

УДК 615:564.382:543.544.43

ЛЕТУЧИЕ ВЕЩЕСТВА СПИРТОВОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ АХАТИНЫ ГИГАНТСКОЙ (*ACHATINA FULICA*)

Копытько Я.Ф.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных
и ароматических растений (ВИЛАР)», Москва, e-mail: yanina@kopytko.ru

Ахатина гигантская (*Achatina fulica*, Achatinidae, Gastropoda) – крупный сухопутный моллюск, распространенный в России и других странах Европы как домашний питомец, опасный инвазивный вид в странах тропического климата. Ахатина съедобна и культивируется в странах тропического климата, перспективна для использования в искусственных биорегенеративных системах жизнеобеспечения, используется в косметике и косметологии благодаря антибактериальным, заживляющим и омолаживающим свойствам слизи. Целью работы было изучение компонентного состава летучих веществ в спиртовом извлечении из тканей ахатины гигантской (*Achatina fulica*). С помощью ГЖХ/МС проанализированы летучие вещества, содержащиеся в спиртовом извлечении из тканей *Achatina fulica* на хромато-масс-спектрометре Varian 450GC-220MS с масс-анализатором типа «ионная ловушка». Извлечение получали настаиванием тканей моллюска с 90% (по объему) этиловым спиртом в соотношении 1:10 в течение 14 сут. В спиртовом извлечении из тканей *Achatina fulica* найдено 152 соединения, из которых идентифицировано 78 веществ среди которых производные пропионовой кислоты (2-(4-изобутилфенил)-пропионовая кислота (36,17%), а также 3-(метилтио)-пропионовая и 3-гидрокси-2-метил-3-фенил-пропионовая кислоты), омега-3 и -6 жирные кислоты, их этиловые и пропиловые эфиры, тридокозагексаеинон, гидроксидигидромальтол, стероидные соединения, карбоновые кислоты, спирты, альдегиды, азотсодержащие вещества и др., которые могут обуславливать наряду с противовоспалительными гликопротеинами и пептидами фармакологическое действие муцина и препаратов *Achatina fulica*.

Ключевые слова: *Achatina fulica*, летучие вещества, ГЖХ/МС

VOLATILE SUBSTANCES OF ALCOHOLIC EXTRACTS FROM GIANT ACHATINA (*ACHATINA FULICA*)

Kopytko Ya.F.

All-Russia Research and Development Institute of Medicinal and Aromatic Plants (VILAR),
Moscow, e-mail: yanina@kopytko.ru

Giant Achatina (*Achatina fulica*, Achatinidae, Gastropoda) is a large land mollusk, common in Russia and other European countries as a pet, a dangerous invasive species in tropical countries. Achatina is edible and cultivated in tropical countries, promising for use in artificial bioregenerative life support systems, used in cosmetics and cosmetology due to antibacterial, healing and rejuvenating properties of mucus. The aim of the work was to study the component composition of volatile substances in the alcohol extract from the tissues of *Achatina fulica*. Volatile substances contained in the alcohol extract from *Achatina fulica* tissues were analyzed using GC/MS on a Varian 450GC-220MS chromatography-mass spectrometer with an «ion trap» mass analyzer. The extraction was obtained by infusion of mollusk tissues with 90% (by volume) ethyl alcohol in a 1:10 ratio for 14 days. In the alcohol extract from *Achatina fulica* tissues 152 compounds were found, of which 78 substances were identified, including propionic acid derivatives (2-(4-isobutylphenyl)-propionic acid (36.17%) as well as 3-(methylthio)-propionic acid and 3-hydroxy-2-methyl-3-phenyl-propionic acid,) omega-3 and -6 fatty acids, their ethyl and propyl esters, tridocosahexaenoin, hydroxydihydromaltol, steroid compounds, carboxylic acids, alcohols, aldehydes, nitrogen-containing substances, etc., which can condition along with anti-inflammatory glycoproteins and peptides the pharmacological action of mucin and preparations of *Achatina fulica*.

