

ИЗУЧЕНИЕ АНАТОМО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ АМАРАНТА ПЕЧАЛЬНОГО, КУЛЬТИВИРУЕМОГО В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

И. М. Коренская, А. А. Беляева, О. А. Колосова, Т. Г. Трофимова,
И. Е. Измалкова, А. И. Сливкин

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 10.11.19 г.

Аннотация. Проведено определение анатомо-диагностических признаков и элементного состава листьев растения *Amaranthus hypochondriacus* L., принадлежащего к роду *Amaranthus* L. и семейству *Amaranthaceae*. Заготовку сырья проводили в Новоусманском районе Воронежской области в 2018 году. Листья амаранта заготовлены в начальную фазу вегетации и высушены воздушно-теневым способом.

В ходе микроскопического анализа выявлены особенности строения клеток эпидермальной ткани и устьичного аппарата листьев амаранта. Установлена специфика строения друз оксалата кальция, их размеры и расположение. Отмечено, что в паренхимных клетках средних и крупных жилок оксалат кальция откладывается в виде мелкокристаллического песка. При просветлении листа амаранта в растворе хлоралгидрата идентифицированы трихомы, расположенные в основном на нижней стороне вдоль жилок. Трихомы представлены головчатыми волосками, состоящими из многоклеточной ножки и одноклеточной округлой головки.

С использованием метода масс – спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в листьях амаранта печального установлено наличие 62 элементов. Определено содержание 4 макроэлементов (K, P, Ca, Mg); 4 мезоэлементов (Na, Fe, Sr, Br); 35 микроэлементов (Li, Be, B, Al, Sc, Ga, Ti, V, Y, Zr, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Br, Rb, Sb, Mo, I, La, Nd, Ce, Ba); 19 ультрамикроэлементов (Ge, Nb, Ag, In, Sn, Te, Cs, Pr, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Pt, Au, Tl, Bi, Th, U). В ряду макроэлементов доминировали кальций и калий; микроэлементов – барий, марганец, алюминий, цинк и бор.

Установлено различное содержание элементов в листьях амаранта печального и в почве с места произрастания. Рассчитан коэффициент биологического поглощения (Кбп) элементов. К элементам энергичного накопления в листьях амаранта печального можно отнести фосфор.

Проведено определение содержания отдельных токсичных элементов (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть), как основного критерия экологической безопасности сырья. Их накопление в исследованном сырье не превышало предел допустимых в НД концентраций.

Результаты анатомо – диагностического исследования листьев растения *Amaranthus hypochondriacus* L. могут быть использованы для установления подлинности сырья, а выявленные особенности в накоплении различных элементов для дальнейшего изучения фармакологических свойств.

Ключевые слова: *Amaranthus hypochondriacus* L., микроскопические исследования, элементный состав, хромато-масс спектрометрия

Всестороннее исследование химического состава лекарственного растительного сырья (ЛРС) способствуют созданию новых лекарственных средств и открытию новых источников их получения. Перспективным видом растительного сырья являются растения рода *Amaranthus* L. [1-4]. Во

всех частях амаранта содержится большое количество аминокислот, витаминов, микроэлементов, биологически активных веществ, относящихся к вторичным метаболитам, обладающих различной биологической активностью, в том числе антиоксидантной [5, 6]. Однолетнее растение отличается большой продуктивностью биомассы, высокими адаптационными свойствами, приспособлено к

© Коренская И. М., Беляева А. А., Колосова О. А., Трофимова Т. Г., Измалкова И. Е., Сливкин А. И., 2020

произрастанию практически на всей территории России [7].

Растение амарант принадлежит к роду *Amaranthus* L. и семейству *Amaranthaceae*. Представляет собой разновидность двудольного травянистого растения, включающему в себя более 60 родов и около 800 видов однолетних и многолетних растений. На территории Российской Федерации культивируется более 40 видов амаранта кормового, пищевого, лекарственного и декоративного назначения [7, 8]. Общеизвестно, что химический состав надземных частей растений, в частности листовой массы, зависит не только от таксономической принадлежности и этапа онтогенеза растения, но и от эколого - географических условий произрастания.

