

ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭТАНОЛЬНОГО ИЗВЛЕ- ЧЕНИЯ СЕМЯН СОРТА ВОРОНЕЖСКИЙ АМАРАНТА ПЕ- ЧАЛЬНОГО ДО И ПОСЛЕ ЭКСТРАКЦИИ ГЕКСАНОМ

Н. С. Фурса¹, А. А. Парфенов¹, Ю. А. Джурко¹, И. М. Коренская²

¹ Ярославская государственная медицинская академия

² Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 14.06.2012 г.

Аннотация. С использованием ГХ/МС идентифицировано до и после экстракции гексаном с пищевым нефрасом в этанольном извлечении семян сорта Воронежский амаранта печального 67 соединений, среди которых amino-, жирные и органические кислоты алифатического ряда, углеводы, глицерин и его сложные эфиры, витамин Е, сквален, стерины, фриделанон, в результате чего отмечено, что в процессе экстракции полностью извлекались стерины и фриделанон, в значительной мере жирные кислоты и сквален.

Ключевые слова: амарант печальный, сорт Воронежский, семена, ГХ/МС.

Abstract. With the use of GC/MS before and after extraction by hexane with not toxic nephras in the ethanolic extract of *Amaranthus* seeds (variety Voronezhsky) 67 compounds were identified, among them amino, fatty and aliphatic organic acids, carbohydrates, glycerin and its esters, vitamin E, squalene, sterines, fridelanon, as a result it was noted that during the extraction sterines and fridelanon were extracted fully and fatty acids and squalene largely.

Keywords: *Amaranthus hypochondriacus* L., varieties Voronezh, seeds, GC/MS.

Амарант – новая для России многоцелевая культура, привлекающая внимание богатством и сбалансированностью уникального, самого высококачественного растительного белка, значительным содержанием витаминов, минеральных солей. Более 6 тысяч лет до новой эры он был одной из основных продовольственных культур Южной Америки и Мексики («пшеница ацтеков», «хлеб инков») наряду с бобами и кукурузой. В Азии амарант популярен среди горных племён Индии, Пакистана, Непала и Китая как зерновая и овощная культура. Большое будущее предсказывал ему Н.И. Вавилов [1].

Семена амаранта содержат в среднем 16-18% белка, 55-62% крахмала, 6-7% жира, пектины, микро- и макроэлементы. По содержанию лизина его белок в 2 раза превосходит белок пшеницы. Основу жирного масла

составляют ненасыщенные жирные кислоты (олеиновая, линолевая, линоленовая). В медицинском аспекте самым ценным свойством липидной фракции семян амаранта является значительное содержание в ней углеводорода сквалена (до 10%), регулятора многих обменных процессов, ответственных за выработку гормонов и антител, синтез ферментов и витаминов [2].

Исследования, проведенные в последние десятилетия, выявили реальные возможности использования амаранта для лечения и профилактики различных заболеваний.

В Российской Федерации, в частности в Воронежской, Липецкой, Белгородской и других областях, интродуцированы отдельные зерновые и овощные сорта (Кинельский, Кизлярец, Крепыш, Янтарь) щирицы угрюмой или амаранта печального (*Amaranthus hypochondriacus* L.). В Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2011 году

© Фурса Н. С., Парфенов А. А., Джурко Ю. А., Коренская И. М., 2013

занесен сорт Воронежский. Оригинатор ООО «Русская олива». Химический состав его семян не изучен. В последние годы семена упомянутых сортов амаранта являются объектом проводимых нами исследований [3-13].

Цель настоящего исследования – провести хромато-масс-спектрометрическое изучение компонентного состава этанольного извлечения семян сорта Воронежский амаранта печального до и после экстракции гексаном с пищевым нефрасом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для сравнительной характеристики компонентного состава нами использованы семена, полученные ООО «Русская олива» в Воронежской области, и их шрот после экстракции жирного масла [14].