Keywords: *Achatina fulica*, volatile substances, GC/MS

Ахатина гигантская (*Achatina fulica*, Achatinidae, Gastropoda), крупный сухопутный моллюск, распространенный в России и других странах Европы как домашний питомец, опасный инвазивный вид в странах тропического климата. Ахатина съедобна и культивируется в странах Африки, Юго-Восточной Азии и Южной Америки. Мясо ахатины характеризуется высоким содержанием белка, низким содержанием углеводов и жира, в нем присутствуют почти все аминокислоты, необходимые человеку. Основными макро- и микроэлементами, содержащимися в мясе, являются кальций, фосфор, калий, цинк, марганец, железо и медь [1–4]. Содержание в мясе незаменимых жирных кислот составляет 16,6% от их общего

количества, среди незаменимых жирных кислот доминируют линоленовая и линолевая кислоты. *Achatina fulica* перспективна для использования в искусственных биорегенеративных системах жизнеобеспечения, служащих для автономного существования человека на космических станциях и т.п., так как ахатины способны потреблять и перерабатывать несъедобную биомассу растений и пищевые отходы, быстро расти и набирать массу. Добавление мяса улитки к основному рациону позволяет увеличить продовольственную независимость биорегенеративной системы жизнеобеспечения до 97% [5].

Слизь (муцин) *Achatina fulica* используется в косметике и косметологии благо-

даря своим антибактериальным, заживляющим и омолаживающим свойствам [6, 7]. Выявлено, что слизь проявляет антибактериальную активность как в отношении грамположительных (*Bacillus subtilis* и *Staphylococcus aureus*), так и в отношении грамотрицательных бактерий (*Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa*). Предполагается, что антибактериальным фактором слизи улитки является гликопротеин с молекулярной массой около 160.000 [8].

Муцин *Achatina fulica* оказывает защитное действие на фибробласты и коллаген [9], что может использоваться для предотвращения фотостарения под воздействием УФ-облучения [10]. Из слизи выделен гликозаминогликан ахаран сульфат, имеющий первичную повторяющуюся дисахаридную структуру α -DN-ацетилглюкозаминил-2-O-сульфо- α -L-идуруновой кислоты. Ахаран сульфат в опытах как *in vivo*, так и *in vitro* продемонстрировал противоопухолевую активность, которая связана с ингибированием ангиогенеза [11]. Муцин улитки, приготовленный в виде сухого порошка сублимационной сушкой, обладает потенциальным действием для регенерации и восстановления костей и зубов [12]. Лектин, выделенный из слизи улитки и способствующий ее врожденному иммунитету [13], содержит антимикробные пептиды, в том числе цистеин-богатый антимикробный пептид митамицин-AF, состоящий из 80 аминокислотных остатков, включая 10 цистеинов. Митамицин-AF обладает выраженной антимикробной активностью против грамотрицательных и грамположительных бактерий и грибка *Candida albicans* [14]. Пептиды слизи *A. fulica* показали *in vitro* цитотоксичность в отношении линий клеток рака молочной железы (MCF-7) и клеток нормального эпителия (Vero), что делает эти вещества перспективными для разработки новых противораковых лекарственных средств [15].

Цель исследования – изучение компонентного состава летучих веществ в спиртовом извлечении из тканей ахатины гигантской (*Achatina fulica*).

Материалы и методы исследования

Анализ проводили методом ГЖХ-МС на хромато-масс-спектрометре Varian 450GC-220MS с масс-анализатором типа «ионная ловушка». Извлечение получали настаиванием тканей моллюска (*Achatina fulica*) с 90% (по объему) этиловым спиртом в соотношении 1:10 в течение 14 сут.