Существует несколько видов рода *Amaranthus* L., сырье которых широко используется в качестве кормовой, семенной, пищевой и декоративной культур. При использовании листьев в производстве фиточаев их высушивают, что ведет к изменению внешних признаков. Микроскопический анализ, определение анатомо-диагностических признаков высушенных листьев позволит подтвердить подлинность надземной части, в частности листьев растения *Amaranthus hypochondriacus* L., активно культивируемого в Воронежской области. Важным критерием идентификации при микроскопировании могут служить кристаллы оксалата кальция, что косвенно указывает на доминантное присутствие этого элемента в сырье. Тем более, как известно, в обмене веществ живых организмов важную роль играют микроэлементы. Различные патологические состояния организма часто связаны с недостаточностью или дисбалансом макро- и микроэлементов в тканевых и клеточных структурах. Это приводит к нарушению элементного гомеостаза [9, 10]. Прием препаратов, содержащих эссенциальные микроэлементы, а также изменением рациона питания можно скорректировать элементный дисбаланс [11-17].

Целью нашей работы явилось исследование анатомо-диагностических признаков и изучение элементного состава листьев амаранта печально-го, а также их способности к аккумуляции минеральных элементов в сырье.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Исследования проводили на растениях амаранта печального (*Amaranthus hypochondriacus* L.), сорта Воронежский, занесенного в Государственный реестр селекционных достижений Рос-

сийской Федерации в 2011 году (оригинатор ООО «Русская олива»). Амарант культивировали как однолетнее растение на территории Новоусманского района Воронежской области. Листья амаранта заготовлены в начальную фазу вегетации и высушены воздушно-теньевым способом в 2018 г. В этот же период был взят образец почвы с места произрастания растения, с целью установления его элементного состава.

Микроскопическое исследование проводили согласно ОФС «Техника микроскопического и микрохимического исследования лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов» [18]. Анатомическое исследование проводили на микроскопе «БИОМЕД-6» с фотографической приставкой «Levenguk», в проходящем свете, при увеличении в $\times 40$, $\times 100$ и $\times 400$ раз.

При определении элементного состава использовали масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП) ELAN-DRC-e [19]. Для контроля точности определений применялся метод добавок. Прибор МС-ИСП позволяет оценить концентрации элементов и отдельных, изотопов на уровне от сотых долей нанограммов до сотен миллиграммов на литр. Достижимые пределы обнаружения, высокая чувствительность и избирательность метода позволяет количественно определять во многих растительных объектах и материалах до 40-60 и более элементов [19]. Одновременно с места произрастания растительного сырья отбиралась и анализировалась почва, для оценки степени накопления элементов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Одним из критериев установления подлинности растительного сырья является микроскопическое исследование с выявлением диагностических признаков. При рассмотрении листовой пластинки, после просветления в 2,5-5 % растворе щелочи, с поверхности видны клетки эпидермиса на адаксиальной стороне с прямыми, на абаксиальной стороне – с извилистыми стенками (рисунок 1). Согласно исследованиям Тимонина А.К. [20], однослойная эпидерма амаранта в онтогенезе начинает дифференцироваться раньше, чем расположенные глубже ткани. По краю листа располагаются ровные прямоугольные клетки. Устьичный аппарат – анизокитного типа.

В мезофилле листа, в клетках между жилками встречаются многочисленные друзы оксалата кальция (CaC_2O_4) остроконечной формы. Это характерные для семейства *Amaranthaceae* крупные

