

УДК 577.19:582.661.21

Биологически активные вещества амаранта (*Amaranthus L.*) из коллекции Института цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск)

Г. И. ВЫСОЧИНА¹, Т. А. КУКУШКИНА¹, Н. Б. ЖЕЛЕЗНОВА², А. В. ЖЕЛЕЗНОВ²¹Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН, ул. Золотодолинская, 101, Новосибирск 630090 (Россия)

E-mail: vysochina_galina@mail.ru

²Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН, проспект Академика Лаврентьева, 10, Новосибирск 630090 (Россия)

(Поступила 14.04.12; после доработки 24.04.12)

Аннотация

Исследовано содержание биологически активных веществ (флавонолов, катехинов, танинов и каротиноидов) в 45 образцах амаранта (*Amaranthus L.*) различного географического происхождения, выращенных на экспериментальном участке Института цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск). В листьях амаранта содержится до 3.2 % флавонолов, 0.33 % катехинов, 10.7 % танинов, 101.4 мг% каротиноидов, в цветках – до 3.1, 0.19, 11.3, 32.3 мг% соответственно. Выявлена значительная изменчивость по тестируемым признакам, что позволяет проводить селекцию на повышение содержания того или иного вещества, а также использовать имеющиеся формы в качестве источников сырья.

Ключевые слова: флавонолы, катехины, танины, каротиноиды, амарант *Amaranthus L.*

ВВЕДЕНИЕ

Род *Amaranthus L.* – амарант (сем. Amaranthaceae) содержит около 75 видов, произрастающих в теплых и умеренных зонах земного шара [1]. В Южной Америке, на родине амаранта, встречается наибольшее количество видов, разновидностей и форм этого растения. Множество представителей рода обитает в Северной Америке, Индии, Китае. Амарант – ценная зерновая, овощная, кормовая, декоративная и техническая культура с тысячелетней историей, известная со времен древних инков, ацтеков и майя. В Европе амарант выращивали как декоративное растение, и только с начала XVIII века стали возделывать на зерно. В Азии амарант стал популярным как зерновая и овощная культура у горных племен Индии, Пакистана, Непала, Китая [2].

Амарант – новая для Сибири культура многоцелевого использования. Из его зерна можно получать муку, крахмал, отруби, масло. Используется в пищевой и фармацевтической промышленности, так как содержит комплекс биологически активных соединений. В зерне амаранта содержится 18 % белка и 5–7 % жира. Более половины белка представлено альбуминами и глобулинами со сбалансированным аминокислотным составом. Основу жира составляют ненасыщенные жирные кислоты, в липидной фракции – до 10 % углеводорода сквалена [3, 4]. Некоторые виды амаранта перспективны в качестве кормовой культуры [5]. Амарант богат веществами вторичного происхождения, которые определяют его лекарственные свойства. Многочисленные фармакологические исследования показали, что различные виды амаранта проявляют гепатопротекторное [6], радиопротек-

торное [7, 8], противовоспалительное, жаропонижающее, антигепатотоксическое [9, 10], антидиабетическое, антигиперлипидемическое, сперматогенное [11, 12], антипролиферативное, противогрибковое [13, 14] и иное действие. В листьях амаранта обнаружены флавоноиды кверцетин, треолин и рутин (3 %) [15]. В надземной части содержание пектинов достигает 10 %, в зерне пектины находятся в виде нерастворимого протопектина [16].

Большую ценность представляет масло амаранта, способное регулировать уровень ненасыщенных жирных кислот в крови [17], подавлять рост опухоли, воздействовать положительно при атеросклерозе, заболеваниях сердца и гипертензии [18, 19]. Амарантовое масло запатентовано как иммуностимулирующее средство для коррекции иммунодефицитных состояний [20]. Благодаря высокому содержанию эфиров жирных кислот (6 %) и полифенолов (6.5 %), обладающих антиоксидантными свойствами, амарант рекомендован для использования в качестве антиоксиданта в молочной и хлебопекарной промышленности [21], а также для приготовления специализированных продуктов для людей, больных диабетом, аллергией, целиакией [22–24].