Анализ веществ первичного и вторичного обмена методом ГХ/МС нами проведен в виде их ТМС-производных на газовом хроматографе с масс-селективным детектором марки Agilent 6850/5973 N. Для этого измельченные семена (или шрот из них) экстрагировали этанолом в соотношении 1:10 на протяжении 2 часов. Из полученного извлечения отбирали аликвоту объемом 100 мкл, упаривали и реконструировали равным объемом силилирующего агента – BSTFA (N,N-бистриметилсилилтрифторацетамид) – при температуре в течение 20 минут с последующим охлаждением до комнатной температуры. Условия анализа следующие: температура испарителя - 280°C, капиллярная колонка HP-5MS с неподвижной фазой - диметилполисилоксан с 5% содержанием фенольных групп. Газ носитель – гелий (1 мл/мин), термостат хроматографа в режиме программирования температуры с 50°C (1 мин) до 300°C (10 мин), 25°C/мин. Детектирование проводили в режиме сканирования ионов 40-800 m/z, при напряжении на филаменте – 70 В, токе эмиссии – 34,6 мА, напряжении на электронном множителе – 1576 В.

В испаритель хроматографа вводили 1 мкл пробы [15]. Идентификацию определяемых веществ осуществляли путем сравнения

полученных масс-спектров с референтными масс-спектрами библиотеки NIST 2008. Их оценку проводили методом нормализации площадей пиков с использованием системы автоматической обработки данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате скрининговых исследований (табл.) в этанольном извлечении семян сорта Воронежский нами идентифицировано 67 соединений, из них 57 до циркуляционной экстракции гексаном с пищевым нефрасом и 60 после нее. Они представлены преимущественно (85-95%) веществами первичного обмена, среди них жирные кислоты (18 до и 23 после экстракции), аминокислоты (13 до и после экстракции), углеводы (6 до и 10 после экстракции), многоатомный спирт глицерин и его производные (5 до и 4 после экстракции, в шроте при окислении из него образовался 1,3-дигидроксиацетон), витамин Е (токоферол), органические кислоты (7 до и после экстракции). Среди вторичных метаболитов выявлены ациклический тритерпен сквален, стерины (4), сапонин фриделанон (табл.).

В общей сумме до экстракции наиболее значима доля (более 75%) жирных кислот и сквалена (10,648%), гораздо меньше углеводов (до 6%), стеринов (в пределах 4%), в незначительных количествах содержались органические кислоты (менее 1%), особенно глицерин и его сложные эфиры (более 0,3%) и аминокислоты (в пределах 0,3%). После экстракции жирного масла соотношение упомянутых групп соединений в общей сумме изменилось. Как и в первом случае, в ней доминировала сумма жирных кислот (более 52%), хотя она почти в 1,5 раза была ниже, чем до экстракции. Содержание углеводов увеличилась в шроте более чем в 5 раз (их доля к общей сумме веществ равнялась более 30%). Больше, чем в 2,5 раза, уменьшилось содержание сквалена, в 25 раз – токоферола и полностью извлекались гексаном с пищевым нефрасом стерины и фриделанон. В шроте доля аминокислот выросла более чем в 4 раза, органических кислот – в 5, а глицерина и его сложных эфиров в 36 раз (табл.).

Таблица 1

Компонентный состав спиртового извлечения семян *Amaranthus hypochondriacus* L. сорта Воронежский до и после экстракции

