УДК: 61 DOI: 10.24412/2075-4094-2022-2-3-3

# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГЕКСАНОВОГО ЭКСТРАКТА КОРНЕЙ ДИКОРАСТУЩЕГО ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО (TARAXACUM OFFICINALIC WIGG., CEMEЙСТВО АСТРОВЫЕ – ASTERACEAE)

В.В. ПЛАТОНОВ $^*$ , А.А. ХАДАРЦЕВ $^{**}$ , Б.Г. ВАЛЕНТИНОВ $^{**}$ , Г.Т. СУХИХ $^{***}$ , В.А. ДУНАЕВ $^{**}$ , М.В. ВОЛОЧАЕВА $^{***}$ 

\*\*OOO «Террапроминвест», ул. Перекопская, д. 56, г. Тула, 300045, Россия
\*\*\*Тульский государственный университет, медицинский институт,
ул. Болдина, д.128, г. Тула, 3000012, Россия
\*\*\*\*ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. В.И. Кулакова, ул. Опарина, д. 4, г. Москва, 117997, Россия

Аннотация. Введение. Одуванчик лекарственный (Taraxacum officinalic Wigg., семейство астровые – Asteraceae) – многолетнее травянистое растение, все части которого содержат млечный сок. Химический состав корней определяют – горькие гликозиды; тритерпены,  $\beta$ -ситостерин и стигмастерин, а также никотиновая кислота, витамины группы B, сапонины, флавоноиды, гликозиды и др. Препараты корней оказывают выраженное влияние на водно-солевой обмен, систему пищеварения, обладают бактерицидными, диуретическими, иммуномодулирующими свойствами, снижают уровень холестерина и сахара в крови. В народной медицине одуванчик применяется в качестве противоглистного и успокаивающего средства, при мочекаменной болезни, бессоннице, гипертонии, экземе и др. *Цель исследования* – подтвердить литературные сведения о химическом составе органического вещества корней дикорастущего одуванчика лекарственного, а также расширить набор идентифицированных соединений, привести их масс-спектры, структурные формулы. Определить новые направления фармакологического действия гексанового препарата одуванчика. Материалы и методы исследования. Высушенное сырье размалывали до порошка в фарфоровой лабораторной мельнице, который подвергали экстракции н-гексаном в аппарате Сокслета при его температуре кипения. Затем в вакуумном роторном испарителе модели RE-52AA Rotary Evaporator растворитель отгонялся с получением светло-желтого маслянистого продукта. Химический состав н-гексанового экстракта исследовался хромато-масс-спектрометрией: использовался газовый хроматограф GC-2010, соединенный с тройным квадрупольным масс-спектрометром GCMS-TQ-8030 под управлением программного обеспечения GCMS Solution 4.11. Рентгенофлуоресцентный анализ выполнялся на приборе Shimadzu Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer модели EDX-8000. Результаты и их обсуждение. Выявлены стероидные соединения, характеризующиеся высокой биологической активностью, такие как Betulin, Acetylbetulaldehyd, Betulina dehyd, 24-Norursa-3,12-dien, 24-Norolaan-3,12-dien, Lupeol, Lupeol trifluoroacetate, Lanosterol, Tsigmasterol, Compesterol, γ-sitosterol, Ha долю которых приходится - 93,58 (масс. % от суммы стероидных соединений, составляющих - 70,05 (масс. % от экстракта). Достаточно высокое содержание углеводородов с числом атомов углерода от  $C_{I3}$ до  $C_{54}$ , имеющих в цепи 1, 2, 3 двойных связей: 1E-11, Z-13-Octadecatrien ( $C_{18}$ ), 3-Octadecene (E) –  $C_{18}$ , а также двойные и тройные связи одновременно: 6-Tridecen-4-уn, (Z)- $C_{13}$ , или только тройные связи: 1-Octadecyn ( $C_{18}$ ), 9-Eicosyn ( $C_{20}$ ); идентифицированы структуры производных азулена и декалина. Среди карбоновых кислот, содержание которых - 5,0 (масс. % от экстракта), доминирует н-Hexadecanoic acid (81,40 мас. % от суммы кислот); присутствуют кислоты от  $C_6$  (Hexanoic acid) до  $C_{20}$  (Decanoic acid, Zoctul); количество альдегидов, кетонов и гликозидов – (0,01, 0,02 и 0,02 мас. % от экстракта), соответственно. Спирты имеют сложное строение и их количество – 0,19 (мас. % от экстракта). Сложные эфиры образованы, в основном, Acetic, Phthalic Dodecanoic, Hexadecanoic, Octadecanoic acid; их содержание -2,33 (мас. % от экстракта). Практически отсутствуют фенолы. Рентгено-флуоресцентный анализ показал присутствие в экстракте Se, S, Si, Zn, Cu, Ni, Ti, Ge. Заключение. Впервые выполнена хромато-массспектрометрия гексанового экстракта корней дикорастущего одуванчика лекарственного, позволившая установить качественный состав и количественное содержание 71 индивидуального соединения.

**Ключевые слова:** дикорастущий одуванчик лекарственный, гексановый экстракт, массспектрометрия, рентген-флуоресцентный анализ.

# CHEMICAL COMPOSITION OF HEXANE EXTRACT OF WILD DANDELION ROOT (TARAXACUM OFFICINALIC WIGG., ASTERACEAE FAMILY)

V.V. PLATONOV\*, A.A. KHADARTSEV\*\*, B.G. VALENTINOV\*\*, G.T. SUKHIKH\*\*\*, V.A. DUNAEV\*\*, M.V. VOLOCHAEVA\*\*\*

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

\*\* Tula State University, Medical Institute, Boldin Str., 128, Tula, 3000012, Russia

\*\*\* National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after V.I. Kulakov,