Цель настоящей работы – оценка видов и линий амаранта, представленных в коллекции Института цитологии и генетики СО РАН, по содержанию биологически активных веществ (флавонолов, катехинов, танинов и каротиноидов).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования выбраны 11 видов амаранта, 10 образцов неопределенных видов и 11 линий *A. hypochondriacus*, выращиваемых ежегодно на экспериментальном участке Института цитологии и генетики СО РАН в окрестностях Новосибирска (Академгородок). Образцы для биохимических исследований (листья и соцветия) отбирали в фазу цветения растений в 2009 и 2010 гг.

Количественное определение флавонолов проводили по методике, основанной на подходе [25], с использованием реакции комплексобразования флавонолов с хлоридом алюминия. Катехины определяли спектрофотомет-

рическим методом [26], содержание танинов (дубильных веществ) – титриметрическим методом [27]. Сумму каротиноидов определяли в ацетоноэтанольном экстракте спектрофотометрическим методом при длинах волн 450 и 550 нм [28].

Все биохимические показатели рассчитаны на массу абсолютно сухого сырья. Результаты представляют собой среднее трех параллельных определений для каждого показателя.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследовано содержание флавонолов, катехинов, танинов и каротиноидов в листьях и соцветиях растений следующих видов: *Amaranthus caudatus* L., *A. mangostanus* L., *A. cruentus* L. (Syn. *A. paniculatus* L.), *A. bouchjniai* Thell., *A. edulis* L., *A. aureus* L., *A. deflexus* L., *A. gangeticus* L., *A. powellii* L., *A. mantegazzianus* Passerini, *A. hybridus* L. Степень изученности этих видов различна. Больше внимания исследователи уделяли таким видам, как *A. caudatus*, *A. cruentus*, *A. gangeticus*, *A. hybridus*; остальные виды изучены слабо.

A. caudatus – амарант хвостатый, широко распространен в горах Аргентины, Перу и Боливии, откуда его завезли в Северную Америку, Индию, Китай и другие страны. Возделывается на зерно, в связи с чем его называют “пшеницей инков” [2]. Надземная часть и корни *A. caudatus* богаты биологически активными веществами. При исследовании листьев, корней, стеблей и соцветий были обнаружены соединения четырех классов: углеводы, полипренолы, тритерпенолы и стеролы [29]. Из метанольного экстракта листьев выделены семь тритерпеновых сапонинов [30]. В растениях *A. caudatus*, *A. paniculatus* и *A. hypochondriacus*, культивируемых в Словакии, обнаружены флавоноиды (0.29–0.75 % на сухую массу), каротиноиды, танины и сапонины [31]. Из цветков *A. caudatus* выделены два новых флавоноида – 3,5,7-тригидрокси-6-метил-4'-метоксидигидрофлавонол и 5,7-дигидрокси-8-метил-4'-метоксифлаванон, а также известные вещества – 5,7-дигидрокси-8-метил-4'-метоксиизофлавонол и кемпферид

[32]. Листья могут служить источником красного пигмента амарантина – ценного пищевого красителя [33]. Наличие биологически активных веществ в различных органах растений *A. caudatus* связывают с их высокой антиоксидантной активностью [34–36]. По нашим данным, в листьях *A. caudatus* содержится 0.6–1.7 % флавонолов, в соцветиях – 0.2–1.8 %, причем в большинстве образцов их содержание в листьях выше по сравнению с содержанием в цветках (табл. 1). По количеству флавонолов выделяется образец *A. caudatus* 110079 с ярко-красным, почти малиновым соцветием (около 2.0 % в листьях и в цветках). Содержание катехинов в листьях составляет 0.08–0.27 %, в цветках – 0.04–0.12 %. Во всех образцах листья накапливают их почти вдвое больше, чем соцветия. Более высокие показатели содержания катехинов обнаружены у образцов № 11015, 11023, 11033 и 11048. Танинов в листьях содержится 3.2–9.1 %, в соцветиях – 3.6–7.5 %. По количеству танинов выделяются образцы № 11047, 11048, 11033, 11015 и 11078. Пределы варьирования каротиноидов в листьях *A. caudatus* разного происхождения составляют 8.0–54.0 %, в соцветиях – 3.7–10.9 %. Наиболее высокое содержание каротиноидов отмечено в образцах № 11020 и 11078.