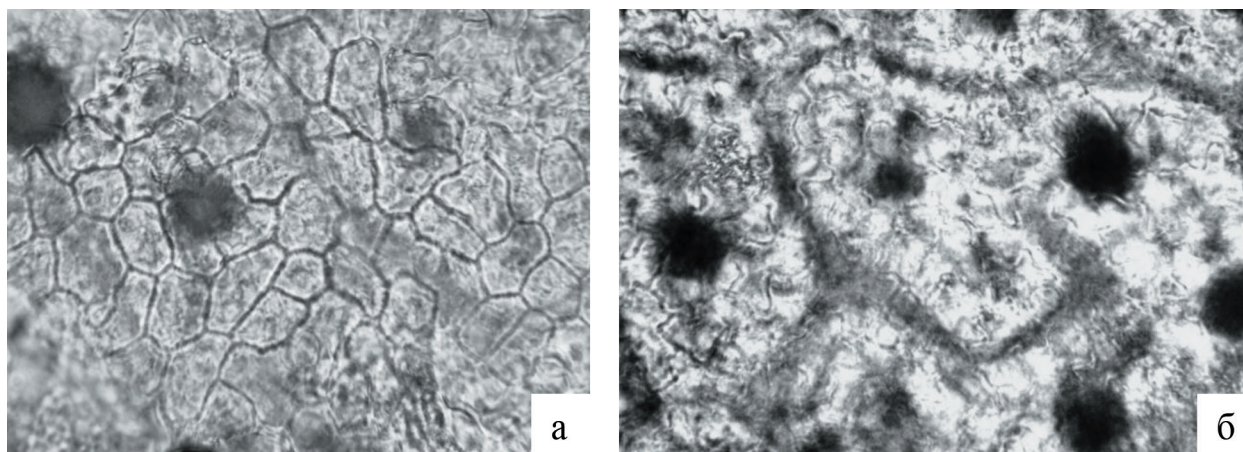


Рис. 1. Эпидерма листа амаранта печального: а – верхняя сторона, б – нижняя сторона (увел. x400)

клетки, которые образуются из клеток адаксиального среднего слоя перипластической пластинки и располагаются посередине между жилками и содержат по одной друзе [20]. Размеры кристаллических друз колеблются от 5 до 50 мкм (рисунок 2, а). Отмечено, что в паренхимных клетках средних и крупных жилок оксалат кальция откладывается в виде мелкокристаллического песка, заполняя полностью клетки (рисунок 2, б)

При просветлении листа амаранта в растворе хлоралгидрата идентифицированы трихомы, рас-

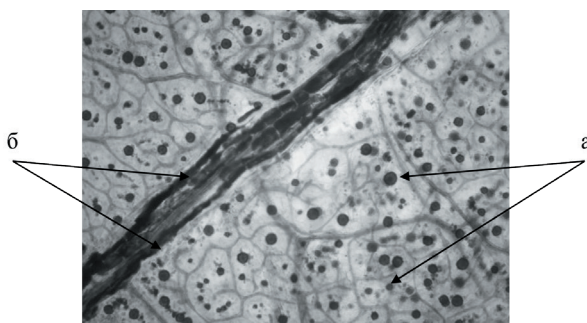


Рис. 2. Мезофилл листа амаранта печального: а – друзы CaC_2O_4 , б – паренхимные клетки жилок с песком CaC_2O_4 (увел. x100)

положенные в основном на нижней стороне вдоль жилок. Трихомы представлены головчатыми волосками, состоящими из многоклеточной ножки (2-7) и одноклеточной округлой головки (рисунок 3). Развитие данного волоска берет начало с образования бугорка из протодермальных клеток и последующего тангентального деления, согласно исследованием Тимонина А.К. [21].

При микрокопировании листа амаранта печального отмечено присутствие в мезофилле листа значительного количества друз оксалат кальция. Значение показателя общая зола, для высушенных листьев составило 24.64 ± 0.99 %, в то время как показатель зола, нерастворимая в 10% хлористоводородной кислоте – 1.65 ± 0.30 %. Это подтверждает присутствие в листьях большого количества биогенного неорганического элемента - кальция.

Методом масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой в листьях амаранта печального установлено наличие 62 элементов. В листьях амаранта печального определены следующие элементы: макроэлементы К, Р, Са, Mg (всего 4);