Oparin Str., 4, Moscow, 117997, Russia

Abstract. Introduction. Dandelion officinalis (Taraxacum officinalic Wigg., Asteraceae family) is a perennial herbaceous plant, all parts of which contain milky juice. The chemical composition of the roots is determined by bitter glycosides; triterpenes, β-sitosterol and stigmasterol, as well as nicotinic acid, B vitamins, saponins, flavonoids, glycosides, etc. Root preparations have a pronounced effect on water-salt metabolism, the digestive system, have bactericidal, diuretic, immunomodulatory properties, lower cholesterol levels and blood sugar. In folk medicine, dandelion is used as an antihelminthic and sedative, for urolithiasis, insomnia, hypertension, eczema, etc. The research purpose is to confirm the literature data on the chemical composition of the organic matter of the roots of wild-growing dandelion officinalis, to expand the set of identified compounds, give their mass spectra, structural formulas, as well as to determine new directions of the pharmacological action of the dandelion hexane preparation. Materials and research methods. The dried raw material was ground to a powder in a porcelain laboratory mill, which was subjected to extraction with n-hexane in a Soxhlet apparatus at its boiling point. Then, in a vacuum rotary evaporator model RE-52AA Rotary Evaporator, the solvent was distilled off to obtain a light yellow oily product. The chemical composition of the n-hexane extract was studied by chromato-mass spectrometry: a GC-2010 gas chromatograph was used, connected to a GCMS-TQ-8030 triple quadrupole mass spectrometer controlled by GCMS Solution 4.11 software. X-ray fluorescence analysis was performed on a Shimadzu Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer model EDX-8000. Results and its discussion. Steroid compounds with high biological activity have been identified, such as Betulin, Betulina dehyd, 24-Norursa-3,12-dien, 24-Norolaan-3,12-dien, Lupeol, Acetylbetulaldehyd, trifluoroacetate, Lanosterol, Tsigmasterol, Compesterol, y-sitosterol. They account for - 93.58 (wt.% of the total steroid compounds that make up - 70.05 (wt.% of the extract). A fairly high content of hydrocarbons with a number of carbon atoms from  $C_{13}$  to  $C_{54}$ , having 1, 2, 3 double bonds: *IE-11, Z-13-Octadecatrien* ( $C_{18}$ ), 3-Octadecene (E) –  $C_{18}$ , as well as double and triple bonds simultaneously: 6-Tridecen-4-yn, (Z)- $C_{13}$ , or only triple bonds: I-Octadecyn ( $C_{18}$ ), 9-Eicosyn ( $C_{20}$ ). The structures of azulene and decalin derivatives have been identified. Among the carboxylic acids, the content of which is 5.0 (wt. % of the extract), n- Hexadecanoic acid dominates (81.40 wt.% of the total acids). There are acids from  $C_6$  (Hexanoic acid) to  $C_{20}$  (Decanoic acid, Z-octul); the amount of aldehydes, ketones and glycosides - (0.01, 0.02 and 0.02 wt. % of the extract), respectively. Alcohols have a complex structure and their amount is 0.19 (wt. % of the extract). Esters are formed mainly by Acetic, Phthalic Dodecanoic, Hexadecanoic, Octadecanoic acid; their content is 2.33 (wt.% of the extract). Phenols are practically absent. X-ray fluorescence analysis showed the presence of Se, S, Si, Zn, Cu, Ni, Ti, Ge in the extract. Conclusion. For the first time, chromato-mass spectrometry of a hexane extract of the roots of a wildgrowing dandelion officinalis was performed, which made it possible to establish the qualitative composition and quantitative content of 71 individual compounds.

**Keywords:** wild dandelion officinalis, hexane extract, mass spectrometry, X-ray fluorescence analysis.

**Введение.** Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinalic Wigg.*), относится к семейству астровых (*Asteraceae*). Это многолетнее травянистое растение, все части которого содержат млечный сок. Лекарственным сырьём являются собранные осенью, очищенные от корневой шейки, отмытые от земли и высушенные корни дикорастущих растений. Изучена безопасность и эффективность лекарственного растительного сырья одуванчика лекарственного, собранного в центральных регионах России, в том числе в районах, испытывающих антропогенную нагрузку [1, 2]. Одуванчик лекарственный может служить индикатором техногенных загрязнений внешней среды [8, 11].

Химический состав корней представлен горькими гликозидами – тараксацином, тараксацерином; тритерпенами – тараксастерином, тараксеролом, тараксолом, тараксастеролом, псевдотараксастеролом,  $\beta$ -амирином и эвдесманолидом,  $\beta$ -ситостерином и стигматерином, а также никотиновой кислотой, никотинамидом, холином. До 24% – инулином, до 3% – каучуком, органическими кислотами, витаминами группы B, сапонинами, флавоноидами, фенольными соединениями и гликозидами [3, 13, 15]. Из одуванчика лекарственного получают инулин, гидроксикоричные кислоты [4, 12]. Флавоноиды способствуют заживлению мелких воспалительных процессов. Экстракты, полученные из одуванчика, могут приме-

няться внутрь (для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта) и наружно (в стоматологии, дерматологии, оториноларингологии) [14].

Препараты корней одуванчика лекарственного активно воздействуют на водно-солевой обмен, состояние желудочно-кишечного тракта (возбуждение аппетита, улучшение пищеварения, желчегонное, слабительное действие). Обеспечивают бактерицидный, диуретический, вяжущий, иммуномодулирующий, противоглистный эффект, снижают уровень холестерина и сахара в крови [3]. Одуванчик лекарственный используется в пищевых целях, в том числе при производстве ферментированных напитков [6, 10].

В народной медицине одуванчик применяется в качестве противоглистного и успокаивающего средства, при мочекаменной болезни, неполном усвоении жиров, метеоризме, бессоннице, гипертонии, запоре, экземе [5, 7, 9].

**Цель исследования** — подтвердить литературные сведения о химическом составе органического вещества корней дикорастущего одуванчика лекарственного, а также расширить набор идентифицированных соединений, привести их масс-спектры, структурные формулы. Определить новые направления фармакологического действия гексанового препарата одуванчика.

**Материалы и методы исследования.** В качестве исходного лекарственного сырья используются собранные осенью корни одуванчика, освобожденные от земли, тщательно промытые водой, и высушенные. Высушенное сырье разрезалось на мелкие кусочки, размалывалось до порошка в фарфоровой лабораторной мельнице, подвергалось экстракции *н*-гексаном в аппарате Сокслета при его температуре кипения. Окончание экстракции осуществлялось при достижении коэффициента преломления *н*-гексана, равного его исходному значению. Затем в вакуумном роторном испарителе модели *RE-52AA Rotary Evaporator* растворитель отгонялся до получения светло-желтого маслянистого продукта.

Анализ химического состава  $\mu$ -гексанового экстракта осуществлялся по результатам хромато-масс-спектрометрии, полученным на газовом хроматографе GC-2010, соединенным с тройным квадру-польным масс-спектрометром GCMS-TQ-8030 с использованием программного обеспечения GCMS Solution 4.11.

Для идентификации и количественного определения содержания соединений соблюдались следующие условия хроматографирования — ввод пробы с делением потока (1:10), колонка ZB-5MS (30 м × 0.25 мм × 0.25 мкм), температура инжектора 280  $^{\circ}$ 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 °C, осуществлялась электронная ионизация, диапазон регистрируемых масс от 50 до 500 Да.

Рентгенофлуоресцентный анализ, выполненный на приборе *Shimadzu Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer* модели EDX-8000, позволил идентифицировать в гексановом экстракте Se, S, Si, S

**Результаты и их обсуждение.** Хроматограмма экстракта корней одуванчика лекарственного приведена на рис. 1. Масс-спектр – рис. 2.