A. cruentus (Syn. *A. paniculatus*) – амарант багряный, метельчатый. Происходит из горных районов Мексики. Культивируется в Центральной Америке, в Китае, Индии, Бирме и других восточных странах. Для этого вида характерны красивые ярко-красные или темно-вишневые соцветия.

В надземной части растений этого вида обнаружены фенольные соединения [37], два кумарина – умбеллиферон и скополетин, производное хромона пилиостигмина, три флавоноида – 8-ди-С-метилкверцетин-3-Ме-эфир, эукалиптин и гнафалин [38], четыре новых тритерпеноидных гликозида [39]. Бета-цианины, содержащиеся в ярко-окрашенных соцветиях, могут быть использованы в качестве природного красителя при производстве желе, мороженого, напитков с высоким рН [40]. Авторы [41] провели оценку семян на содержание протеиновой фракции, масла и сквалена в нем. В связи с высоким содержанием каротиноидов, протеинов, минералов, витамина С, аминокислот лизина и метиони-

на определена антиоксидантная, радиопротекторная и радикал-связывающая активность экстракта из надземной части *A. cruentus* [8, 42, 43].

В листьях растений *A. cruentus* ранее были обнаружены: белок (17.9–20.0 %), аскорбиновая кислота (38.0–40.1 мг%), каротин (АСВ) (2.4–4.5 мг%), в наземной части – сахара (1.0–2.9 %) [2]. По нашим данным, в листьях и цветках содержится 0.8–1.0 % флавонолов, в листьях – 0.21–0.33 % катехинов, т. е. в два раза больше, чем в цветках. Содержание танинов в листьях варьирует в пределах 6.5–8.4 %, в соцветиях – 7.5–7.8 %. По количеству каротиноидов в листьях два исследованных образца *A. cruentus* значительно различаются: в образце № 11045 их почти в пять раз больше по сравнению с образцом № 11014, а содержание каротиноидов в цветках почти одинаковое (см. табл. 1).

A. hybridus – амарант гибридный, широко распространен в Южной Америке. Местное население использует его как декоративное и овощное растение. Встречается на Кавказе, в Крыму, Прибалтике. Химический состав растений *A. hybridus*, произрастающих в Африке, был детально исследован авторами [44]. Ими установлено, что листья содержат значительные количества питательных веществ, минералов, витаминов, аминокислот. Содержание вторичных метаболитов было следующим, мг/100 г: алкалоиды 3.54, флавоноиды 0.83, сапонины 1.68, танины 0.49, фенолы 0.35, синильная кислота 16.22, фитиновая кислота 1.32. В зерне *A. hybridus* найдены кофейная, феруловая, *n*-кумаровая, *n*-гидроксibenзойная и протокатеховая кислоты [45]. В листьях *A. hybridus* (образец № 11083) нами обнаружено большое количество каротиноидов (59.2 мг%). Найдены также флавонолы, катехины и танины (см. табл. 1).