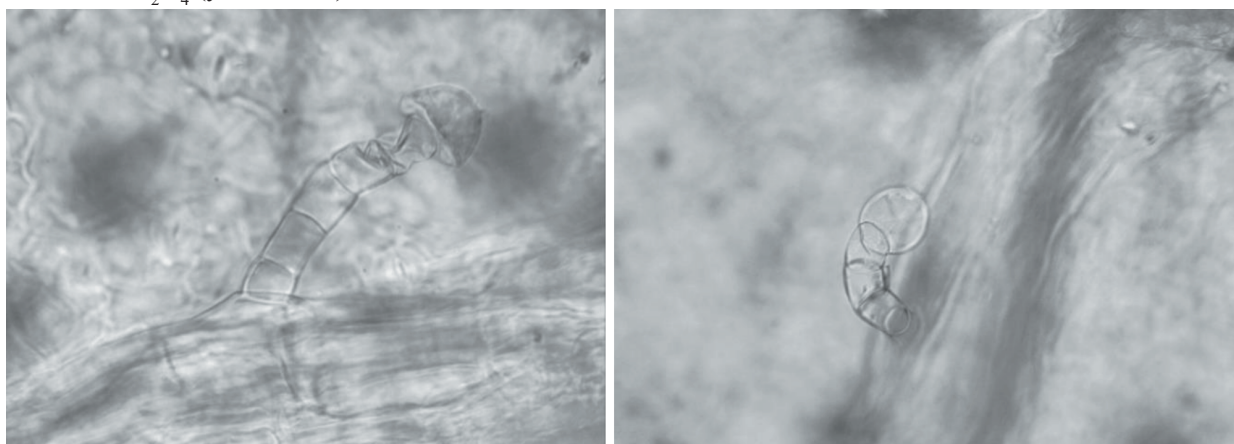


Рис. 3. Головчатые волоски (трихомы) листа амаранта печального (увел. x400)

мезоэлементы – Na, Fe, Sr, Br (всего 4); микроэлементы – Li, Be, B, Al, Sc, Ga, Ti, V, Y, Zr, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Br, Rb, Sb, Mo, I, La, Nd, Ce, Ba (всего 35), ультрамикроэлементы – Ge, Nb, Ag, In, Sn, Te, Cs, Pr, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Pt, Au, Tl, Bi, Th, U (всего 19).

В ходе исследования проанализировано содержание химических элементов почвы с места заготовки сырья в Новоусманском районе Воронежской области. Методом масс-спектропии выявлено 59 элементов в исследуемых образцах почв (из 59, МВИ № 002-ХМС-2009 (ФР.1.31.2010.06997)). Результаты представлены

Таблица 1.

Содержание элементов в листьях амаранта печального и в почве с места их произрастания

№ п/п	Элемент	Содержание, мкг/г	
		Amaranthi hypochondriaci folia	Почва Новоусманский район Воронежской области
Макроэлементы (больше 1000 мкг/г)			
1	Кальций (Ca)	44209.00	5150.00
2	Калий (K)	36196.00	7280.00
3	Магний (Mg)	14009.00	2900.00
4	Фосфор (P)	10434.00	381.00
Мезоэлементы (100-1000 мкг/г)			
5	Железо (Fe)	491.10	17330.00
6	Бром (Br)	356.00	-
7	Натрий (Na)	250.42	2130.00
8	Стронций (Sr)	163.00	51.00
Микроэлементы (0.01-100 мкг/г)			
9	Барий (Ba)	95.98	221.00
10	Марганец (Mn)	81.14	325.00
11	Аллюминий (Al)	62.78	22140.00
12	Цинк (Zn)	46.38	100.00
13	Бор (B)	44.83	-
14	Рубидий (Rb)	8.75	39.00
15	Медь (Cu)	5.50	29.70
16	Молибден (Mo)	4.97	1.63
17	Хром (Cr)	4.49	83.00
18	Титан (Ti)	2.93	2090.00
19	Селен (Se)	2.84	8.80
20	Литий (Li)	0.89	14.10
21	Скандий (Sc)	0.53	-
22	Ванадий (V)	0.35	-
23	Кобальт (Co)	0.32	7.00
24	Йод (I)	0.23	-
25	Церий (Ce)	0.17	31.60
26	Цирконий (Zr)	0.14	78.00
27	Галлий (Ga)	0.10	5.80
28	Лантан (La)	0.086	15.20
29	Неодим (Nd)	0.079	12.40
30	Итрий (Y)	0.065	9.20
31	Олово (Sn)	0.065	1.95
32	Серебро (Ag)	0.062	0.188
33	Висмут (Bi)	0.06	0.109

в таблице 1 (значения приведены в пересчете на абсолютно сухое сырье).

В листьях амаранта печального и в почве с места произрастания растения выявлено разное количественное содержание элементов (рисунки 4, 5). Содержание в листьях амаранта печального макроэлементов достигает 98.47%, а в почве – 15.09%. Содержание ультрамикроэлементов в листьях амаранта печального составляет менее 0.001%, а в почве на их долю приходится 41.91%. Содержание тяжелых металлов в листьях *Amaranthus hypochondriacus* L. почти в 32 раза меньше, чем в почве. Так же в почве содержалось больше мезо- и микроэлементов.

Таблица 1 (Продолжение).