Хроматографическое разделение компонентов пробы проводили на кварцевой капиллярной колонке FactorFOUR VF-

5ms (30 м×0,25 мм). Газ-носитель – гелий с постоянной скоростью потока 1,0 мл/мин. В инжектор хроматографа при температуре 200 °С (деление потока 10) вводят 1 мкл испытуемого раствора. Температурная программа колонки: 50 °С – 5 мин, нагрев до 110 °С со скоростью 5 °С/мин, 110 °С – 2 мин, нагрев до 240 °С – 25 °С/мин, изотерма при 240 °С 10 мин. Идентификацию разделенных компонентов проводили с использованием библиотеки масс-спектров NIST08 Mass Spectral Library и алгоритмов сравнения программного обеспечения Saturn (Varian). Количественную оценку осуществляли методом нормализации по площади пиков (полный ионный ток) идентифицированных соединений с использованием автоматической системы обработки.

Результаты исследования и их обсуждение

В извлечении из тканей *Achatina fulica* было найдено 152 соединения, из которых идентифицировано 78 веществ. Состав и относительные содержания этих компонентов приведены на рис. 1 и в таблице.

В пробе обнаружено значительное количество 2-(4-изобутилфенил)-пропионовой кислоты (ибупрофен), которое обладает противовоспалительным, анальгезирующим и жаропонижающим действием, масс-спектр обнаруженного вещества в сравнении с библиотечным приведен на рис. 2.

Найдены омега-3 и омега-6 жирные кислоты, их этиловые и пропиловые эфиры, среди которых преобладают линолевой кислоты н-пропиловый эфир, α -линоленовой, пальмитиновой, арахидоновой кислот этиловые эфиры, цис-11,14-эйкозодиеновой кислоты метиловый эфир. Содержится триацилглицерин тридокозагексаеноин, гидроксидигидромальтол, стероидные соединения (3-деокси-17 β -эстрадиол, 3 β ,28-Бис[(тетрагидро-2Н-пиран-2-ил)окси]луп-20(29)-ен-21 β -ол 3,3-диметилбутаноат и 17-(1,5-диметилгексил)-10,13-диметил-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-тетрадекагидро-1Н-циклопента[а]фенантрен-3-ол), карбоновые кислоты, геосмин и другие спирты, альдегиды, азотсодержащие вещества и др. Идентифицированы галогенсодержащие соединения (3-хлоро-пропановой кислоты 4-формилфениловый эфир, 1-нафтойной кислоты пентафторфениловый эфир, фумаровой кислоты 2-хлорфенилэтиловый эфир, тетратриаконтит гептафторбутират, триаконтит трифторацетат), содержание которых может быть обусловлено присутствием в рационе улитки панциря каракатицы.