№ п/п	Соединение	Относительное содержание*, %	
		до экстракции	после экстракции
1	2	3	4
1.	Молочная кислота	0,042	0,206
2.	Капроновая кислота	0,312	0,046
3.	Аланин	0,034	0,113
4.	Глицин	0,004	0,024
5.	Валин	0,019	0,091
6.	1,3-Дигидроксиацетон	не обн.	0,040
7.	Бензойная кислота	0,001	0,021
8.	Каприловая кислота	0,622	0,085
9.	Глицерин	0,134	7,240
10.	Изолейцин	0,018	0,102
11.	Пролин	0,009	0,042
12.	Янтарная кислота	0,030	0,160
13.	Пеларгоновая кислота	0,244	0,041
14.	Серин	0,025	0,131
15.	Треонин	0,007	0,034
16.	Каприновая кислота	0,573	0,061
17.	Яблочная кислота	0,018	0,075
18.	Оксипролин	0,122	0,543
19.	L-Норвалин	не обн.	0,047
20.	Оксимасляная кислота	0,006	0,043
21.	Глютаминовая кислота	0,023	0,123
22.	Фенилаланин	0,011	0,054
23.	Лауриновая кислота	не обн.	0,129
24.	Фумаровая кислота	0,713	3,163
25.	Аспарагин	0,012	0,084
26.	Ксилит	0,013	1,069
27.	Аспарагиновая кислота	0,008	не обн.
28.	Арабиноза	0,031	0,139
29.	Рибоза	не обн.	0,178
30.	Галактофураноза	не обн.	2,252
31.	Ксилоновая кислота	не обн.	2,010
32.	Глицеролфосфат	0,188	3,368
33.	Фруктоза	0,077	0,265
34.	Пентадекановая кислота	2,733	1,549
35.	Глюкопираноза	0,122	0,413
36.	Пальмитиновая кислота	7,402	0,431

Таблица 1. Продолжение.

1	2	3	4
37.	Тирозин	0,011	0,077
38.	Галактоза	0,324	0,656
39.	Пальмитолеиновая к-та	1,134	0,700
40.	Маргариновая кислота	5,635	10,626
41.	Стеариновая кислота	5,018	0,990
42.	Линолевая кислота	20,874	14,708
43.	Линоленовая кислота	17,112	1,866
44.	Нонадекановая кислота	0,185	0,965
45.	Коричная кислота	0,070	0,336
46.	Олеиновая кислота	14,768	0,962
47.	Гадолеиновая кислота	0,185	6,291
48.	Арахидиновая кислота	0,210	3,447
49.	Докозодиеновая кислота	0,066	0,048
50.	Генэйкозановая кислота	0,114	0,125
51.	Эфир пальмитиновой кислоты с глицерином	0,070	0,330
52.	Бегеновая кислота	не обн.	0,026
53.	Эруковая кислота	0,185	4,784
54.	Сахароза	5,110	23,278
55.	Эфир стеариновой кислоты с глицерином	0,014	0,118
56.	Эфир линолевой кислоты с глицерином	0,019	0,862
57.	Эфир линоленовой кислоты с глицерином	0,007	не обн.
58.	Нервоновая кислота	не обн.	0,128
59.	Лигноцериновая кислота	не обн.	0,176
60.	Сквален	10,648	4,077
61.	Церотиновая кислота	не обн.	0,025
62.	α -Токоферол	0,630	0,025
63.	Стигмастерин	0,324	не обн.
64.	γ -Ситостерин	3,557	не обн.
65.	Фукостерин	0,051	не обн.
66.	Стигмастенон	0,001	не обн.
67.	Фриделанон	0,123	не обн.
Всего соединений		57	60

Примечание * – % содержание относительно общего содержания идентифицированных соединений.

При общей оценке выявленных веществ следует отметить, что в количественном содержании (относительно всех идентифицированных компонентов) до экстракции преобладали (более 10% каждый) такие гидрофобные соединения как ненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая, олеиновая) и сквален; после экстракции – полярная сахароза и неполярные линолевая и маргариновая жирные кислоты. В пределах от 1% до 10% до экстракции содержались

сахароза, жирные кислоты (пальмитиновая, маргариновая, стеариновая, пентадекановая, пальмитолеиновая) и γ -ситостерин; после экстракции – гидрофильные (глицерин, глицеролфосфат, ксилит, ксилоновая кислота, галактофураноза, фумаровая кислота) и гидрофобные (сквален, гадолеиновая, эруковая, арахидиновая, линоленовая и пентадекановая кислоты) вещества. Остальные соединения обнаруживались в минорных количествах (менее 1%).