Содержание элементов в листьях амаранта печального и в почве с места их произрастания

№ п/п	Элемент	Содержание, мкг/г	
		Amaranthi hypochondriaci folia	Почва Новоусманский район Воронежской области
34	Вольфрам (W)	0.034	2.21
35	Торий (Th)	0.023	4.60
36	Празеодим (Pr)	0.02	3.47
37	Гадолиний (Gd)	0.018	2.59
38	Цезий (Cs)	0.018	1.87
39	Самарий (Sm)	0.015	2.67
40	Диспрозий (Dy)	0.011	1.90
41	Кадмий (Cd)	0.251	0.002
42	Мышьяк (As)	0.203	0.032
43	Свинец (Pb)	0.199	0.176
Ультрамикроэлементы (менее 0.01)			
44	Бериллий (Be)	<0.001	0.55
45	Гафний (Hf)	0.0021	1.83
46	Германий (Ge)	<0.0001	1.37
47	Гольмий (Ho)	0.0021	0.378
48	Европий (Eu)	0.0073	0.47
49	Золото (Au)	0.007	0.01
50	Иттербий (Yb)	0.004	0.94
51	Лютеций (Lu)	0.00091	0.175
52	Никель (Ni)	<0.0001	13.00
53	Ниобий (Nb)	0.0075	5.60
54	Платина (Pt)	<0.0001	-
55	Сурьма (Sb)	0.0045	0.45
56	Таллий (Tl)	0.00175	0.206
57	Тантал (Ta)	0.0021	0.46
58	Тербий (Tb)	0.0028	0.37
59	Тулий TM	0.001	0.169
60	Уран (U)	0.0033	0.89
61	Эрбий (Er)	0.0059	1.26
62	Ртуть (Hg)	0.0086	0.0004

Согласно ОФС.1.5.3.0009.15 «Определение содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» содержание тяжелых металлов в листьях амаранта печального

соответствует требованиям НД и безопасны для организма человека.

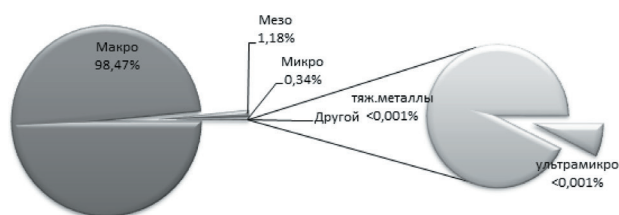


Рис. 4. Содержание элементов в листьях *Amaranthus hypochondriacus* L.

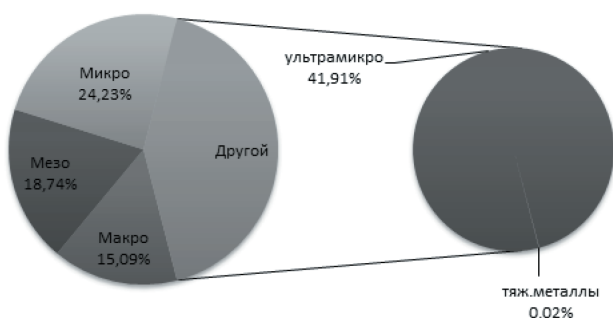


Рис. 5. Содержание элементов в почве с места произрастания

Для того, чтобы проанализировать какие элементы накапливают исследуемые растения, рассчитан коэффициент биологического поглощения (Кбп), представляющий отношение содержания химических элементов в зоне организмов (растений или животных) к его содержанию в среде обитания. Коэффициент биологического поглощения позволяет косвенно судить о степени доступности элемента для растений и его поведении в системе «почва – растение» [22]. К элементам энергичного накопления в листьях амаранта печального можно отнести фосфор. К элементам сильного накопления относятся магний (Mg), кальций (Ca), калий (K), стронций (Sr), молибден (Mo) и кадмий (Cd). Тяжелые металлы, такие как, ртуть относятся к элементам слабого накопления и среднего захвата, свинец, мышьяк относится к элементам слабого захвата.

Таким образом, однолетнее растение амарант печальный имеет определенный барьер к накоплению элементов, в том числе тяжелых металлов. Например, в почве с места произрастания амаранта печального содержание свинца в 88,4 раза больше, чем определено его содержание в листьях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлены анатомические диагностические признаки, характерные для листьев амаранта