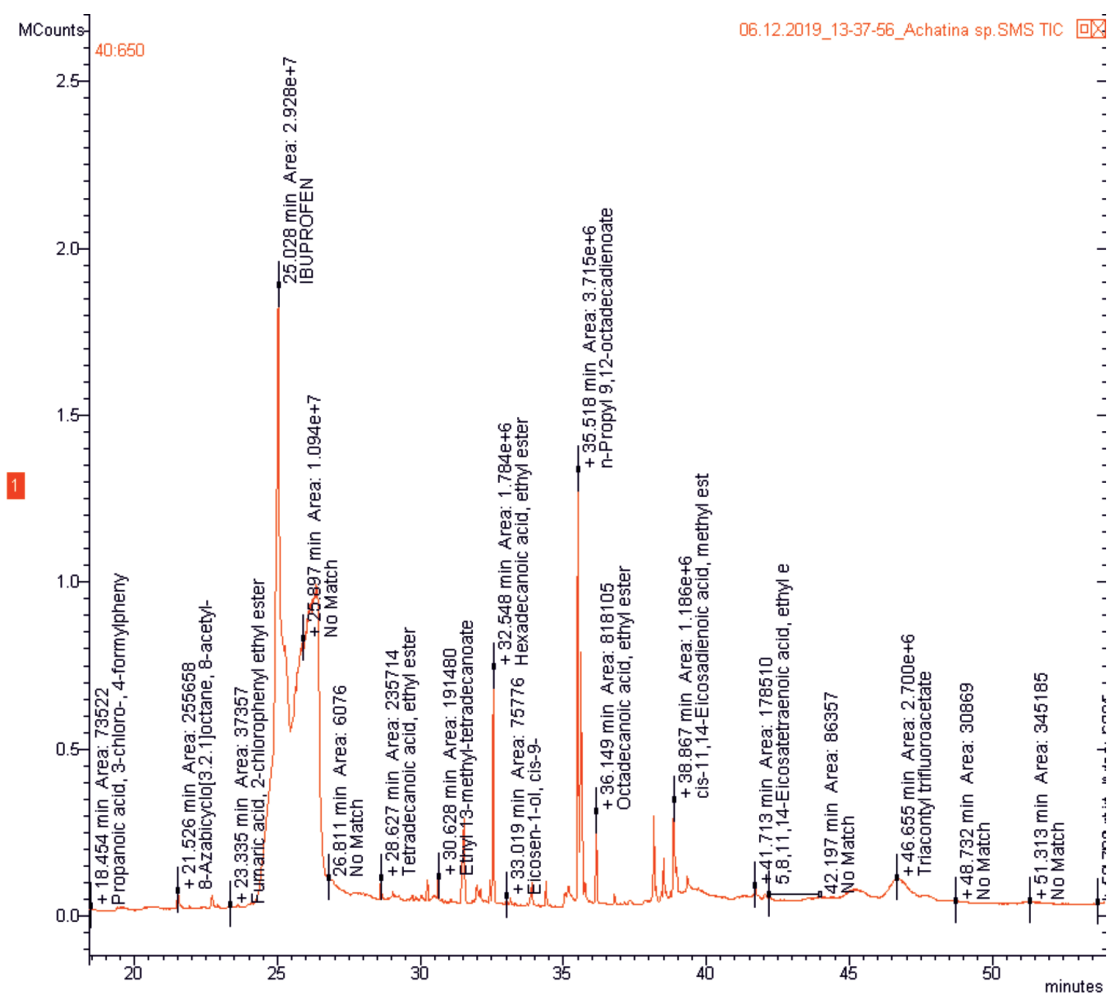


Рис. 1. Хроматограмма спиртового извлечения из *Achatina fulica*