Одними из наиболее значимых соединений семян амаранта представляются липофильные вещества. Методом ГХ/МС в этанольных извлечениях обнаружено примерно 30 подобных соединений (табл.). Среди них выявлен наиболее разнообразный качественный состав жирных кислот с преобладанием в обоих случаях линолевой кислоты (20,87% до и 14,70% после экстракции соответственно). Суммарное содержание ненасыщенных кислот (70,22% и 61,17%) примерно в 2,4 раза больше, чем насыщенных (29,78% и 38,73%) в семенах и в 1,6 раза в шроте. Из насыщенных жирных кислот до экстракции преобладала пальмитиновая (7,402%), после неё – маргариновая (10,62 %) и арахидиновая (3,44%) кислоты, из ненасыщенных до экстракции – линолевая (20,87%), линоленовая (17,11%), олеиновая (14,76%) и после неё линолевая (14,70%), гадолеиновая (6,29%), эруковая (4,78%) кислоты. В шроте сумма жирных кислот несколько смещена в сторону большего содержания насыщенных жирных кислот и процент последних значительно увеличился. Кроме того, после экстракции выявлены в незначительном количестве еще 4 насыщенные жирные кислоты (лауриновая, бегеновая, лигноцериновая, церотиновая) и одна ненасыщенная (нервоновая), пики которых до экстракции маскировались мажорными липофильными соединениями. Сумма ненасыщенных жирных кислот в шроте значительно снизилась в сравнении с семенами. Вместе с тем и в семенах, и в шроте доминировала эссенциальная линолевая кислота, обладающая гиполипидемическими свойствами.

Специфической особенностью амаранто-

вого масла является высокое содержание в нем сквалена – мощного антиоксиданта [2]. Нами обнаружено его значительное количество как в семенах (10,64%), так и в шроте (рис. 1), что позволяет рассматривать последний в качестве возможного источника этого соединения (4,07% от общей суммы идентифицированных веществ).

Кроме жирных кислот и сквалена, мето-

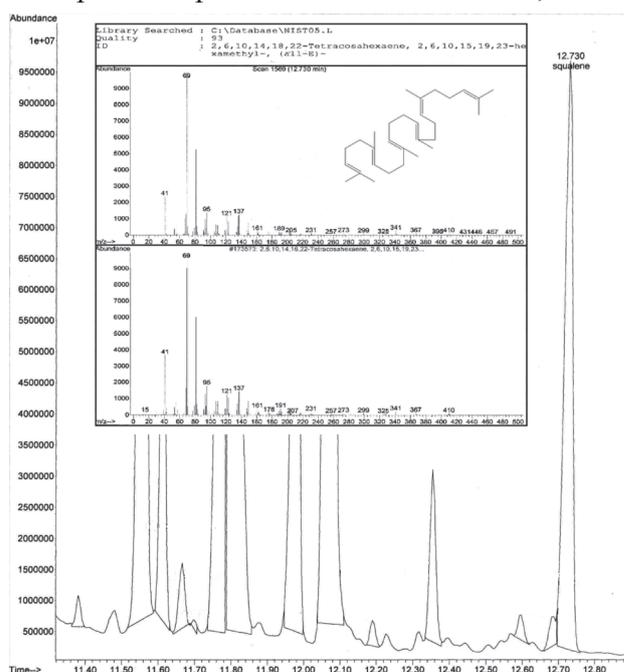


Рис. 1. Масс-спектр сквалена и участок хроматограммы этанольного извлечения шрота семян амаранта после экстракции

дом ГХ/МС идентифицированы глицерин и его производные, стерины, витамин Е, тритерпеновый сапонин фриделанон. Они являются биогенными веществами. Биологическая активность витамина Е основана на его высокой эффективности и способности устранять пероксильные радикалы липидов. Кроме того, отмечается антиаритмическое действие токоферолов. Широкий спектр биологической активности характерен для стеринов, в частности гиполипидемическое действие и антиканцерогенные свойства. Тритерпеновые сапонины снижают уровень холестерина в крови, оказывают седативный эффект на ЦНС, а также противосудорожное и антитоксическое действие.