A. tricolor (Syn. *A. gangeticus*) – амарант трехцветный, однолетник. В основном встречается в странах Юго-Восточной Азии, Африке, Китае, Индии. Часто используется как декоративное и пищевое растение. В районах Средней Азии произрастает как сорное растение. В связи с возможностью применения *A. tricolor* в рационе питания исследователи обращают внимание на химический состав его листьев. Установлено высокое содер-

ТАБЛИЦА 1

Содержание биологически активных веществ в растениях различных видов и самоопыленных линий амаранта, выращенных на коллекционном участке ИЦиГ СО РАН

Образец, происхождение семян	Орган	Флавонолы, %	Катехины, %	Танины, %	Каротиноиды, мг%
<i>A. caudatus</i>	Листья	0.6	0.16	8.33	8.0
11003 Россия	Соцветия	0.3	0.09	5.11	10.9
<i>A. caudatus</i>	Листья	0.8	0.27	8.2	28.5
11015 Гана	Соцветия	1.0	0.11	7.5	7.1
<i>A. caudatus</i>	Листья	0.8	0.13	4.5	46.9
11020 Мали	Соцветия	0.7	0.06	3.6	н. о.
<i>A. caudatus</i>	Листья	0.7	0.26	9.1	20.2
11033 Бельгия	Соцветия	0.4	0.12	4.2	7.8
<i>A. caudatus</i>	Листья	1.2	0.27	9.0	13.1
11048 Россия	Соцветия	0.4	0.11	5.7	8.3
<i>A. caudatus</i>	Листья	1.3	0.11	3.2	24.6
11064 Венгрия	Соцветия	0.3	0.04	5.6	н. о.
<i>A. caudatus</i>	Листья	1.7	0.15	7.7	54.0
11078 Россия	Соцветия	1.8	0.07	6.6	н. о.
<i>A. caudatus</i>	Листья	0.6	0.08	6.3	28.6
11079 Россия	Соцветия	0.3	0.05	2.1	н. о.
<i>A. caudatus</i>	Листья	0.9	0.22	9.1	15.6
11047 Украина	Соцветия	0.2	0.08	4.3	4.4
<i>A. caudatus</i>	Листья	0.6	0.26	6.7	27.5
11023 Польша	Соцветия	0.2	0.11	4.8	3.7
<i>A. cruentus</i>	Листья	0.8	0.21	6.5	7.6
11014 Казахстан	Соцветия	0.8	0.09	7.8	8.0
<i>A. cruentus</i>	Листья	0.8	0.33	8.4	39.1
11045 Индия	Соцветия	1.0	0.16	7.5	9.4
<i>A. gangeticus</i>	Листья	0.6	0.13	6.5	48.1
11061 Индия	Соцветия	0.4	0.06	5.0	Н. о.
<i>A. deflexus</i>	Листья	0.5	0.09	6.6	46.4
11057 Германия	Соцветия	н. о.	н. о.	н. о.	н. о.
<i>A. bouchoni</i>	Листья	1.5	0.32	7.2	52.7
11027Германия	Соцветия	0.4	0.09	7.6	4.1
<i>A. edulis</i>	Листья	3.2	0.11	6.1	26.8
11072 Россия	Соцветия	0.6	0.03	4.0	н. о.
<i>A. edulis</i>	Листья	1.2	0.27	5.9	52.4
11030 Гана	Соцветия	1.5	0.19	10.0	10.4
<i>A. edulis</i>	Листья	3.2	0.10	6.0	28.4
11070 Аргентина	Соцветия	0.4	0.02	4.0	н. о.
<i>A. powellii</i>	Листья	1.4	0.13	5.8	14.4
11065 Греция	Соцветия	0.9	0.06	6.0	н. о.
<i>A. powellii</i>	Листья	1.1	0.08	6.6	48.9
11066 Чехия	Соцветия	0,8	0.05	5.8	н. о.
<i>A. angostanus</i>	Листья	1.0	0.17	6.7	14.4
11009 Китай	Соцветия	1.0	0.12	6.3	13.3
<i>A. aureus</i>	Листья	0.7	0.30	5.4	31.1

ТАБЛИЦА 1 (ОКОНЧАНИЕ)