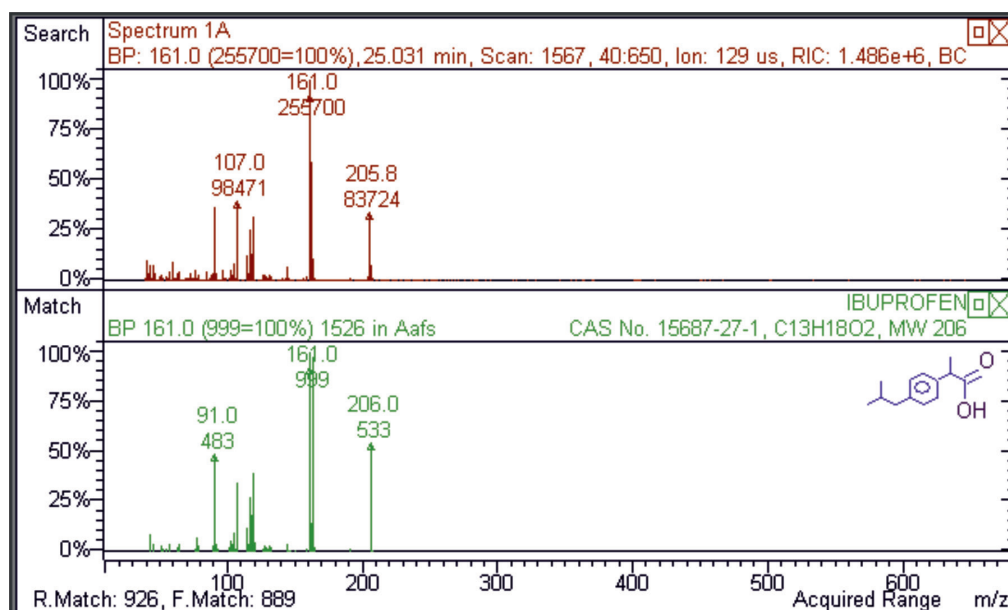


Рис. 2. Масс-спектр 2-(4-изобутилфенил)-пропионовой кислоты в сравнении с библиотечным