Весьма наглядные изменения до и после экстракции жирного масла отмечены для гли-

церины, его сложных эфиров и углеводов.

В семенах и в шроте нами отмечено наличие глицерина и его сложных эфиров с органическими (пальмитиновая, стеариновая, линолевая, линоленовая) и неорганическими (фосфорная) кислотами. Доля каждого из них в значительной мере увеличилась в шроте. Так, содержание глицерина в последнем возросло в 54 раза, его эфира с линолевой кислотой – в 46, с фосфорной – в 17, с стеариновой – в 8 раз, а с линоленовой обнаружен только в шроте.

При хромато-масс-спектрометрии этанольного извлечения семян сорта Воронежский амаранта печального до экстракции жирного масла выявлено 6 углеводов (ксилит, арабиноза, фруктоза, глюкопираноза, галактоза, сахароза), после неё – 10 углеводов, представленных 1 простейшим моносахаридом, содержащим 3 углеродных атома (1,3-дигидроксиацетон), 2 пентозами (арабиноза, рибоза), 3 альдогексозами (галактоза, галактофураноза, глюкопираноза), 1 кетогексозой (фруктоза), 1 сахароспиртом (ксилит), 1 дисахаридом (сахароза) и 1 пентоновой (ксилоновой) кислотой, т.е. 1,3-дигидроксиацетон, рибоза, галактофураноза, ксилоновая кислота обнаружены только в шроте, пики которых, возможно, маскировались неполярными соединениями. Доля углеводов в шроте увеличилась более чем в 5 раз (до экстракции она составляла 5,707% от общей суммы веществ, после неё – 30,260%). Среди отдельных углеводов этанольного извлечения семян амаранта доминировала сахароза (5,110% до и 23,278% после экстракции от общей суммы идентифицированных веществ соответственно), т.е. её доля увеличилась в шроте в 4,6 раза. Увеличение содержания отдельных пентоз и гексоз в шроте находилось в пределах от 2 до 5 раз. Так, доля арабинозы до и после извлечения жирного масла соответственно равнялась 0,031% и 0,139%, фруктозы – 0,077 и 0,265%, глюкопиранозы – 0,122 и 0,413%, галактозы – 0,324 и 0,656% (табл.). Общая сумма пентоз в шроте увеличилась более чем в 10, гексоз – почти в 2 раза. Отношение альдогексоз к кетогексозам до экстракции и после неё при-

мерно одинаковое, оно незначительно увеличилось после экстракции. Наиболее значительно увеличение (в 82 раза) в шроте ксилита (до экстракции 0,013% и после неё 1,069%). Последний вдвое слаще сахарозы, но не усваивается организмом человека, благодаря чему его используют вместо сахара в питании при диабете и ожирении.

При изучении компонентного состава этанольного извлечения семян и шрота методом ГХ/МС выявлено наличие 14 аминокислот (табл.). Из них 5 незаменимых (валин, L-норвалин, изолейцин, треонин, фенилаланин) и 9 заменимых (аланин, глицин, пролин, серин, тирозин, окипролин, глютаминовая и аспарагиновая кислоты, аспарагин). Содержание отдельных незаменимых кислот увеличилось в шроте примерно в 5 раз, заменимых – от 3 (аланин) до 7 раз (тирозин, аспарагин). До экстракции жирного масла сумма заменимых кислот была в 3,6 раза больше, чем незаменимых; после экстракции она несколько уменьшилась – в 2,4 раза. В шроте увеличивалось содержание незаменимых аминокислот в 6 раз, заменимых в 4,5 раза. L-норвалин обнаружен лишь после экстракции и, наоборот, аспарагиновая кислота только до нее.