печального. Верхний эпидермис представлен клетками с многоугольными стенками, нижний – клетками с извилистыми стенками. На нижнем эпидермисе вдоль жилок присутствуют многочисленные головчатые волоски с многоклеточной ножкой и одноклеточной головкой, в мезофилле листа расположены многочисленные друзы оксалата кальция, вдоль жилок паренхимные клетки заполнены песком оксалата кальция. Проведенный элементный анализ выявил присутствие в листьях амаранта печального 62 химических соединения, многие из которых относятся к эссенциальным, что делает его востребованным для профилактики и коррекции нарушений тканевого гомеостаза и микроэлементного статуса при различных патологических состояниях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Офицеров Е.Н. // Амарант – перспективное сырье для пищевой и фармацевтической промышленности. Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. 2001-2002. Т.2. №5-8. С. 1-4.
2. Gamel T.H., Linssen J.P. // Nutritional and medicinal aspects of amaranth. Recent Progress in Medicinal Plants. 2006. Vol. 15. pp. 347-361.
3. Гульшина В.А. Биология развития и особенности биохимического состава сортов Амаранта в Центрально-Черноземном регионе России. М., 2008. 24 с.
4. Умарова Ф.А., Тухтахунов К., Муйдинов М.М. // Перспективы использования амаранта (*amaranthus l.*) в фармацевтике (обзор). Science Time. 2017. № 2 (38). С. 244-349.
5. Кароматов И.Д., Ражабова Н.Б. // Щирица, амарант – эффективное лекарственное средство. Биология и интегративная медицина. 2018. №1. С. 213-223.
6. Соколенко Г.Г. // Изучение антиоксидантной активности листьев амаранта (*A. paniculatus L.*) и их использование в пищевой промышленности. 2016. С. 240-241.
7. Железнов А.В., Железнова Н.Б., Бурмакина Н.В., Юдина Р.С. Амарант: научные основы интродукцию Новосибирск. 2009. 336 с.
8. Гусев В.Д. Обзор рода *Amaranthus L.* в СССР. Ботанический журнал. 1972. Т. 57. № 5. С. 457-464.
9. Авцын А.П., Жаворонкова А.А., Риш М.А., Строчкова Л.П. и др. Микроэлементозы человека (этиология, классификация, органопатология). М. Медицина. 1991. 496 с.

10. Войнар А.И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М. Высшая школа. 1960. 544 с.
11. Стальная М.И. // Исследование элементного состава растений. Новые технологии. 2007. №3. С. 91-94.
12. Скальный А.В., Быков А.Т. Эколого-физиологический аспект применения макро- и микроэлементов в восстановительной медицине. Оренбург. РИК ГОУ ОГУ. 2003. 198 с.
13. Солдатова Г.С., Новикова Т.В., Захарчук Н.Ф., Лосева М.И. // Характеристика статуса микроэлементов (медь, цинк, свинец, кадмий) у больных с лимфомой Ходжкина. Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. 2007. № 3. С. 91-94.
14. Tarun K.D., Mukta V. // Medicine update. 2012. Vol.22. pp. 353-357.
15. O'Dell BL, Sunde RA. Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements // New York. Marcel Decker Inc. 1997. Pp. 2-6
16. Ларионова Т.К., Масыгутова Л.М., Ларионова А.Н., Гарифуллина Г.Ф., Галикеева А.Ш., Пушкарева Ю.Б. Иммунный статус организма и микроэлементы // Успехи современного естествознания. 2006. № 2. С. 41-41.
17. Markert В., Jayasekera R. Elemental composition of different plant species. Journal of Plant Nutrition. 1987, Vol.10. pp. 783-794.
18. Государственная фармакопея XIV издания. URL:<http://pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-14-izdaniya> (дата обращения 26.09.19)
19. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой: методические указания (МУК 4.1.1483 – 03). Москва. МЦГЭСН МЗ РФ, 2003. 36 с.
20. Тимонин А.К. Анатомия вегетативных листьев некоторых видов *Amaranthus L.* Листовая пластинка, черешок, проводящая система листовой оси. Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение биологии. 1984. Т. 89. Вып.2. С. 119-127.
21. Тимонин А.К. // Некоторые особенности опушения стеблей видов *Amaranthus L.* в связи с их диагностикой. Биологические науки. 1984. № 1. С. 61-67.
22. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М. Высшая школа. 1975. 392 с.