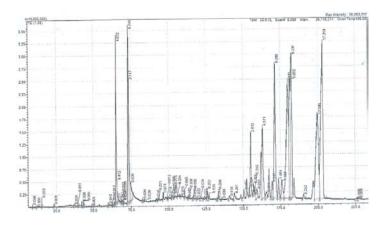


Рис. 1. Хроматограмма

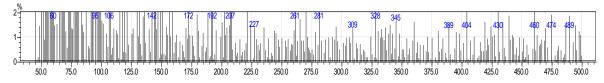


Рис. 2. Масс-спектр

## ВЕСТНИК НОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ. Электронное издание - 2022 - N 2

## JOURNAL OF NEW MEDICAL TECHNOLOGIES, eEdition - 2022 - N 2

Качественный состав и количественное содержание идентифицированных соединений показаны в табл. 1, результаты которой были использованы для расчета структурно-группового состава экстракта. Масс-спектры и структуры наиболее представительных соединений вещества корней дикорастущего одуванчика лекарственного приведены на рис. 3.

Таблица 1

#### Список соединений

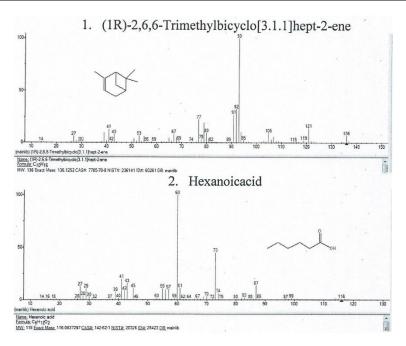
1	8.792	0,01	(1R)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene
2	11.522	0,01	Hexanoic acid
3	15.171	0,01	Linalool
4	23.153	0,03	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-
5	36.810	0,03	.betaD-Glucopyranose, 1,6-anhydro-
6	39.382	0,02	Dodecanoic acid
7	42.086	0,02	Dodecanoic acid, 1-methylethyl ester
8	43.213	0,05	Imidazolo[1,2-a]pyrimidine-2,5(1H,3H)-dione, 3,7-dimethyl-
9	48.671	0,03	1-Octadecyne
10	59.761	0,01	Pentadecanoic acid
11	62.308	0,02	Cyclodecasiloxane, eicosamethyl-
12	62.477	0,02	Dihydrodehydrocostus lactone
13	63.688	0,02	
14	65.162	4,07	Phthalic acid, 2-cyclohexylethyl butyl ester n-Hexadecanoic acid
15	65.559	0,41	н-нехаиесапоіс асіа Hexadecanoic acid, ethyl ester
16		0,41	
17	67.761 68.468	0,01	Methyl 3-cis,9-cis,12-cis-octadecatrienoate
18			Cyclooctasiloxane, hexadecamethyl- Tetradecanoic acid
	69.012	0,05	
19 20	69.598	0,01	3-Octadecene, (E)-
21	69.795	0,03	Methyl 7,11,14-eicosatrienoate
22	73.318	6,75 3,15	1,E-11,Z-13-Octadecatriene
	73.452		6-Tridecen-4-yne, (Z)-
23	74.670	0,83	Dodecanoic acid, 2-octyl-
25	82.443	0,03	Alloaromadendrene oxide-(1)
26	83.527 91.639	0,03	Heptadecanoic acid, heptadecyl ester
27	93.108	0,01	Hexanedioic acid, mono(2-ethylhexyl)ester 1-Naphthalenol, decahydro-4a-methyl-
28	96.097	0,02	Methyl (Z)-5,11,14,17-eicosatetraenoate
29	99.064	0,07	Phthalic acid, octyl 2-propylpentyl ester
30	99.922	0,01	n-Propyl 9,12-octadecadienoate
31	101.990	0,02	Nonanoic acid, 9-oxo-, ethyl ester
32	102.274	0,04	Cyclononasiloxane, octadecamethyl-
33	103.405	0,04	Octadecanal
34	103.661	0,04	1-Cyclohexyldimethylsilyloxy-2-methylpropane
35	105.982	0,03	Tetrapentacontane, 1,54-dibromo-
36	108.044	0,03	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, phenylmethyl ester
37	110.738	0,02	6,10,14,18,22-Tetracosapentaen-2-ol, 3-bromo-2,6,10,15,19,23-hexamethyl-, (all-E)-
38	110.738	0,08	9-Eicosyne
39	113.698	0,01	Tetracosamethyl-cyclododecasiloxane
40	116.170	0,01	Tetratetracontane
		•	4aH-Cycloprop[e]azulen-4a-ol, decahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1aR-
41	116.510	0,03	(1a.alpha.,4.beta.,4a.beta.,7.alpha.,7a.beta.,7b.alpha.)]-
42	118.886	0,02	Glycerol tricaprylate
43	121.527	0,03	C(14a)-Homo-27-nor-14.betagammaceran-3.alphaol
44	123.299	0,02	gammaSitosterol
45	125.802	0,25	Squalene
46	126.976	0,13	Cholest-5-en-3-ol (3.beta.)-, carbonochloridate
47	132.453	0,03	2-Methylhexacosane
	- /	- ,	9

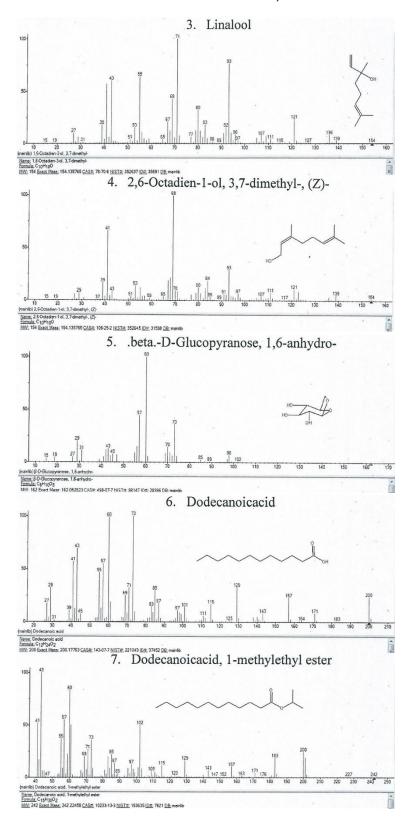
## ВЕСТНИК НОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ. Электронное издание – 2022 – N 2

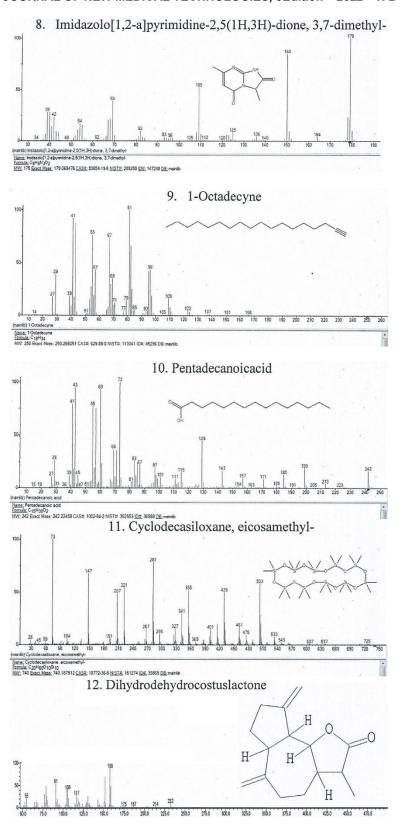
## JOURNAL OF NEW MEDICAL TECHNOLOGIES, eEdition - 2022 - N 2