Состав спиртового извлечения из *Achatina fulica*

№	Время (мин)	Название вещества	Площадь пика	%	Вероятн. совпадения, %	CAS Номер
1	3.717	3-Метилбутановая (изовалериановая) кислота	278859	0.34	73.82	503-74-2
2	3.972	2-Фуранметанол	8484	0.01	61.36	98-00-0
4	5.947	1,1,1-Трифторогексанон	258754	0.32	32.59	360-34-9
5	7.281	2,3-Дигидроксипропаналь-, (S)-	162332	0.20	52.36	497-09-6
6	8.909	1-(Тетрагидрофуран-2-ил)-N-(тетрагидрофуран-2-илметил)метанамин	9845	0.01	18.86	5343-16-8
7	10.831	3-(Метилтио)-пропионовая кислота	96700	0.12	76.46	646-01-5
8	10.961	Мальтол	54366	0.07	77.16	118-71-8
9	12.042	Гидроксидигидромальтол	2.43E+06	3.00	74.18	28564-83-2
10	12.596	Валериановый ангидрид	17680	0.02	35.01	2082-59-9
11	13.187	Моноэтилсукцинат	465933	0.58	88.75	1070-34-4
12	13.882	Изовалериановый ангидрид	42679	0.05	35.45	1468-39-9
13	13.889	3β,28-Бис[(тетрагидро-2Н-пиран-2-ил)окси]луп-20(29)-ен-21β-ол 3,3-диметилбутаноат	40093	0.05	23.64	55401-92-8
14	14.226	5-Гидроксиметилофурфурол	161542	0.20	64.08	67-47-0
15	14.515	1,2,3-Пропантриол, 1-ацетат	625615	0.77	51.76	106-61-6
16	15.443	Фенилблочная кислота	274592	0.34	30.16	2613-89-0
17	15.469	Фенилуксусная кислота	328446	0.41	44.09	103-82-2
18	17.165	D-Цитрамалевая кислота	148439	0.18	15.79	6236-10-8
19	17.783	3-Гидрокси-2-метил-3-фенил-пропионовая кислота	12507	0.02	12.9	—
20	18.454	3-Хлоро-пропановой кислоты 4-формилфениловый эфир	73522	0.09	39.45	—
21	19.685	1-нитро-β-d-арабинофуранозы татраацетат	37679	0.05	48.98	—
22	21.526	8-Ацетил-8-азабицикло[3.2.1]октан	255658	0.32	63.93	769-04-0
23	22.914	1-нафтойной кислоты пентафторфениловый эфир	49015	0.06	7.64	—
24	23.335	Фумаровой кислоты 2-хлорфенилэтиловый эфир	37357	0.03	18.1	—
25	24.098	2-(4-Изобутилфенил)-N-(3,5-динитрофенил)-пропанамид	68542	0.08	64.16	135241-50-8
26	25.028	2-(4-Изобутилфенил)-пропионовая кислота (Ибупрофен)	2.93E+07	36.17	91.83	15687-27-1
27	26.157	Этил-α-d-глюкопиранозид	3.90E+06	4.81	73.24	—
28	26.301	Этил-α-d-глюкопиранозид (изомер)	7.19E+06	8.87	46.28	—
29	26.363	Этил-α-d-глюкопиранозид (изомер)	9.66E+06	11.92	73.36	—
30	28.627	Тетрадекановой (миристиновой) кислоты C14:0 этиловый эфир	235714	0.29	41.75	124-06-1
31	29.042	Пентадеканаль	143460	0.18	11.93	09.11.2765
32	29.139	Пентакозан	69385	0.21	12.18	—
33	29.916	1Н-Индол-3-уксусной кислоты этиловый эфир	51622	0.06	69.86	778-82-5
34	30.097	цис-9-Октадеценовой (олеиновой) кислоты C18:1 этиловый эфир	110214	0.14	8.47	111-62-6
35	30.311	Оксациклогексадекан-2-он	224487	0.28	19.91	106-02-5
36	30.457	Цикло(пролил-лейцил), (гексагидро-3-(2-метилпропил)-пиролло(1,2а)- пиразин-1,4-дион)	68788	0.08	81.49	5654-86-4
37	30.628	13-Метил-тетрадекановой кислоты, (13Me-C14:0), этиловый эфир	191480	0.24	75.76	—
38	31.076	2-Метил-Z,Z-3,13-октадекадиенол	26981	0.03	14.14	—
39	31.986	3-Деокси-17β-эстрадиол	294414	0.36	25.8	2529-64-8
40	32.098	9-Гексадеценовой кислоты, C16:1(n-7), этиловый эфир	198953	0.25	13.17	54546-22-4
41	32.548	Гексадекановой (пальмитиновой) кислоты C16:0 этиловый эфир	1.78E+06	2.20	42.35	628-97-7
42	33.019	Цис-9-эйкозен-1-ол	75776	0.09	6.59	112248-30-3
43	33.074	E-2-Тетрадецен-1-ол	94659	0.12	5.96	—