Образец, происхождение семян	Орган	Флавонолы, %	Катехины, %	Танины, %	Каротиноиды, мг%
11093 Молдова	Соцветия	1.5	0.11	5.9	13.0
11011*	Листья	1.7	0.22	6.6	7.6
Канада	Соцветия	0.9	0.07	4.2	9.0
11029*	Листья	1.8	0.31	9.0	63.7
Италия	Соцветия	0.9	0.18	7.0	21.8
11035*	Листья	1.4	0.23	5.7	22.0
Гана	Соцветия	1.5	0.19	8.2	9.2
11044	Листья	2.4	0.28	10.7	26.3
Индия	Соцветия	0.2	0.13	3.6	7.9
11046*	Листья	1.8	0.28	6.4	22.9
Индия	Соцветия	1.5	0.15	5.9	9.5
11051*	Листья	1.3	0.03	7.1	28.3
Танзания	Соцветия	1.0	0.14	7.8	7.3
11053*	Листья	2.3	0.26	6.4	101.4
Гвинея	Соцветия	1.0	0.12	6.0	9.8
11054*	Листья	0.7	0.24	8.9	60.5
Индия	Соцветия	0.6	0.13	7.7	32.3
11076*	Листья	2.1	0.11	9.3	64.2
Индия	Соцветия	1.7	0.07	7.4	н. о.
11077*	Листья	1.5	0.17	6.3	49.5
Индия	Соцветия	3.1	0.10	11.3	н. о.
11040*	Листья	0.7	0.10	4.7	19.1
Нидерланды	Соцветия	1.1	0.06	4.2	н. о.
11083*	Листья	1.0	0.14	4.3	59.2
Германия	Соцветия	0.9	0.07	5.5	н. о.
<i>A. hypochondriacus</i> ,	Листья	0.9	0.15	4.7	74.0
линия 787	Соцветия	1.5	0.10	6.0	н. о.
То же, линия 788	Листья	2.7	0.24	6.4	24.4
	Соцветия	1.8	0.09	4.8	н. о.
То же, линия 800	Листья	2.6	0.17	7.6	68.3
	Соцветия	1.6	0.09	4.7	н. о.
То же, линия 801	Листья	2.0	0.24	10.1	60.3
	Соцветия	1.3	0.11	3.1	н. о.
То же, линия 802	Листья	2.1	0.15	5.2	59.5
	Соцветия	1.9	0.06	5.6	н. о.
То же, линия 803	Листья	1.4	0.11	6.2	75.7
	Соцветия	1.9	0.10	4.2	н. о.
То же, линия 805	Листья	1.0	0.18	4.6	59.2
	Соцветия	1.6	0.08	6.3	н. о.
То же, линия 806	Листья	1.3	0.16	4.3	71.0
	Соцветия	1.8	0.10	6.6	н. о.
То же, линия 807	Листья	1.6	0.18	5.2	31.9
	Соцветия	2.1	0.09	6.2	н. о.
То же, линия 808	Листья	1.1	0.17	2.6	44.3
	Соцветия	1.4	0.08	3.0	н. о.
То же, линия 798	Листья	1.9	0.16	7.1	78.9
	Соцветия	1.8	0.06	3.4	н. о.

Примечание. н. о. – не определяли.

* Вид не установлен.

жание в листьях каротина (46.55 мг/г), витамина С (151.2 мг/100 г), полифенолов, что определяет их значительную антиоксидантную активность и радиопротекторный эффект [7, 46, 47]. По нашим данным, листья содержат много каротина (48.1 мг%), 0.6 % флавонолов, 0.13 % катехинов и 6.5 % танинов. В соцветиях этих веществ меньше, чем в листьях.