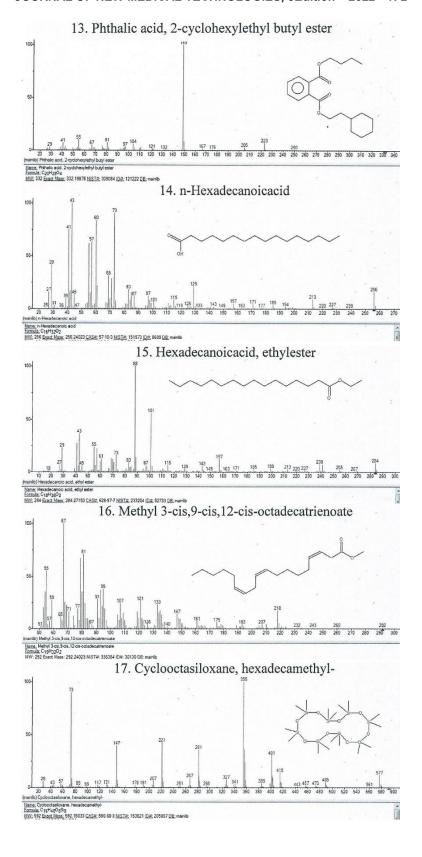
Продолжение таблицы 1

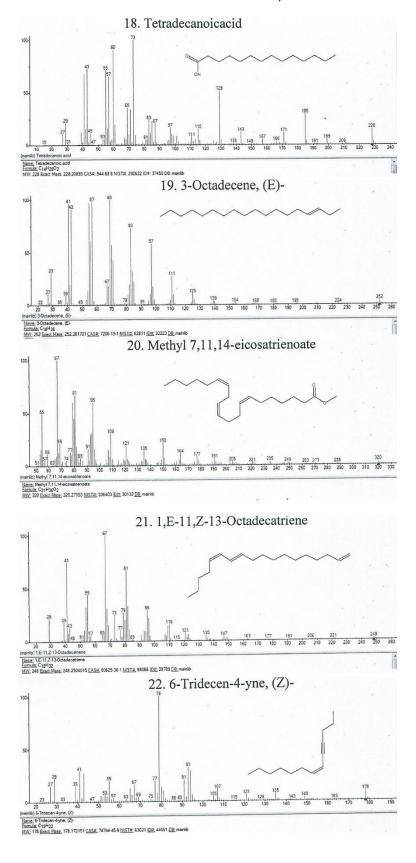
48	133.238	0,09	Vitamin E
49	135.698	0,03	2-(Decanoyloxy)propane-1,3-diyl dioctanoate
50	140.816	0,15	Campesterol
51	144.123	0,28	Stigmasterol
52	150.445	0,4	.betaAmyrone
53	154.126	0,32	1-Isopropenyl-4,5-dimethylbicyclo[4.3.0]nonan-5-ylmethyl phenyl sulfoxide
54	155.208	2,83	alphaAmyrin
55	156.915	0,37	Acetic acid, 3-hydroxy-6-isopropenyl-4,8a-dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-
33			octahydronaphthalen-2-yl ester
56	157.913	0,24	Lup-20(29)-en-3-one
57	159.198	0,62	Lanosterol
58	163.082	4,57	Betulinaldehyde
59	165.691	0,52	Obtusifoliol
60	169.333	0,95	Dimethyl(bis[(4,8,8-trimethyldecahydro-1,4-methanoazulen-9-yl)methoxy])silane
61	171.529	9,2	24-Noroleana-3,12-diene
62	173.630	1,08	Lupeol, trifluoroacetate
63	175.804	1,51	Lanosta-8,24-dien-3-ol, acetate, (3.beta.)-
64	180.007	13,17	24-Norursa-3,12-diene
65	181.374	9,05	Lupeol
66	182.536	8,23	Betulin
67	190.238	0,24	9,19-Cyclolanost-23-ene-3,25-diol, (3.beta.,23E)-
68	199.758	12,05	Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethylidene)-, (4aR-trans)-
69	203.296	17,34	Acetyl betulinaldehyde
70	225.939	0,08	Humulane-1,6-dien-3-ol
71	227.350	0,09	Acetic acid, 4,4,6a,6b,8a,11,11,14b-octamethyl-14-oxo-
/1			1,2,3,4,4a,5,6,6a,6b,7,8,8a,9,10,11,12,12a,14,14a,14b-eicosahydropicen-3

