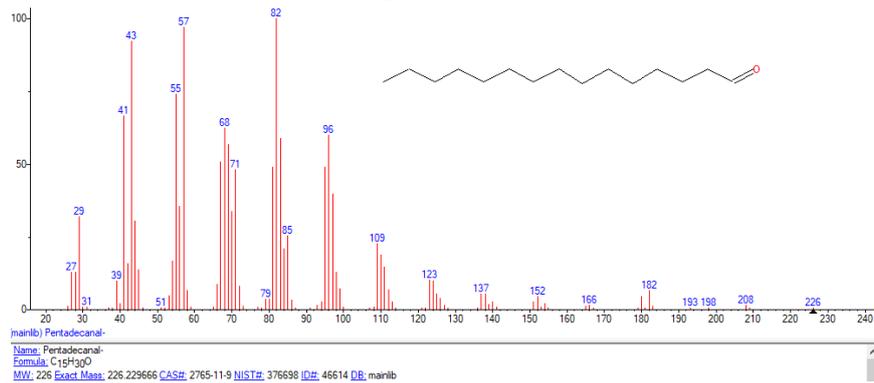
54. 9,19-Cyclo-9.beta.-lanostane-3.beta.,25-diol



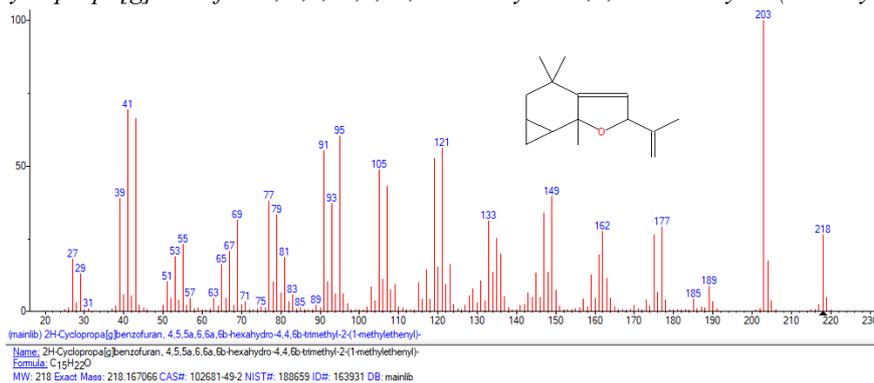
55. 3.alpha.-(Trimethylsiloxy)cholest-5-ene



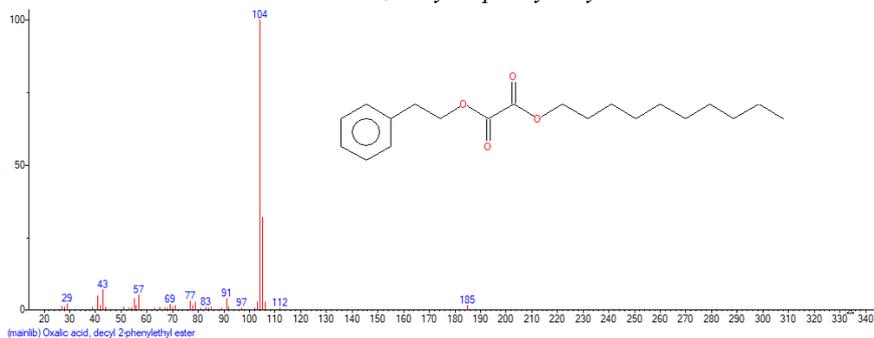
56. *Pentadecanal-*



57. *2H-Cyclopropa[g]benzofuran, 4,5,5a,6,6a,6b-hexahydro-4,4,6b-trimethyl-2-(1-methylethenyl)-*



58. *Oxalic acid, decyl 2-phenylethyl ester*



59. *4,4,6a,6b,8a,11,11,14b-Octamethyl-1,4,4a,5,6,6a,6b,7,8,8a,9,10,11,12,12a,14,14a,14b-octadecahydro-2H-picen-3-one*