Продолжение таблицы						
№	Время (мин)	Название вещества	Площадь пика	%	Вероятн. совпадения, %	CAS Номер
44	33.148	Транс-1,10-диметил-транс-9-декалинол	52580	0.06	33.69	—
45	33.895	14-Метил-гексадекановой (14-метил-пальмитиновой) кислоты <i>14Me-C16:0</i> этиловый эфир	329421	0.41	68.13	—
46	34.4	15-Метил-гексадекановой (15-метил-пальмитиновой) кислоты <i>15Me-C16:0</i> этиловый эфир	257676	0.32	61.1	—
47	35.114	2-[[2-[(2-этилциклопропил)-метил]-циклопропан-октановой кислоты метиловый эфир	295486	0.36	6.71	10152-71-3
48	35.217	8,11,14-Эйкозатриеновая (Z,Z,Z) (дигомо-γ-линоленовая) кислота <i>C20:3(n-6)</i>	1.02E+06	1.26	10.82	1783-84-2
49	35.188	9,12,15-Октадекатриеновой кислоты) <i>C18:3(n-3)</i> 2,3-дигидроксипропиловый эфир (1-монолиноленин)	668997	0.83	9.6	18465-99-1
50	35.518	9,12-Октадекадиеновой (линолевой) кислоты <i>C18:2 (n-6)</i> n-пропиловый эфир	3.72E+06	4.62	17.64	—
51	35.613	9,12,15-Октадекатриеновой (α-линоленовой) кислоты <i>C18:3(n-3)</i> этиловый эфир	3.38E+06	4.17	43.12	1191-41-9
52	35.76	11-Октадеценной (вакценовой) кислоты <i>C18:1(n-11)</i> n-пропиловый эфир	319868	0.39	10.04	—
53	36.149	Октадекановой (стеариновой) кислоты <i>C18:0</i> этиловый эфир	818105	1.01	71.13	111-61-5
54	36.803	Транс-1,10-диметил-транс-9-декалинол (изомер)	103024	0.13	15.21	—
55	36.834	Геосмин ((4S,4aS,8aR)-4,8a-диметил-1,2,3,4,5,6,7,8-октагидронафтаден-4a-ол)	151059	0.19	13.84	19700-21-1
56	37.351	11,12-Метил-октадеценной кислоты (лактобацilloвой) <i>11,12-Mt 18:0</i> изо-пропиловый эфир	63589	0.08	27.58	—
57	37.916	1,1',1''-Докозагексаеновой (цервоновой) кислоты <i>22:6 (n-3)</i> 1,2,3-пропантрииловый эфир (тридокозагексаеиноин)	141178	0.17	22.32	11094-59-0
58	38.163	5,8,11,14-Эйкозатетраеновой (арахидоновой) кислоты <i>20:4(n-6)</i> этиловый эфир	1.01E+06	1.25	22.88	1808-26-0
59	38.28	5,8,11,14,17-Эйкозапентаеновая (тимнодоновая) кислота, <i>20:5(n-3)</i>	227476	0.28	33.72	—
60	38.431	5,11,14-Эйкозатриеновой (подокарповой) кислоты <i>20:3(n-3)</i> метиловый эфир	99527	0.12	16.66	—
61	38.517	5,11,14,17-Эйкозатетраеновой (юнипереновой) кислоты <i>20:4(n-3)</i> метиловый эфир	554691	0.68	31.83	59149-01-8
62	38.558	9,12,15-Октадекатриеновой (α-линоленовой) кислоты <i>20:3(n-3)</i> бутиловый эфир	795200	0.98	11.05	—
63	38.867	цис-11,14-Эйкозадиеновой кислоты <i>20:2(n-6)</i> метиловый эфир	1.19E+06	1.47	21.07	—
64	38.957	9,12,15-Октадекатриеновой кислоты (α-линоленовой) <i>18:3(n-3)</i> 2,3-дигидроксипропиловый эфир (глицерил линолеат)	343329	0.42	10.6	18465-99-1
65	39.087	1-Гексакозен	98668	0.12	14.13	18835-33-1
66	39.475	Докозановая (бегеновая) кислота, <i>C22:0</i>	111537	0.14	36.42	112-85-6
67	39.54	Гексакозен	94922	0.12	8.08	18835-33-1
68	39.724	Тетратриаконтилгептафторбутират	392666	0.48	3.83	—
69	39.991	Гептакозен	13228	0.02	5.42	18835-33-1
70	40.337	Гептакозен (изомер)	7053	0.01	18.64	18835-33-1
71	41.713	5,8,11,14-Эйкозатетраеновой кислоты <i>20:4(n-6)</i> этиловый эфир	178510	0.22	7.52	1808-26-0
72	42.064	1(22),7(16)дизпокс-трицикло [20.8.0.0(7,16)] триаконтан	70727	0.09	8.95	—
73	42.268	Октадекатриеновой кислоты (α-линоленовой) <i>C18:3 2,3</i> -дигидроксипропиловый эфир	151655	0.19	6.88	18465-99-1
74	45.221	Тетратриаконтил гептафторбутират	564062	0.70	8.03	—
75	45.377	Тетратриаконтил гептафторбутират (изомер)	77887	0.10	5.51	—