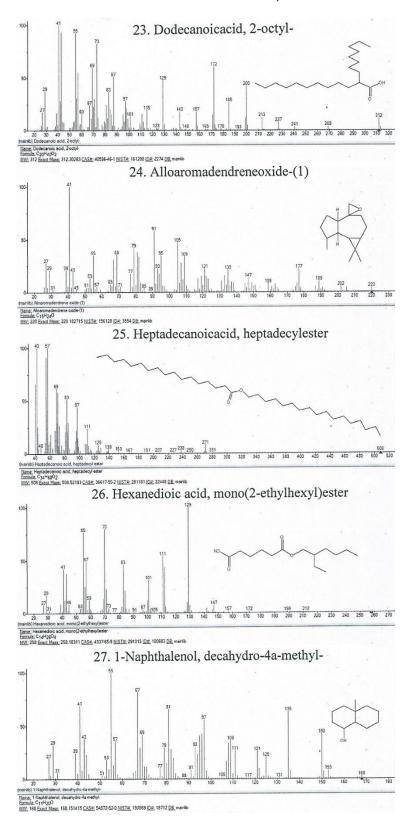


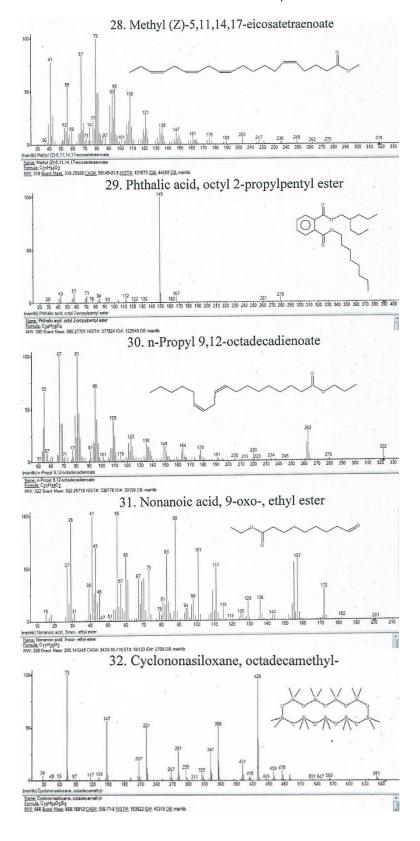


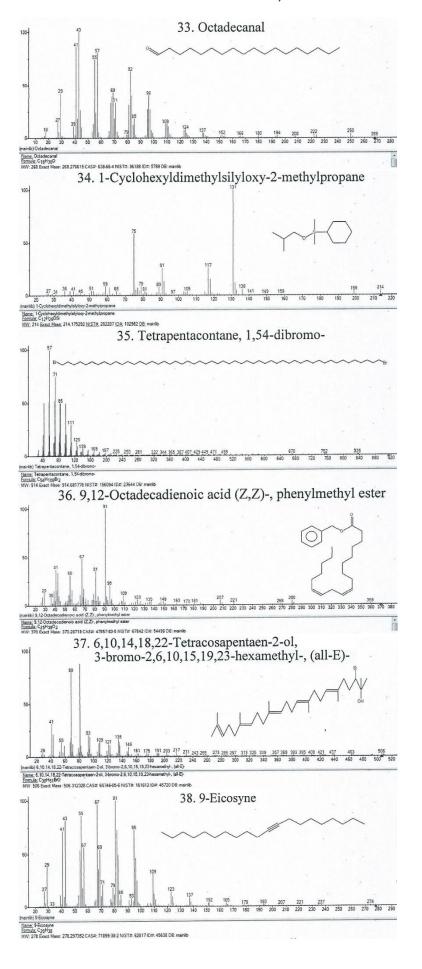


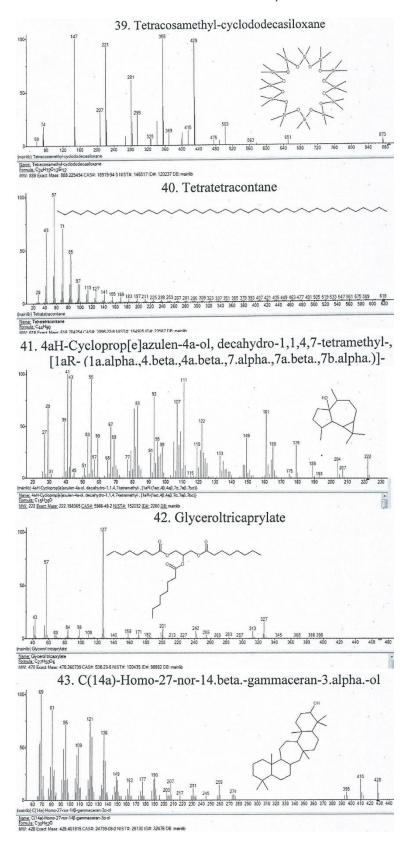


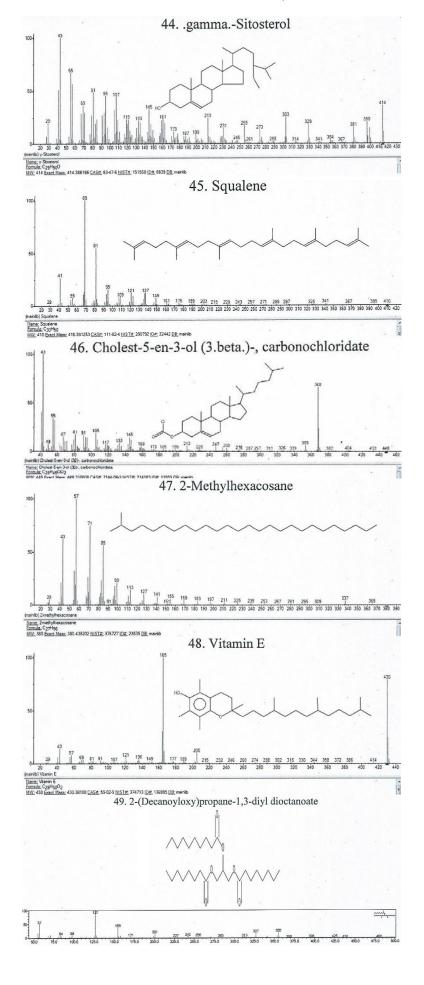


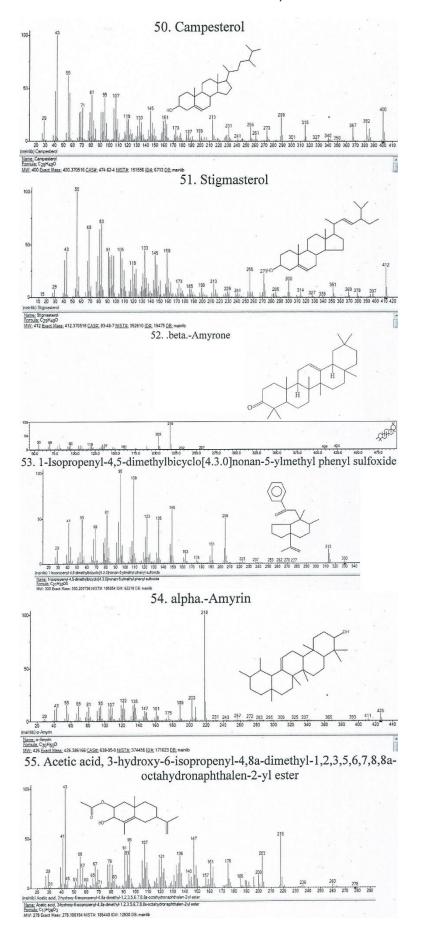


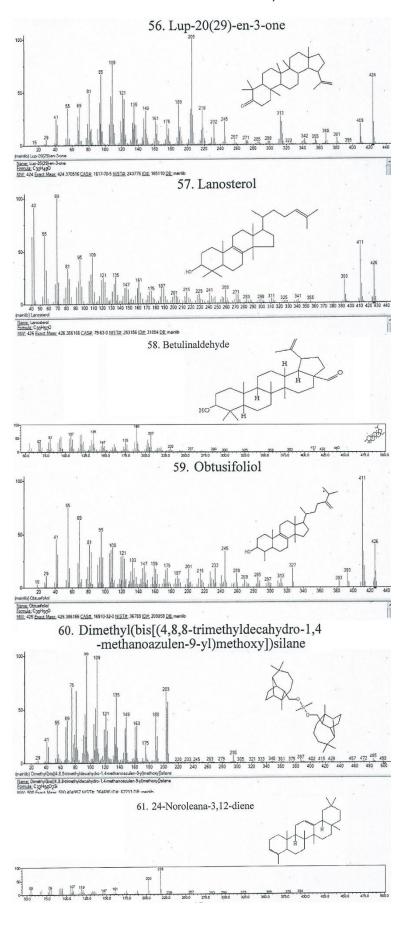


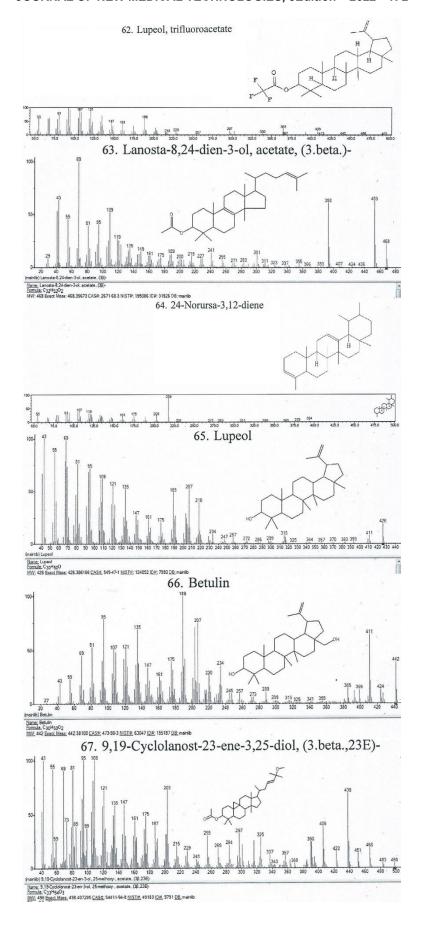


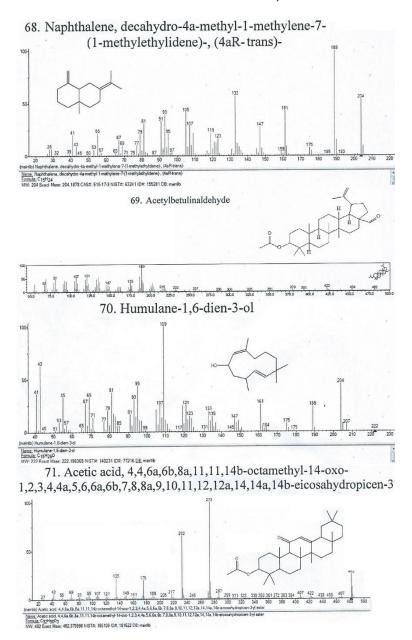












*Рис. 3.* Структуры наиболее представительных соединений вещества корней дикорастущего одуванчика лекарственного

Основу гексанового экстракта корней одуванчика дикорастущего лекарственного составляют стероидные соединения, на долю которых приходится – 70,05 мас. % экстракта. Среди последних доминируют Betulin, Betulinadehyd, Acetylbrtulaldehyd – 8,23; 4,57; 17,34 (мас. % от экстракта), соответственно. Значительно содержание 24-Norursa-3,12-dien-13,17 и 24-Norolean – 3,12-dien-3,12; Lupeola – 9,05 и Lipeol trifluoroacetate – 1,08,  $\alpha$  и  $\beta$ -Amyrin, Amyrona – 2,83 и 0,40, соответственно, Lanostana-8,24-dien-3-ol, acetate, (3 $\beta$ ), 9,19-Cyvlolanost-23-one, 3,25-diola, (3, $\beta$ ,23E), Lanosterola (1,51; 0,24; 0,62); Stigmasterol, Campesterol,  $\gamma$ -Sitosterol присутствуют в незначительном количестве (0,28; 0,15 и 0,02), мас. % от экстракта.

Установлена обогащенность различными по структуре углеводородами, характеризующимися содержанием в углеводородной цепи 1, 3 двойных связей: 3-Octadecen, (E),  $C_{18}$ :1,E-116Я-13-Octadecatrien,  $C_{18}$ , по одной тройной связи:1-Octadecyn ( $C_{18}$ ), 9-Eicosyn ( $C_{20}$ ), а также двойную и тройную связь: 6-Tridecen-4-yne, (Z),  $C_{13}$ . Идентифицированы производные азулена и декалина: Dimethyl (Bis[4,8,8-trimethyl-decahydro-1,4-methanoazulen-9-yl]methoxy)silan и Naphthalene, decahydro-4a-mehtyl-1-methylene-7-(1-methylethlidene)-,(4aR-trans), причем на долю последнего углеводорода приходится (60,64 мас. % от суммы углеводородов).

Карбоновые кислоты отличаются предельным характером с длиной цепи от  $C_6$  до  $C_{20}$  при доминировании *н-Hexadecanoic acid* ( $C_{16}$ ) – 81,40 (мас. % от суммы кислот).