Не все виды амаранта хорошо изучены. В коллекции ИЦИГ СО РАН представлен ряд видов амаранта – *A. aureus*, *A. bouchjnii*, *A. deflexus*, *A. edulis*, *A. mangostanus*, *A. mantegazzianus*, *A. powellis*, – для которых биохимических сведений практически нет. Единственное исключение составляют материалы работы [2], авторами которой установлено, что в листьях и надземной части растений перечисленных видов содержится 15.4–25.9 % белка, 1.0–9.4 % сахара, 25–63 мг% аскорбиновой кислоты, 1.4–8.2 мг% каротина (АВС). По нашим данным, в листьях растений этих видов содержится 0.5–3.2 % флавонолов, 0.08–0.32 % катехинов, 5.4–7.2 % танинов и 14.4–52.7 мг% каротиноидов; в соцветиях – 0.4–1.5 % флавонолов, 0.02–0.19 % катехинов, 4.0–10.0 % танинов, 4.1–13.3 мг% каротиноидов, т. е. в листьях биологически активных веществ вдвое больше, чем в соцветиях. По содержанию флавонолов выделяются *A. edulis* и *A. mantegazzianus*, катехинов – *A. bouchjnii*, *A. edulis* и *A. aureus*, танинов – *A. bouchjnii*, *A. edulis* и *A. mangostanus*, каротиноидов – *A. bouchjnii*, *A. edulis* и *A. powellis*. Таким образом, особое внимание следует обратить на растения видов *A. bouchjnii* и *A. edulis*, как на возможные источники биологически активных веществ.

В коллекции представлены также растения амаранта, видовое название которых не определено, однако они представляют большой интерес благодаря высокой урожайности зеленой массы и семян. Этот материал обладает большим потенциалом как возможный источник биологически активных веществ. Заслуживают внимания образцы № 11044, 11046, 11053, 11076, содержащие в листьях до 2.4 % флавонолов, образцы № 11029, 11044, 11046 – до 0.31 % катехинов, образцы № 11029, 11044, 11054, 11076 – до 10.7 % танинов, образцы № 11029, 11053, 11054, 11076 – до 101.4 мг% каротиноидов. В итоге по всем группам веществ выделяются образцы № 11029, 11044 и 11076 (см. табл. 1).

Авторы [2] создали два новых сорта амаранта – сорт “Чергинский” кормового назначения и универсальный сорт для пищевого и кормового использования “Янтарь”. Первый получен методом индивидуально-группового отбора из коллекционного образца ВИР к-40197, относящегося к виду *A. cruentus*, а сорт “Янтарь” – путем объединения пяти самопыленных линий с высокой комбинационной ценностью по ряду признаков (относится к виду *A. hypochondriacus*). В процессе создания сорта “Янтарь” линейный материал подвергался отбору на повышенное содержание белка, масла и сквалена [2]. На содержание биологически активных веществ нами исследовано 11 линий, которые оказались далеко не равноценными (см. табл. 1). По содержанию флавонолов в листьях выделяются линии № 800 и 802 – до 2.7 % этих веществ. Максимальное содержание катехинов (0.24 %) характерно для растений линий № 788 и 801, танинов (до 10.06 %) – для растений линий № 801, 800 и 798. Высокое содержание каротиноидов отмечено в растениях многих линий (№ 787–806), максимальное их количество достигает 78.9 мг%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлены экспериментальные данные по содержанию биологически активных веществ (флавонолов, катехинов, танинов и каротиноидов) в 45 образцах амаранта (*Amaranthus* L.) различного географического происхождения, выращенных на экспериментальном участке Института цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск), т. е. в условиях Сибири, где раньше этот род был представлен только сорными видами.

В листьях количество флавонолов находится в пределах 0.5–3.2 %, катехинов – 0.03–0.33 %, танинов – 2.6–10.7 %, каротиноидов – 7.6–101.4 мг%; в цветках содержание этих веществ составляет 0.2–3.1 %, 0.02–0.19 %, 2.1–11.3 % и 3.7–32.3 мг% соответственно. Изучение широкого разнообразия амаранта выявило значительную изменчивость по тестируемым признакам, что позволяет вести селекцию на повышение содержания того или иного вещества, а также использовать имеющиеся формы в качестве источников