Аминокислоты – эффективные антиоксиданты, отдельные из них находят разнообразное применение в медицине. Так, глютаминовая кислота – компонент различных средств при заболеваниях ЦНС (после травм, кровоизлияний или при воспалительных заболеваниях головного мозга, при эпилепсии). Она принимает участие в поддержании дыхания клеток мозга, стимулирует окислительные процессы, играет непосредственную роль в метаболизме серого и белого вещества мозга. Важный источник энергии для головного мозга и ЦНС – аланин. Он укрепляет иммунную систему путем выработки антител, активно участвует в метаболизме сахаров и органических кислот. Соли аспарагиновой кислоты показаны в лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы, метионин – в лечении и профилактике цирроза печени, диабета и др.

Среди органических кислот до и после экстракции преобладали фумаровая (0,71% и

3,16%) и янтарная (0,03% и 0,16%) кислоты. Увеличение содержания отдельных из них в шроте составляло от 4 до 7, а бензойной кислоты в 21 раз. Высокое содержание янтарной и фумаровой кислот является важным, так как обуславливает потенциальное наличие антигипоксантажной, антиоксидантной и анти-токсической активности.

До экстракции гексаном нами были идентифицированы (время удерживания после 14 минуты) вещества вторичного обмена стероидной и тритерпеновой природы (стигмастерин, γ -ситостерин (рис. 2, 3), фукостерин, стигмастенон, фриделанон). Больше всего содержалось γ -ситостерина (3,557%). После циркуляционной экстракции наличие данных веществ нами не выявлено.

Следовательно, нами впервые проана-

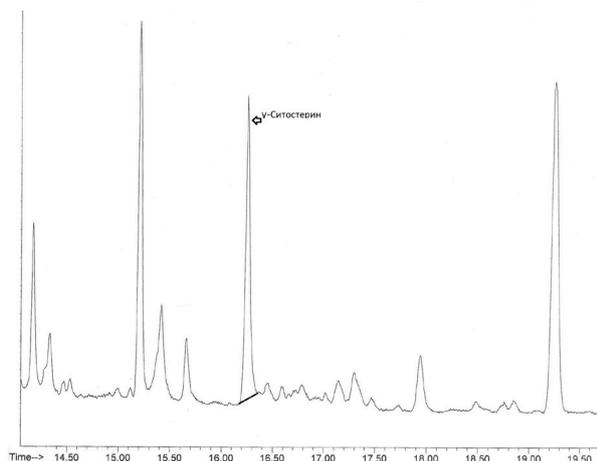


Рис.2. Учаток хроматограммы спиртового извлечения из семян *Amaranthus hypochondriacus* L. сорта Воронежский до экстракции гексаном