#### ВЕСТНИК НОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ. Электронное издание - 2022 - N 2

#### JOURNAL OF NEW MEDICAL TECHNOLOGIES, eEdition - 2022 - N 2

Альдегиды (Octadecanal), кетоны (Dihydrodehydrocostuslacton) и гликозиды ( $.\beta.-D$ -Glycopyronoce, l,6-anhydro) представлены только указанными соединениями в количестве: 0,01, 0,02, 0,02 (мас. % от экстракта), соответственно.

Сложные эфиры образованы, в основном, Acetic, Phthalic, Dodecanoic, Hexadecanoic и Octadecanoic acid, при общем их содержание в экстракте -2,33 (мас. %). Практически отсутствует фенолы.

Сравнительный анализ результатов структурно-группового состава гексанового экстракта указывает на высокую селективность процесса, позволившего получить препарат, обогащенной стероидными соединениями, перечисленными выше и обладающими высокой биологической активностью, а также уникальными фармакологическими свойствами. Стероиды участвуют в построении внутренних мембран клеток, проявляют кардиотоническое (сердечные гликозиды), стимулирующим и адаптогенным, отхаркивающим, противосклеротическим действием, стимулируют пищеварительные функции образуя комплексы с холестерином мембран эритроцитов, увеличивают их проницаемость, оказывая гемолизирующее действие при прямом контакте с кровью.

Действие стероидных соединений регламентируется прежде всего на клеточном уровне, а также через центральную нервную и эндокринную системы, улучшается поступление глюкозы в клетки в результате потенцирования действия инсулина, снятия торможения его рецепторов контринсулярными факторами, активации гексокиназной реакции, повышается коэффициент использования липидов в энергетическом обмене и глюконеогенеза в воспроизводстве глюкозы из шлаков обмена.

Определенное значение в формировании различного уровня фармакологического действия играют углеводороды, содержащие в углеводородной цепи двойные и тройные связи; карбоновой кислоты, сложные эфиры.