сырья. Полученные результаты исследования вторичных метаболитов амаранта являются определенным этапом в фитохимическом и интродукционном изучении этого замечательно-го растения в Сибири. Необходимы дальнейшие исследования в области биологии и биохимии амаранта как одного из наиболее перспективных интродуцентов нашего региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гусев В. Д. // Ботан. журн. 1972. Вып. 57, № 5. С. 457.
- 2 Железнов А. В., Железнова Н. Б., Бурмакина Н. В., Юдина Р. С. Амарант: научные основы интродукции. Новосибирск: Гео, 2009.
- 3 Gamel T. H., Linssen J. P. // *Recent Progress in Med. Plants*. 2006. Vol. 15. P. 347.
- 4 Железнова Н. Б., Юдина Р. С., Железнов А. В., Морозов С. В. Интродукция нетрадиционных и редких растений. // *Материалы VIII Междунар. науч.- практ. конф. Мичуринск*, 2008. Т. 2. С. 215.
- 5 Белоножкина Т. Г., Курецкая В. А. Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными природными ресурсами и создания функциональных продуктов. // *Материалы II Рос. науч.-практ. конф. Москва*, 2003. С. 33.
- 6 Zeashan H., Amresh G., Singh S., Rao Ch. V. // *Food Chem. Toxicol.* 2008. Vol. 46, No. 11. P. 3417.
- 7 Verma R. K., Sisodia R., Bhatia A. L. // *J. Med. Food*. 2002. Vol. 5, No. 4. P. 189.
- 8 Kamal R. // *Himalayan J. Environ. Zoology*. 2007. Vol. 21, No. 2. P. 315.
- 9 El Hossary G. A., El Sofany R. H., Farag M. A. // *Bull. Fac. Pharm.* 2000. Vol. 38, No. 2. P. 129.
- 10 Mishra M., Tarunkumar S., Venkatesan B., Suriaprabha K., Mullaicharam A. R., Muthuprasanna P. // *Natural Products*. 2007. Vol. 3, No. 3. P. 190.
- 11 Kim H. K., Kim M. J., Cho H. Y., Kim E.-K., Shin D. H. // *Cell Biochem. Function*. 2006. Vol. 24, No. 3. P. 195.
- 12 Sangameswaran B., Jayakar B. // *J. Natural Med.* 2008. Vol. 62, No. 1. P. 79.
- 13 Kaur N., Dhuna V., Kamboj S. S., Agrewala J. N., Singh J. // *Protein & Peptide Lett.* 2006. Vol. 13, No. 9. P. 897.
- 14 Rivillas-Acevedo L., Soriano-Garcia M. // *J. Mexican Chem. Soc.* 2007. Vol. 51, No. 3. P. 136.
- 15 Кононков П. Ф., Гинс В. К., Гинс М. С. Амарант – перспективная культура XXI века. М.: Изд. дом Евгения Федорова, 1997.
- 16 Офицеров Е. Н., Костин В. И. Углеводы амаранта и их практическое использование. Ульяновск: Изд-во УлГУ, 2001.
- 17 Skyaarov O. Y., Kovalyk N. B. // *Med. Khim.* 2006. Vol. 8, No. 3. P. 63.
- 18 Barba de la Rosa A. P., Silva-Sanchez C., Gonzalez de Mejia E. // *Hispanic Foods: ACS Symposium Series*. 2007. Vol. 946. P. 103–116.
- 19 Martirosyan D. M., Miroshnichenko L. A., Kulakova S. N., Pogojeva A. V., and Zolodov V. I. // *Lipids in Health and Disease*. 2007. Vol. 6, No. 1. P. 1.
- 20 Пат. 2170096 РФ, 2001.
- 21 Шубин А. А., Крылова Л. В. Биоантиоксидант // *Материалы 6-й Междунар. конф. М.*, 2002. С. 635.
- 22 Vasanthamani G., Rema N. // *Ind. J. Nutrition and Dietetics*. 2006. Vol. 43, No. 9. P. 372.