Окончание таблицы						
№	Время (мин)	Название вещества	Площадь пика	%	Вероятн. совпадения, %	CAS Номер
76	45.466	1-Октакозен	176766	0.22	12.83	—
77	46.655	Триаконтил трифторацетат	2.70E+06	3.33	4.83	—
78	47.785	17-(1,5-Диметилгексил)-10,13-диметил-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-тетрадекагидро-1Н-циклопента[а]фенантрен-3-ол	1.16E+06	1.45	46.08	—
		Сумма	81014852	100		

Заключение

В извлечении идентифицировано 78 различных соединений, выявлено значительное содержание 2-(4-изобутилфенил)-пропионовой кислоты, полиненасыщенных жирных кислот и их эфиров, стероидов и др. соединений могут обуславливать наряду с противовоспалительными гликопротеинами и пептидами фармакологическое действие муцина и препаратов *Achatina fulica*.

Список литературы

1. Engmann F. Proximate and Mineral Composition of Snail (*Achatina achatina*) Meat; Any Nutritional Justification for Acclaimed Health Benefits? *Journal of Basic and Applied Sciences*. 2013. Vol. 3. P. 8–15.
2. Fagbua O., Oso J.A., Edward J.B., Ogunleye R.F. Nutritional status of four species of giant land snails in Nigeria. *Journal of Zhejiang University Science B*. 2006. Vol. 7. № 9. P. 686–689.
3. Jatto O.E., Asia I.O., Medjor W.E. Proximate and mineral composition of different species of snail shell. *The Pacific Journal of Science and Technology*. 2010. Vol. 11. No. 1. P. 416–419.
4. Babalola O.O., Akinsoyinu A.O. Proximate Composition and Mineral Profile of Snail Meat from Different Breeds of Land Snail in Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2009. Vol. 8. P. 1842–1844.
5. Мануковский Н.С., Ковалёв В.С., Тихомиров А.А., Калачева Г.С., Колмакова А.А. Гигантская африканская наземная улитка *Achatina fulica* (Bowdich, 1720) как кандидат для биорегенеративной системы жизнеобеспечения // *Журнал Сибирского федерального университета. Биология*. 2015. Т. 8. № 1. С. 18–31.
6. Thomas S. Medicinal use of terrestrial molluscs (slugs and snails) with particular reference to their role in the treatment of wounds and other skin lesions. *Worldwidewounds*. 2013. [Electronic resource]. URL: <http://www.worldwidewounds.com/2013/July/Thomas/slug-steve-thomas.html> (date of access: 14.12.2021).
7. Harti A.S., Murharyati A., Sulisetyawati D.S., Oktariani M. The effectiveness of snail mucus (*Achatina fulica*) and chito-

san toward limfosit proliferation in vitro. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2018. Vol. 11. Special issue (3rd International Conference on Pharmacy and Pharmaceutical Science 2018). P. 85–88.

8. Kubota Y., Watanabe Y., Otsuka H., Tamiya T., Tsuchiya T., Matsumoto J. Purification and characterization of an antibacterial factor from snail mucus. *Comparative Biochemistry and Physiology – Part C: Toxicology and Pharmacology*. 1985. Vol. 82. № 2. P. 345–348.

9. Nuryana C.T., Haryana S.M., Wirohadidjojo Y.W., Arfian N. *Achatina fulica* mucus improves cell viability and increases collagen deposition in UVB-irradiated human fibroblast culture. *Journal of Stem Cells and Regenerative Medicine*. 2020. Vol. 16. No. 1. P. 26–31.

10. Febriyanto T., Simanjaya S., Adrian J., Pratama M.G., Fitriyani E.N., Purnomosari D. Anti-photoaging effect of *Achatina fulica* in human skin in-vitro. *Journal of Cosmetology & Trichology*. 2018. Vol. 4. 7th International conference on Cosmetology & Beauty R&D & Expo. [Electronic resource]. URL: <https://www.longdom.org/proceedings/antiphotaging-effect-of-achatina-fulica-in-human-skin-in-vitro-12806.html> (date of access: 14.12.2021). DOI: 10.4172/2471-9323-C3-015.

11. Lee Y.S., Yang H.O., Shin K.H., Shoi C.H., Jung S.H., Kim Y.M., Oh D.K., Linhardt R.J., Kim Y.S. Suppression of tumor growth by a new glycosaminoglycan isolated from the African giant snail *Achatina fulica*. *European Journal of Pharmacology*. 2003. Vol. 465. № 1–2. P. 191–198.

12. Kantawong F., Thaweean P., Mungkala S., Tamang S., Manaphan R., Wanachantararak P., E-Kobon T. Mucus of *Achatina fulica* stimulates mineralization and inflammatory response in dental pulp cells. *Turkish Journal of Biology*. 2016. Vol. 40. No. 2. P. 353–359.

13. Ito S. High molecular weight lectin isolated from the mucus of the giant African snail *Achatina fulica* / S. Ito, M. Shimizu, M. Nagatsuka, S. Kitajima, M. Honda, T. Tsuchiya, N. Kanzawa. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2011. Vol. 75. № 1. P. 20–25.

14. Zhong J., Wang W., Yang X., Yan X., Liu R. A novel cysteine-rich antimicrobial peptide from the mucus of the snail of *Achatina fulica*. *Peptides*. 2013. Vol. 39. P. 1–5.

15. E-Kobon T., Thongarm P., Roytrakul S., Meesuk L., Chumnanpuen P. Prediction of anticancer peptides against MCF-7 breast cancer cells from the peptidomes of *Achatina fulica* mucus fractions. *Computational and Structural Biotechnology Journal*. 2016. Vol. 14. P. 49–57.