Витамин E (токоферол), идентифицированный в составе гексанового экстракта одуванчика, является внутриклеточным антиоксидантам — принимает электрон от активных форм кислорода и распределяет его над плоскостью хроманового ядра (бензодигидропирана) его молекулы, играет важную роль в обмене белков, нуклеиновых кислот, стероидов. Он препятствует окислению жиров и образованию в них токсических перекисей, поддерживает нормальную структуру мембран клеток различных тканей, участвует в образовании коллагена, пролиферации клеток (контролирует синтез нуклеиновых кислот), тканевом дыхании, является антигипоксантом (при гипоксии повышает степень сопряжения окисления и фосфорилирования, синтез  $AT\Phi$ ). Очень важным свойством витамина E является его способность уменьшать потребление кислорода тканями. Токоферол пищи уменьшает риск возникновения рака органов пищеварительной системы при действии самых распространённых канцерогенов — *нипроаминов*. Обнаружена выраженная обратная зависимость между концентрацией витамина E в крови и заболеваемостью раком желудка, поджелудочной железы и других органов, непосредственно не связанных с курением.

Насыщенные жирные кислоты, особенно в присутствии антиоксидантов (витамин E, флавоноиды и др.), восстанавливают нарушенное равновесие ненасыщенных и насыщенных жиров при катаболизме (разрушении, гиперокислении липидов без полноценного восстановления) тканей на фоне их повреждения при лучевой химиотерапии, операционном стрессе, потере веса. Это является необходимым условием восстановления энергетического и пластического обмена, мембран митохондрий и клеток сосудов и органов, регенерации.

Значительный интерес для исследователей представляют полиеновые и полиацетиленовые соединения, например, Squalen, 6-Tridecen-4-yne, (Z), 1-Octadecyn, 9-Eicosyn и др., содержащиеся в экстракте одуванчика лекарственного, для которых обнаружена цитотоксическая, антимикробная, противовоспалительная, нейротоксическая, фототоксическая и некоторые другие виды активности. Природные полиацетилены и полиены обладают выраженной радиопротекторной и противоопухолевой активностью.

Селен (Se), идентифицированный в значительном количестве в экстракте, участвует в стабилизации клеточных мембран. Противоопухолевый эффект селена является высокоспецифичным и не связан с антиоксидантной функцией этого микроэлемента. Селен может выступать в качестве ингибитора энзимов, преобразующих проканцерогены в их активные формы; непосредственно реагировать с конечным канцерогеном, лишая его возможности взаимодействия с ДНК; активирует ферменты детоксикации; подавляет репликацию или трансформацию вирусов, вызывающих развитие опухолей; способен стимулировать активность естественных клеток – киллеров (ЕКК), тем самым подавляя ЕКК-чувствительные опухоли, повышая противоопухолевый иммунитет.

#### Выводы:

- 1. Впервые подробно изучен химический состав гексанового экстракта корней одуванчика лекарственного с использованием методов хромато-масс-спектрометрии и рентген-флуоресцентного анализа.
- 2. Основу экстракта составляют стероидные соединения, углеводороды, содержащие в углеродной цепи от  $C_{13}$  до  $C_{54}$  углеводородных атомов, двойные и тройные связи, сложные эфиры и карбоновые кислоты. Вся сумма перечисленных групп соединений проявляет высокую биологическую активность, определяя широкий спектр фармакологического действия препаратов одуванчика лекарственного. Среди микроэлементов высока доля Se, Si, Zn, Ni, Cu, Mu.

#### Литература

- 1. Дьякова Н.А. Анализ качества лекарственного растительного сырья одуванчика лекарственного, собранного в центральном Черноземье. В сборнике: Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения. Материалы III Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов, III Форума медицинских и фармацевтических ВУЗов России "За качественное образование", 2018. С. 438–443.
- 2. Дьякова Н.А., Мындра А.А., Сливкин А.И. Безопасность и эффективность лекарственного растительного сырья одуванчика лекарственного, собранного в районах, испытывающих антропогенную нагрузку // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2018. № 2 (23). С. 120–123.
- 3. Кароматов И.Д., Давлатова М.С. Лечебные свойства лекарственного растения одуванчик // Биология и интегративная медицина. 2018. № 9 (26). С. 145–164.
- 4. Лавшук В.В., Лукашов Р.И. Влияние ультразвука на эффективность экстракции гидроксикоричных кислот из одуванчика лекарственного корней // Вестник Башкирского государственного медицинского университета. 2019. № 4. С. 199–203.
  - 5. Новейшая энциклопедия домашней медицины. М.: Престиж Бук, 2012. 480 с.
- 6. О Х.Б., Пэк С.Ир. Рациональные условия ферментации при производстве ферментированных напитков с использованием экстракта одуванчика лекарственного // Интернаука. 2020. № 27 (156). С. 9–12.
- 7. Одуванчик / Чернева О.В., Кузанский Н.Н. [и др.] / Под ред. Ю.С. Осипова. М.: Большая российская энциклопедия, 2013.
- 8. Пережегина Ю.П. Одуванчик лекарственный биологический индикатор состояния природной среды // Молодой ученый. 2019. № 2 (240). С. 72–75.
- 9. Пронченко Г.Е., Вандышев В.В. Растения источники лекарств и БАД. Учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 224 с.
- 10. Родионова А.Е. Полезные свойства и возможности использования одуванчика лекарственного для пищевых целей // Товаровед продовольственных товаров. 2022. № 2. С. 92–99.
- 11. Семенова И.Н., Рафикова Ю.С., Ягафарова Г.А., Кужина Г.Ш. Одуванчик лекарственный как индикатор техногенного загрязнения урбопочв. В сборнике: Тенденции развития современной науки и образования: традиции, опыт, инновации. Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) / Под ред. Я.Т. Суюндукова, Р.М. Латыповой, 2018. С. 65–68.
- 12. Струпан Е.А., Струпан О.А. Способ получения инулина из одуванчика лекарственного. Патент на изобретение RU 2351166 С1, 10.04.2009. Заявка № 2007138868/13 от 19.10.2007.
- 13. Федосеева Л.М., Чистова Ю.И. Идентификация фенольных соединений сухого экстракта, полученного из сбора одуванчика лекарственного травы и лопуха большого листа // Российский биотерапевтический журнал. 2019. Т. 18, № 2. С. 73–77.
- 14. Шендерова Е.С., Толкачева Т.А. Содержание и накопление флавоноидов в листьях одуванчика лекарственного. В сборнике: Молодежь и медицинская наука. Статьи VI Всероссийской межвузовской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием / Под ред. М.Н. Калиникина. 2019. С. 443–446.
- 15. Di Cerbo A., Iannitti T., Guidetti G., Centenaro S., Canello S., Cocco R. A nutraceutical diet based on Lespedeza spp., Vaccinium macrocarpon and Taraxacum officinale improves spontaneous feline chronic kidney disease // Physiol. Rep. 2018. №6(12). P. e13737. DOI: 10.14814/phy2.13737.