Воронежский Государственный Университет
**Коренская И. М., канд.фарм.наук., доцент*
кафедры управления и экономики фармации и фармакогнозии

E-mail: kim@yandex.ru

Беляева А. А., студент V курса
E-mail: belyaeva.1998@mail.ru

Колосова О. А., ассистент кафедры управления и экономики фармации и фармакогнозии
E-mail: kolosova.o.a@yandex.ru

Трофимова Т. Г., доцент кафедры фармакологии и клинической фармакологии
E-mail: tgtrof@yandex.ru

Измалкова И. Е., ассистент кафедры управления и экономики фармации и фармакогнозии
E-mail: izmalkova@pharm.vsu.ru

Сливкин А. И., доктор фарм. наук, профессор, зав. кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии
E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru

Voronezh State University
**Korenskaya I. M., PhD., Assisstant Professor,*
dept. of management and economics of pharmacy and pharmacognosy

E-mail: kim@yandex.ru

Belyaeva A. A., student of V course
E-mail: belyaeva.1998@mail.ru

Kolosova O. A., Assisstant Professor, dept. of management and economics of pharmacy and pharmacognosy
E-mail: kolosova.o.a@yandex.ru

Trofimova T. G., PhD., Assisstant Professor, dept. of Pharmacology and Clinical Pharmacology
e-mail: tgtrof@yandex.ru

Izmalkova I. E., assistant, dept. of management and economics of pharmacy and pharmacognosy
e-mail: izmalkova@pharm.vsu.ru

Slivkin A. I., PhD, DSci., Full Professor, Head pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology dept.
e-mail: slivkin@pharm.vsu.ru

STUDY OF ANATOMO-DIAGNOSTIC FEATURES AND ELEMENT COMPOSITION OF AMARANTH SADS LEAVES, CULTIVATED IN THE VORONEZH REGION

I. M. Korenskaya, A. A. Belyaeva, O. A. Kolosova, T. G. Trofimova, I. E. Izmalkova, A. I. Slivkin

Voronezh State University

Abstract. The anatomical and diagnostic features and elemental composition of the leaves of *Amaranthus hypochondriacus* L., belonging to the genus *Amaranthus* L. and the family *Amaranthaceae*, have been determined. Procurement of raw materials was carried out in Novousmonsky district of the Voronezh region in 2018. Amaranth leaves are harvested in the initial phase of vegetation and dried by the air-shadow method.

Microscopic analysis revealed the structure of epidermal tissue cells and stomatal apparatus of amaranth leaves. The specificity of the structure of calcium oxalate druses, their size and location were established. It is noted that in parenchymal cells of medium and large veins calcium oxalate is deposited in the form of fine crystalline sand. When the amaranth leaf was enlightened in chloral hydrate solution, trichomes were identified, located mainly on the underside along the veins. Trichomes are represented by cephalic hairs consisting of a multicellular pedicle and a single-celled rounded head.

Using the method of inductively coupled plasma mass spectrometry, the presence of 62 elements was established in the leaves of amaranth sad. The content of 4 macroelements (K, P, Ca, Mg); 4 mesoelements (Na, Fe, Sr, Br); 35 microelements (Li, Be, B, Al, Sc, Ga, Ti, V, Y, Zr, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Br, Rb, Sb, Mo, I, La, Nd, Ce, Ba); 19 ultramicroelements (Ge, Nb, Ag, In, Sn, Te, Cs, Pr, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Pt, Au, Tl, Bi, Th, U) was established. In a number of macronutrients calcium and potassium dominated, in trace elements-barium, manganese, aluminum, zinc and boron.

The different content of elements in leaves of amaranth sad and in soil from the place of growth is established. The coefficient of biological absorption (KBP) of elements is calculated. Phosphorus can be attributed to the elements of vigorous accumulation in leaves of amaranth sad.

The content of certain toxic elements (lead, arsenic, cadmium, mercury) as the main criterion of environmental safety of raw materials was determined. Their accumulation in the studied raw materials did not exceed the limit of permissible concentrations in the ND.

The results of anatomical and diagnostic examination of the leaves of *Amaranthus hypochondriacus* L. can be used to establish the authenticity of raw materials, and the identified peculiarities in the accumulation of various elements can be used for further study of pharmacological properties.

Keywords: *Amaranthus hypochondriacus* L., microscopic studies, elemental composition, chromatography-mass spectrometry.