- 23 Pasko P., Bednarczyk M. // *Bromatol. i chem. toksykol.* 2007. Vol. 40, No. 2. P. 217.
- 24 Поткин Н. А. Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья. // *Материалы III Всерос. конф. Барнаул*, 2007. Кн. 3. С. 249.
- 25 Беликов В. В., Шрайбер М. С. // *Фармация*. 1970. № 1. С. 66.
- 26 Кукушкина Т. А., Зыков А. А., Обухова Л. А. Манжетка обыкновенная // *Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения. С-Пб.*, 2003. С. 64.
- 27 Государственная фармакопея СССР. 11-е изд. М., 1987. Вып. 1. С. 286–287.
- 28 Кривенцов В. И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. Ялта: Изд. Никитского ботанического сада, 1982.
- 29 Chernenko T. V., Glushenkova A. I., Gusakova S. D. // *Chem. Nat. Compd.* 1999. Vol. 34, No. 5. P. 571.
- 30 Rastrelli L., Aquino R., Abdo S., Proto M., De Simone F., De Tommansi N. // *J. Agric. Food Chem.* 1998. Vol. 46, No. 5. P. 1797.
- 31 Tekelova D., Mrljanova M. // *Farm. Obzor*. 2002. Vol. 71, No. 1. P. 3.
- 32 Srivastava V. K., Reddy M. V. R. K. // *Oriental J. Chem.* 1994. Vol. 10, No. 3. P. 293.
- 33 Гинс М. С., Кононков П. Ф., Гинс В. К., Лысенко Г. Г., Дэсалень Т. Л., Бравова Г. Б. // *Прикл. биохимия и микробиол.* 1998. Т. 34, № 4. С. 450.
- 34 Klimczak I., Malecka M., Pacholek B. // *Nahrung*. 2002. Vol. 46, No. 3. P. 184.
- 35 Терешкина Л. Б., Гульшина В. А., Лященко Г. А., Кадьров С. В., Лапин А. А., Зеленков В. Н. Пищевые технологии // *Общерос. конф. молодых ученых с междунар. участием. М.*, 2006. С. 165.
- 36 Repo de Carrasco R., Zelada Ch. R. E. // *Revista de la Sociedad Quimica del Peru*. 2008. Vol. 74, No. 2. P. 85.
- 37 Karaseva A. N., Karlin V. V., Mironov V. F., Kononov A. I. // *Chem. Nat. Comp.* 2001. Vol. 37, No. 1. P. 88.
- 38 Bratoeff E., Perez-Amador M. C., Ramirez E., Flores G., Valencia N. // *Phyton*. 1997. Vol. 60, No. 1/2. P. 103.
- 39 Junkuszew M., Oleszek W., Jurzysta M., Piancente S., Pizza C. // *Phytochem.* 1998. Vol. 49, No. 1. P. 195.
- 40 Cai Y., Corke H. J. // *Food Sci.* 1999. Vol. 64, No. 5. P. 869.
- 41 Sala M., Berardi S., Bondioli P. // *Riv. Ital. Sostanze Grasse*. 1998. Vol. 75, No. 11. P. 503.
- 42 Yadav R. K., Bhatia A. L., Sisodia R. // *Asian J. Experim. Sci.* 2004. Vol. 18, No. 1 & 2. P. 63.
- 43 Samarth R. M., Panwar M., Kumar M., Soni A., Kumar M., Kumar A. // *Food Chem.* 2008. Vol. 106(2). P. 868–873.
- 44 Akubugwo I. E., Obasi N. A., Chinyere G. C., Ugbogu A. E. // *African J. Biotechnol.* 2007. Vol. 6, No. 24. P. 2833.
- 45 Chitindingu K., Ndhala A. R., Chapano C., Benhura M. A., Muchuweti M. // *J. Food Biochem.* 2007. Vol. 31, No. 2. P. 206.
- 46 Yadav Sh. K., Sehgal S. // *Int. J. Trop. Agric.* 1999. Vol. 17(1–4). P. 37–40.
- 47 Khandaker L., Ali M. B., Oba Sh. // *J. Japan. Soc. Horticult. Sci.* 2008. Vol. 77, No. 4. P. 395.