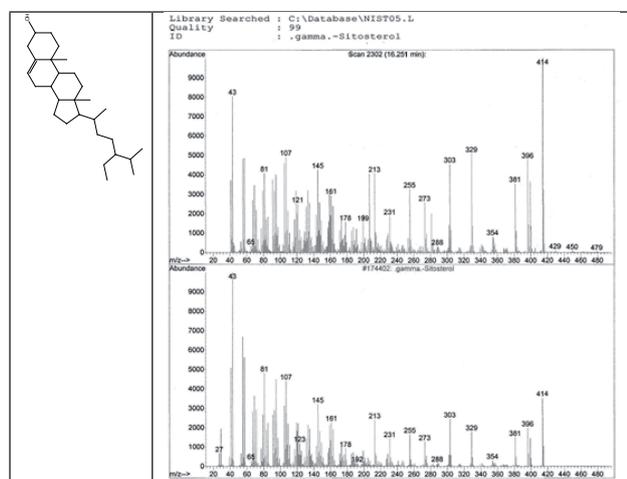


Рис.3. Масс-спектр γ -ситостерина

лизирован методом ГХ/МС компонентный состав этанольного извлечения семян сорта Воронежский амаранта печального до и после циркуляционной экстракции гексаном с пищевым нефрасом, в результате которого идентифицировано 67 соединений, представленных главным образом веществами первичного обмена, и отмечена некоторая избирательность экстрагирования жирного масла амаранта, содержащего наряду с разнообразным набором жирных кислот, также сквален, витамин Е, стерины, фриделанон, обуславливающие особенности его применения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этанольном извлечении семян сорта Воронежский амаранта печального, культивируемого в Воронежской области, идентифицировано 67 соединений, из которых 57 (жирных кислот – 18, аминокислот – 13, углеводов – 6, глицерин и 5 его сложных эфиров, витамин Е, сквален, стеринов – 4, органических кислот – 7, фриделанон) до и 60 (жирных кислот – 23, аминокислот – 13, углеводов – 10, глицерин и 4 его производных, витамин Е, сквален, органических кислот - 7) после экстракции жирного масла гексаном с пищевым нефрасом. Полностью извлекались стерины и фриделанон, в значительной мере жирные кислоты, сквален, токоферол.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амарант : Информационный выпуск. – Воронеж : ООО «Русская олива», 2010. — № 3. — 12 с.
2. Kelly G.S. / Squalene and its potential clinical uses / G.S. Kelly // Altern. Med. Rev. – 1999. — Vol. 4, № 1 — P. 29-36.
3. Физико-химическое изучение липофильных веществ семян амаранта печального сорта Воронежский до и после экстракции гексаном / Ю.А. Джурко [и др.] // Materiali VIII mezinarodni vedecko-practicka conference «Moderni vymozenosti vedy – 2012». – Dil 22. – Biologicke vedy. Zemepis a geologie. Zverolekarstvi. — Praha : Publishing House «Education and Science», 2012. — S. 3-6.
4. Джурко Ю.А. Хромато-масс-спектрометрический анализ жирнокислотного состава

ва шрота семян амаранта печального сорта Воронежский / Ю.А. Джурко, А.А. Парфенов, И.М. Коренская // Вестник ПГФА. Мат-лы Российской науч.-практ. конф. студ. и молод. ученых «Современные проблемы фармацевтической науки», посв. 75-летию ПГФА. — № 9. — Пермь, 2012. — С. 167-168.

5. Жирнокислотный состав масла, полученного из различных сортов семян амаранта печального / И.М. Коренская [и др.] // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: Сб. науч. трудов. — Вып. 66. — Пятигорск : ПГФА, 2011. — С. 118-119.

6. Коренская И.М. Изучение аминокислотного и углеводного состава семян сорта Воронежский амаранта печального, выращиваемого в Воронежской области / И.М. Коренская, Н.С. Фурса, Л.А. Мирошниченко // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия : Химия. Биология. Фармация. — 2011. — № 2. — С. 192-198.

7. Изучение веществ первичного и вторичного обмена сорта Воронежский амаранта печального / И.М. Коренская [и др.] // Materialy VIII Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Strategiczne pytania swiatowej nauki – 2012». — Vol. 25. — Nauk biologicznych. Fizyczna kultura i sport. — Przemysl: Nauka i studia, 2012. — S. 6-8.

8. Коренская И.М. Состав жирных кислот масла семян амаранта печального / И.М. Коренская, Н.С. Фурса, Л.А. Мирошниченко // Фармация. — 2011. — № 8. — С. 16-18.

9. ГХ/МС-анализ жирнокислотного состава шрота семян сорта Воронежский амаранта печального / А.А. Парфенов [и др.] // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: Сб. науч. трудов. — Вып. 67. — Пятигорск : ПГФА, 2012. — С. 264-265.