REFERENCES

1. Oficerov E.N. Amarant – perspektivnoe syr'e dlja pishhevoj i farmacevticheskoj promyshlennosti. Himija i komp'juternoe modelirovanie. Butlerovskie soobshhenija, 2001-2002, Vol. 2, No. 5-8, pp. 1-4.
2. Gamel T.H., Linssen J.P. Nutritional and medicinal aspects of amaranth. Recent Progress in Medicinal Plants, 2006, No. 15, pp. 347-361.
3. Gul'shina V.A. Biologija razvitija i osobennosti biohimicheskogo sostava sortov Amaranta v Central'no-Chernozemnom regione Rosii, M., 2008, 24 p.
4. Umarova F.A., Tuhtahunov K., Mujdinov M.M. Perspektivy ispol'zovanija amaranta (*amaranthus* L.) v farmacevtike (obzor). Science Time, 2017, No. 2 (38), pp. 344-349.
5. Karomatov I.D., Razhabova N.B. Shhirica, amarant – jeffektivnoe lekarstvennoe sredstvo. Biologija i integrativnaja medicina, 2018, No. 1, pp. 213-223.
6. Sokolenko G.G. Izuchenie antioksidantnoj aktivnosti list'ev amaranta (*A. paniculatus* L.) i ih ispol'zovanie v pishhevoj promyshlennosti, 2016, pp. 240-241.
7. Zheleznov A.V., Zheleznova N.B., Burmakina N.V., Judina R.S. Amarant: nauchnye osnovy introdukciju Novosibirsk, 2009, 336 p.
8. Gusev V.D. Obzor roda *Amaranthus* L. v SSSR. Botanicheskij zhurnal, 1972, Vol. 57, No. 5, pp. 457-464.
9. Avcyn A.P., Zhavoronkova A.A., Rish M.A., Strochkova L.P. i dr. Mikrojelementozy cheloveka (jetiologija, klassifikacija, organopatologija), M.: Medicina, 1991, 496 p.
10. Vojnar A.I. Biologicheskaja rol' mikrojelementov v organizme zhivotnyh i cheloveka, M.: Vysshaja shkola, 1960, 544 p.
11. Stal'naja M.I. Issledovanie jelementnogo sostava rastenij. Novye tehnologii, 2007, No. 3, pp. 91-94.

12. Skal'nyj A.V., Bykov A.T. Jekologo-fiziologičeskij aspkt primenenija makro- i mikrojelementov v vosstanovitel'noj medicine, Orenburg: RIK GOU OGU, 2003, 198 p.
13. Soldatova G.S., Novikova T.V., Zaharchuk N.F., Loseva M.I. Harakteristika statusa mikrojelementov (med', cink, svinec, kadmij) u bol'nyh s limfomoj Hodzhkina. Vestnik NGU. Serija: Biologija, kliničeskaja medicina, 2007, No. 3, pp. 91-94.
14. Tarun K.D., Mukta V. Medicine update, 2012, No. 22, pp. 353-357.
15. O'Dell BL, Sunde RA. Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements, New York, Marcel Decker Inc, 1997, pp. 2-6.
16. Larionova T.K., Masjagutova L.M., Larionova A.N., Garifullina G.F., Galikeeva A.Sh., Pushkareva Ju.B. Immunnyj status organizma i mikrojelementy Uspehi sovremennogo estestvoznanija, 2006, No. 2, pp. 41-41.
17. Markert B., Jayasekera R. Elemental composition of different plant species. J. of Plant Nutrition, 1987, No. 10, pp. 783-794.
18. Gosudarstvennaja farmakopeja XIV izdanija. URL:http://pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya_farmakopeya_14_izdaniya (accessed 26 september 2019)
19. Opredelenie soderzhanija himičeskijh jelementov v diagnostiruemyh biosubstratah, preparatah i biologičeski aktivnyh dobavkah metodom mass-spektrometrii s induktivno-svjazannoj argonovoj plazmoj: metodičeskie ukazanija (MUK 4.1.1483 – 03). Moskva, MC GSJeN MZ RF, 2003, 36 p.
20. Timonin A.K. Anatomija vegetativnyh list'ev nekotoryh vidov Amaranthus L. Listovaja plastinka, cherešok, provodjashhaja sistema listovoj osi. Bjuulleten' Moskovskogo obshhestva ispytatelej prirody. Otdelenie biologii, 1984, Vol. 89, No. 2, pp. 119-127.
21. Timonin A.K. Nekotorye osobennosti opušenija steblej vidov Amaranthus L. v svjazii s ih diagnostikoj. Biologičeskie nauki, 1984, No. 1, pp. 61-67.
22. Perel'man A.I. Geohimija landšafta. M.: Vysshaja škola, 1975, 392 p.