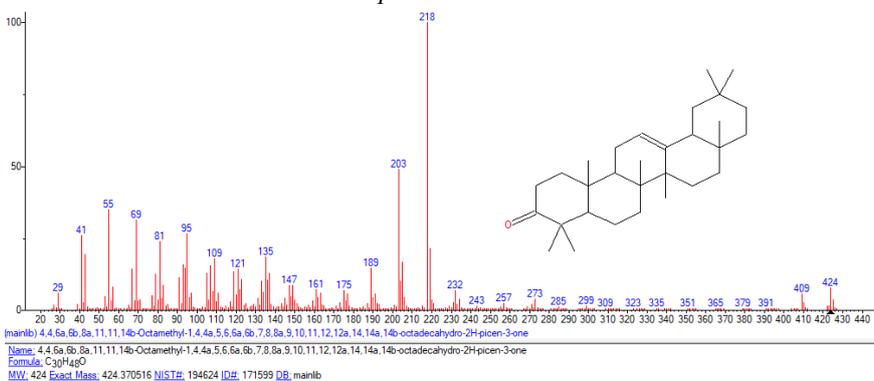


Рис. 2. Структуры наиболее представительных соединений вещества липы – цветки

Приняв во внимание вещественный состав этанольного экстракта цветков липы сердцевидной-мелколистной, количественное содержание индивидуальных соединений, их соотношение и структуру, можно с определённой долей уверенности утверждать, что в формировании направлений фармакологи-

ческого действия препаратов липы основная роль принадлежит стероидам, эфирам, непредельным кислотам, альдегидам, кремний-, бром- и фторсодержащим соединениям. Например, можно считать правильным вывод о том, что кремнийорганические соединения в результате кислотного гидролиза дают оксид $Si(IV)$ с высокоразвитой адсорбционной поверхностью, на которой прочно сорбируются стероиды, непредельные карбоновые кислоты, альдегиды и другие соединения и они без нарушения нативной структуры током крови доставляются к необходимому органу, проявляя высокий коэффициент использования и лечебного действия.

Следует предположить, что данную роль выполняет мелкокристаллический оксид $Si(IV)$, содержащийся в большинстве лекарственных препаратов. Сорбционная ёмкость оксида $Si(IV)$, образующегося непосредственно в организме, несомненно выше, чем у присутствующего в промышленных синтетических лекарствах. Собственно стероидное ядро (циклопентанпергидрофенантрена) присутствует в половых и надпочечниковых гормонах, желчных кислотах, холестерине у человека и животных. Они также обнаруживаются в растениях со свойствами эстрогенов и прогестинов. Стероиды участвуют в построении внутренних мембран клеток. Многие стеролы образуют в растениях эфиры с углеводами – гликозиды, что и наблюдается при изучении химического состава органического вещества растений, например, в этанольном экстракте липы идентифицирован β -*D-Glucopyranose, 1,6-anhydro*, который в растении был в виде эфира со стероидом.

Выводы:

1. Хромато-масс-спектрометрией впервые выполнена подробная идентификация соединений, определяющих состав этанольного экстракта цветков липы сердцевидной-мелколистной; определено их количественное содержание, получены масс-спектры и структурные формулы.
2. Основу экстракта определяют стероиды; эфиры различных органических кислот; альдегиды, спирты, непредельные карбоновые кислоты, типа линолевой и линоленовой, кремний-, бром- и фторсодержащие органические соединения.
3. Сделан вывод о роли оксида $Si(IV)$, образующегося в результате гидролитического расщепления кремнийорганических соединений, в повышении эффективности использования организмом всего набора биологически активных веществ в составе растения и препаратов на его основе.

Литература

1. Буркова Е.А., Хабибрахманова В.Р., Канарский А.В. Антиоксидантные свойства экстрактов цветков липы сердцевидной (*tilia cordata*) // Вестник Технологического университета. 2015. Т. 18, № 16. С. 38–40.
2. Веселова Д.В., Степанова Э.Ф. Использование в современной медицине цветков липы сердцевидной // Фармация и фармакология. 2016. Т. 4. № 1. С. 4–9.
3. Виноградов Т.А., Гажев Б.Н. Практическая фитотерапия. Серия «Полная энциклопедия». М.: «ОЛМА-ПРЕСС»; СПб.: Издательский дом «Нева», «Велери СПД», 1998. 640 с.: ил.
4. Горяев М.И., Шарипова Ф.С. Растения, обладающие противоопухолевой активностью. Алма-Ата: Наука, 1993. 172 с.
5. Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Гапонов С.П. Сравнение особенностей накопления основных токсических элементов цветками липы сердцевидной и пижмы обыкновенной // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2017. № 1. С. 148–154.
6. Зарубина Н.В., Попов Д.М. Аминокислотный состав цветков и листьев липы // Фармация. 2012. № 5. С. 21–23.
7. Мамиева Е.Б., Ширнина Л.В. Цветение липы в условиях техногенного загрязнения. В сборнике: Агроэкологический вестник. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России, 2017. С. 236–240.
8. Никонов Г.К., Мануйлов Б.М. Основы современной фитотерапии. ОАО Изд-во «Медицина», 2005. 520 с.
9. Новейшая энциклопедия домашней медицины. М.: Престиж Бук, 2012. 480 с.
10. Попов А.П. Лекарственные растения в народной медицине. Киев: Здоровье, 1970. 313 с.
11. Попов Д.М., Зарубина Н.В. Сравнительное качественное и количественное определение углеводов в цветках и листьях липы сердцевидной // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2013. № 2 (3). С. 50–53.
12. Пронченко Г.Е. Лекарственные растительные средства. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. 283 с.
13. Ушбаев К.У., Курамысова И.И., Аксанова В.Ф. Целебные травы. Алма-Ата: Кайнар, 1994. 215 с.