#### References

- 1. D'jakova NA. Analiz kachestva lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ja oduvanchika lekarstvennogo, sobrannogo v central'nom Chernozem'e [Quality analysis of medicinal plant raw materials of medicinal dandelion collected in the central Chernozem region]. V sbornike: Aktual'nye voprosy sovremennoj medicinskoj nauki i zdravoohranenija. Materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh i studentov, III Foruma medicinskih i farmacevticheskih VUZov Rossii "Za kachestvennoe obrazovanie"; 2018. Russian.
- 2. D'jakova NA, Myndra AA, Slivkin AI. Bezopasnost' i jeffektivnost' lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ja oduvanchika lekarstvennogo, sobrannogo v rajonah, ispytyvajushhih antropogennuju nagruzku [Safety and effectiveness of medicinal plant raw materials of medicinal dandelion collected in areas experiencing anthropogenic load]. Razrabotka i registracija lekarstvennyh sredstv. 2018;2 (23):120-3. Russian.
- 3. Karomatov ID, Davlatova MS. Lechebnye svojstva lekarstvennogo rastenija oduvanchik [Medicinal properties of the medicinal plant dandelion]. Biologija i integrativnaja medicina. 2018;9 (26):145-64. Russian.
- 4. Lavshuk VV, Lukashov RI. Vlijanie ul'trazvuka na jeffektivnost' jekstrakcii gidroksiko-richnyh kislot iz oduvanchika lekarstvennogo kornej [The effect of ultrasound on the efficiency of extraction of hydroxycuric

#### ВЕСТНИК НОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ. Электронное издание - 2022 - N 2

#### JOURNAL OF NEW MEDICAL TECHNOLOGIES, eEdition - 2022 - N 2

acids from dandelion medicinal roots]. Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. 2019;4:199-203. Russian.

- 5. Novejshaja jenciklopedija domashnej mediciny [The latest encyclopedia of home medicine]. Moscow: Prestizh Buk; 2012. Russian.
- 6. O HB, Pjek SIr. Racional'nye uslovija fermentacii pri proizvodstve fermentirovannyh napitkov s ispol'zovaniem jekstrakta oduvanchika lekarstvennogo [Rational fermentation conditions in the production of fermented beverages using medicinal dandelion extract]. Internauka. 2020;27 (156):9-12. Russian.
- 7. Cherneva OV, Kuzanskij NN, i dr. Oduvanchik [Dandelion]. Pod red. Ju.S. Osipova. Moscow: Bol'shaja rossijskaja jenciklopedija; 2013. Russian.
- 8. Perezhegina JuP. Oduvanchik lekarstvennyj biologicheskij indikator sostojanija prirodnoj sredy [Dandelion medicinal biological indicator of the state of the natural environment]. Molodoj uchenyj. 2019;2 (240):72-5. Russian.
- 9. Pronchenko GE, Vandyshev VV. Rastenija istochniki lekarstv i BAD [Plants sources of medicines and dietary supplements]. Uchebnoe posobie. Moscow: GJeOTAR-Media; 2016. Russian.
- 10. Rodionova AE. Poleznye svojstva i vozmozhnosti ispol'zovanija oduvanchika lekarstvennogo dlja pishhevyh celej [Useful properties and possibilities of using medicinal dandelion for food purposes]. Tovaroved prodovol'stvennyh tovarov. 2022;2:92-9. Russian.
- 11. Semenova IN, Rafikova JuS, Jagafarova GA, Kuzhina GSh. Oduvanchik lekarstvennyj kak indikator tehnogennogo zagrjaznenija urbopochv [Medicinal dandelion as an indicator of technogenic pollution of urban soils. In the collection: Trends in the development of modern science and education: traditions, experience, innovations]. V sbornike: Tendencii razvitija sovremennoj nauki i obrazovanija: tradicii, opyt, innovacii. Sbornik nauchnyh statej po materialam Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii (s mezhdunarodnym uchastiem). Pod red. JaT. Sujundukova, RM. Latypovoj; 2018. Russian.
- 12. Strupan EA, Strupan OA. Sposob poluchenija inulina iz oduvanchika lekarstvennogo [Method of obtaining inulin from medicinal dandelion]. Patent na izobretenie RU 2351166 C1, 10.04.2009. Zajavka № 2007138868/13 ot 19.10.2007. Russian.
- 13. Fedoseeva LM, Chistova JuI. Identifikacija fenol'nyh soedinenij suhogo jekstrakta, poluchennogo iz sbora oduvanchika lekarstvennogo travy i lopuha bol'shogo lista [Identification of phenolic compounds of dry extract obtained from the collection of dandelion medicinal herb and burdock large leaf]. Rossijskij bioterapevticheskij zhurnal. 2019;18(2):73-7. Russian.
- 14. Shenderova ES, Tolkacheva TA. Soderzhanie i nakoplenie flavonoidov v list'jah oduvanchika lekarstvennogo [The content and accumulation of flavonoids in the leaves of the medicinal dandelion]. V sbornike: Molodezh' i medicinskaja nauka. Stat'i VI Vserossijskoj mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh s mezhdunarodnym uchastiem. Pod red. MN. Kalinikina; 2019. Russian.
- 15. Di Cerbo A, Iannitti T, Guidetti G, Centenaro S, Canello S, Cocco R. A nutraceutical diet based on Lespedeza spp., Vaccinium macrocarpon and Taraxacum officinale improves spontaneous feline chronic kidney disease. Physiol. Rep. 2018;6(12):e13737. DOI: 10.14814/phy2.13737

#### Библиографическая ссылка:

Платонов В.В., Хадарцев А.А., Валентинов Б.Г., Сухих Г.Т., Дунаев В.А., Волочаева М.В. Химический состав гексанового экстракта корней дикорастущего одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinalic wigg.*, семейство астровые — *Asteraceae*) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2022. №2. Публикация 3-3. URL: http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-2/3-3.pdf (дата обращения: 07.04.2022). DOI: 10.24412/2075-4094-2022-2-3-3\*

#### Bibliographic reference:

Platonov VV, Khadartsev AA, Valentinov BG, Sukhikh GT, Dunaev VA, Volochaeva MV. Himicheskij sostav geksanovogo jekstrakta kornej dikorastushhego oduvanchika lekarstvennogo (Taraxacum officinalic wigg., semejstvo astrovye – Asteraceae) [Chemical composition of hexane extract of wild Dandelion root (Taraxacum officinalic wigg., Asteraceae family)]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2022 [cited 2022 Apr 07];2 [about 21 p.]. Russian. Available from: http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-2/3-3.pdf. DOI: 10.24412/2075-4094-2022-2-3-3

\* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-2/e2022-2.pdf