10. Изучение аминокислотного состава семян амаранта печального сорта Воронежский

до и после экстракции гексаном / А.А. Парфенов [и др.] // Материали за 8-а международна научна практична конференция «Бъдещите изследвания». — Том 28. — Лекарство. Биология. Химия и химически технологии. — София: «Бял ГРАД-БГ», 2012. — С. 49-50.

11. Парфенов А.А. Исследование углеводного состава семян двух сортов амаранта печального / А.А. Парфенов, Ю.А. Джурко, И.М. Коренская // Вестник ПГФА. Мат-лы Российской науч.-практ. конф. студ. и молод. ученых «Современные проблемы фармацевтической науки», посв. 75-летию ПГФА. — № 9. — Пермь, 2012. — С. 200-201.

12. Масс-спектрометрическое определение химических элементов семян сорта Воронежский амаранта печального до и после экстракции гексаном / Н.С. Фурса [и др.] // Materialy VIII mezinarodni vedecko-practicka conference «Veda a technologie: krok do budoucnosti – 2012». — Dil. 29. — Biologicke vedy. — Praha : Publishing House «Education and Science», 2012. — S. 6-9.

13. Масс-спектрометрическое определение химических элементов семян Янтарь и Крепыш сортов амаранта печального / Н.С. Фурса [и др.] // Materialy VIII mezinarodni vedecko-practicka conference «Efektivni nactrole modernich ved 2012». — Dil. 28. — Biologicke vedy. Structurni Botanica a Biochemie Rostlin — Praha: Publishing House «Education and Science», 2012. — S. 2-4.

14. Пат. 94044961 Российская Федерация, МПК 6 С 11 В 1/10, А 23 К 1/14. Способ получения масла из семян амаранта / А.М. Макеев, Л.А. Мирошниченко, И.С. Суворцев, М.М. Левачев; № 94044961/13; заявл. 22.12.1994; опубл. 20.07.1996. — Бюл. №19. — 3 с.

15. Джурко Ю.А. Разработка методики анализа растительного сырья методом хромато-масс-спектрометрии / Ю.А. Джурко // Сборник научных работ студентов и молодых ученых. — Ярославль, 2006. — С. 105-106.

Фурса Николай Сергеевич — заведующий кафедрой фармакогнозии и фармацевтической технологии Ярославской государственной медицинской академии; e-mail: fursans@rambler.ru

Fursa Nikolay S. — Head of the department of pharmacognosy and pharmtechnology Yaroslavl state medical academy; e-mail: fursans@rambler.ru

Парфенов Андрей Александрович — ассистент кафедры фармакогнозии и фармацевтической технологии Ярославской государственной медицинской академии; e-mail: paranal@rambler.ru

Джурко Юрий Александрович — ассистент кафедры поликлинической терапии и клинической лабораторной диагностики с курсом ОВП ИПДО Ярославской государственной медицинской академии; врач клинической лабораторной диагностики химико-токсикологической лаборатории Ярославской областной клинической наркологической больницы; e-mail: lab076@rambler.ru

Коренская Ирина Михайловна — старший преподаватель кафедры управления и экономики фармации и фармакогнозии Воронежского государственного университета; e-mail: IrMich65@yandex.ru

Parfenov Andrey A. — assistant of the department of pharmacognosy and pharmtechnology Yaroslavl state medical academy; e-mail: paranal@rambler.ru

Dzhurko Yuriy A. — assistant of the department of polyclinic therapy and clinical laboratory diagnostics Yaroslavl state medical academy; clinical laboratory physician of chemical toxicology laboratory of Yaroslavl regional narcological hospital; e-mail: lab076@rambler.ru

Korenskaya Irina M. — senior Lecturer of the department of Management and economics of pharmacy and pharmacognosy, Voronezh State University; e-mail: IrMich65@yandex.ru