References

1. Burkova EA, Habibrahmanova VR, Kanarskij AV. Antioksidantnye svojstva jekstraktov cvetkov lipy serdcelistnoj (*tilia cordata*) [Antioxidant properties of extracts of linden flowers (*tilia cordata*)]. Vestnik Tehnologicheskogo universiteta. 2015;18(16):38-40. Russian.
2. Veselova DV, Stepanova JeF. Ispol'zovanie v sovremennoj medicine cvetkov lipy serdcevidnoj [Use in modern medicine of linden flowers heart-shaped]. Farmacija i farmakologija. 2016;4(1):4-9. Russian.
3. Vinogradov TA, Gazhev BN. Prakticheskaja fitoterapija [Practical herbal medicine. Series "Complete Encyclopedia"]. Serija «Polnaja jenciklopedija». Moscow: «OLMA-PRESS»; Sankt-Peterburg: Izdatel'skij dom «Neva», «Veleri SPD»; 1998. Russian.
4. Gorjaev MI, Sharipova FS. Rasteniya, obladajushhie protivopuholevoj aktivnost'ju [Plants with antitumor activity]. Alma-Ata: Nauka; 1993. Russian.
5. D'jakova NA, Slivkin AI, Gaponov SP. Sravnenie osobennostej nakoplenija osnovnyh toksicheskikh jelementov cvetkami lipy serdcevidnoj i pizhmy obyknovennoj [Comparison of the accumulation of the main toxic elements of linden flowers heart-shaped and common tansy]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Himija. Biologija. Farmacija. 2017;1:148-54. Russian.
6. Zarubina NV, Popov DM. Aminokislrotnyj sostav cvetkov i list'ev lipy [Amino acid composition of linden flowers and leaves]. Farmacija. 2012;5:21-3. Russian.
7. Mamieva EB, Shirmina LV. Cvetenie lipy v uslovijah tehnogennogo zagrjaznenija [Linden flowering in conditions of industrial pollution. In the collection]. V sbornike: Agrojekologicheskij vestnik. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj godu jekologii v Rossii; 2017. Russian.
8. Nikonov GK, Manujlov BM. Osnovy sovremennoj fitoterapii [Basics of modern herbal medicine]. OAO Izd-vo «Medicina»; 2005. Russian.
9. Novejshaja jenciklopedija domashnej mediciny [The latest encyclopedia of home medicine]. Moscow: Prestizh Buk; 2012. Russian.
10. Popov AP. Lekarstvennye rasteniya v narodnoj medicine [Medicinal plants in folk medicine]. Kiev: Zdorov'e; 1970. Russian.
11. Popov DM, Zarubina NV. Sravnitel'noe kachestvennoe i kolichestvennoe opredelenie uglevodov v cvetkah i list'jah lipy serdcevidnoj [Comparative qualitative and quantitative determination of carbohydrates in the flowers and leaves of the heart-shaped linden]. Razrabotka i registracija lekarstvennyh sredstv. 2013;2 (3):50-3. Russian.
12. Pronchenko GE. Lekarstvennye rastitel'nye sredstva [Medicinal herbal remedies]. Moscow: GJeOTAR–MED; 2002. Russian.
13. Ushbaev KU, Kuramysova II, Aksanova VF. Celebnye travy [Healing herbs]. Alma-Ata: Kajnar; 1994. Russian.

Библиографическая ссылка:

Платонов В.В., Хадарцев А.А., Сухих Г.Т., Яркова Т.А., Волочаева М.В., Дунаева И.В. Хромато-масс-спектрометрия органического вещества липы – цветки (липа сердцевидная-мелколистная – *tilia cordata mile* – семейство липовых) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. №3. Публикация 3-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-3/3-1.pdf> (дата обращения: 08.05.2019). DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16409. *

Bibliographic reference:

Platonov VV, Khadartsev AA, Sukhikh GT, Yarkova TA, Volochaeva MV, Dunaeva IV. Hromato-mass-spektrometrija organicheskogo veshhestva lipy – cvetki (lipa serdcevidnaja-melkolistnaja – *tilia cordata mile* – semejstvo lipovyh) [Chromato mass spectrometry of organic matter lips – flowers (small-leaved heart-shaped linden - *tilia cordata mile* - family of lime trees)]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2019 [cited 2019 May 08];1 [about 21 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-3/3-1.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16409.

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-3/e2019-3.pdf>