

МРНТИ 65.55.37

<https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.18-82>

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ МИКРО- И МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЭКСТРАТЕ ЛИСТЬЕВ АМАРАНТА

**Х.У.Усмонжонова¹, К.О. Додаев¹, С.К., Атхамова¹, Ш.И. Ибрагимов¹,
М.Ч.Тултабаев²,**

¹Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан,

²Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан,
shomanyli@mail.ru

Исследование растения амаранта *Amaranthus cruentus* L. проводили на ИСП-МС с оптической эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной аргонной плазмой. Установлено, что содержание тяжелых металлов и токсичных элементов в пищевых продуктах, например свинец (Pb) 5,0 мг/кг, мышьяк (As) – 3,0 мг/кг, кадмия (Cd) 1,0 мг/кг, т.е. не превышают предельно- допустимого уровня. Также изучено влияние концентрации водно-спиртовых растворов на оптическую плотность экстракта.

Ключевые слова: Каротиноид, антоциан, флаваноид, хлорофилл, экстракция, концентрация.

QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE CONTENT OF MICRO- AND MACRO ELEMENTS IN THE AMARANTH LEAF EXTRACT

**H.U.Usmonjonova¹, K.O.Dodaev¹, S.K. Atkhamova¹, Sh.I. Ibragimov¹,
M.Ch. Tultabaev²**

¹Tashkent Institute of Chemical Technology Tashkent Uzbekistan,

²Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,
shomanyli@mail.ru

The study of the amaranth plant *Amaranthus cruentus* L. was carried out on ICP-MS with the optics of an emission spectrometer with inductively coupled argon plasma. It has been established that the content of heavy metals and toxic elements in food products, for example, lead (Pb) 5.0 mg/kg, arsenic (As) – 3.0 mg/kg, cadmium (Cd) 1.0 mg/kg, i.e. e. do not exceed the maximum permissible level. The influence of the concentration of water-alcohol solutions on the optical density of the extract was also studied.

Keywords: Carotenoid, anthocyanin, flavanoid, chlorophyll, extraction, concentration

АМАРАНТ ЖАПЫРАҚ СЫРТЫНЫНДАҒЫ МИКРО- ЖӘНЕ МАКРОЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ МАЗМҰНЫНЫҢ САНДЫҚ ТАЛДАУЫ

Х.У.Усмонжонова¹, К.О. Додаев¹, С.К., Атхамова¹, Ш.И. Ибрагимов¹,
М.Ч.Тултабаев²

¹Ташкент химия-технологиялық институты, Ташкент, Өзбекстан

²Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,
shomanyli@mail.ru

Амарант өсімдігі *Amaranthus cruentus* L. зерттеуі индуктивті байланысқан аргон плазмасы бар эмиссиялық спектрометрдің оптикасымен ICP-MS жүргізілді. Тамақ өнімдерінде ауыр металдар мен улы элементтердің мөлшері, мысалы, қорғасын (Pb) 5,0 мг/кг, мышьяк (As) – 3,0 мг/кг, кадмий (Cd) 1,0 мг/кг, яғни е. . максималды рұқсат етілген деңгейден асырмаңыз. Сондай-ақ сығындының оптикалық тығыздығына су-спирт ерітінділерінің концентрациясының әсері зерттелді.

Түйінді сөздер: Каротиноид, антоцианин, флавоноид, хлорофилл, экстракция, концентрация

Введение. В результате развития технологий производства пищевых продуктов в мировом масштабе потребность в пищевых добавках еще более возрастает. Пищевые красители добавляют в пищевые продукты с целью улучшения их цветовых показателей, повышения привлекательности, способности привлекать потребителей. Красители бывают синтетические и натуральные. В результате употребления продуктов питания с добавлением синтетических красителей широко распространены желудочно-кишечные, различные аллергические, сердечно-сосудистые заболевания, а также снижение умственной деятельности и памяти у детей. Натуральные красители, наряду с улучшением органолептических показателей пищевых продуктов, повышают пищевую и биологическую ценность продукта [1- 4].

Приоритетной задачей является обеспечение населения мира качественными продуктами питания, для этого необходимо получить натуральные красители из фруктов, овощей и ягод, богатых витаминами,

макро- и микроэлементами, в том числе из растительного сырья, улучшить качество выпускаемой продукции, повысить ее питательную ценность, безопасность и биологическую ценность, для эффективного использования природного сырья, вести обширные исследования по снижению себестоимости готовой продукции, а также по разработке и расширению поставок натуральных красителей на предприятия – производители.

Натуральные красители обычно получают из природного сырья в виде смеси соединений по химической природе, а их состав, в свою очередь, зависит от источника и технологии извлечения. В связи с этим стабильность контента обычно является проблемой. Среди природных красителей можно назвать каротиноиды, антоцианы, флавоноиды, хлорофилл, подобные ему комплексы и др. Они не токсичны, но даже при этом определена суточная норма красителей. Большинство натуральных красителей или их смеси обладают биологической активностью, сохраняют вкусовые и ароматические вещества, по-

вышают пищевую ценность окрашиваемого пищевого продукта [5- 8].

Материалы и методы. Эксперименты проводились в следующей последовательности: красители, содержащиеся в растении, экстрагировали спиртовым раствором, экстракт центрифугировали, фильтровали, концентрировали в роторном вакуум-выпарном аппарате, осаждали сопутствующие экстракты, снова фильтровали, извлекли красители.

Семена амаранта (*Amaranthus*) содержат 13-19% белка, богаты незаменимыми аминокислотами. В 100 г белка амаранта содержится в среднем 6,2 г незаменимой аминокислот – лизина, который отсутствует в других растениях. Семена амаранта богаты полунасыщенными жирными кислотами $\omega 3$, $\omega 6$. В частности, в больших количествах обнаружены линолевая, пальмитиновая, стеариновая, олеиновая и линоленовая жирные кислоты. Жирные кислоты составляют 77% от общего количества, а линолевая кислота составляет 50% от этого показателя. Линолевая кислота играет ключевую роль в синтезе арахидоновой кислоты, являющейся основой синтеза простагландинов в организме. Кроме того, он содержит очень важный серотонин, красные пигменты, такие как ксантин, желчные кислоты, холин, стероиды, В2-рибофлавин, В1-тиамин, очень редкие токоферол и токотриеновые формы витамина Е, витамин D, пантотеновую кислоту и сквален. листья амаранта являются источником каротиноидов. Содержание каротиноидов, в том числе содержание каротина и зооксантина, составляет 46-90 мг на 100 г сухого веса [9-11].

Для количественного определения микро- и макроэлементов в экстрактах красителей методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) 0,0500-0,5000 г образца растения амаранта

Amaranthus cruentus L. точно взвешивали на аналитических весах и переносили в автоклавы с тефлоновым покрытием, затем автоклавировали, заполняя соответствующим раствором. количество очищенных концентрированных минеральных кислот (азотная кислота ХЧ) и перекись водорода (ХЧ). Автоклавы закрывают и помещают в микроволновый диссольвер Berghof MWS-3+ПО или аналогичный микроволновый диссольвер. В зависимости от типа исследуемого вещества, определяется программа разложения, указывается степень разложения и количество автоклавов (до 12 единиц).

После разложения содержимое автоклавов количественно переносят в колбы вместимостью 50 или 100 мл и приливают азотную кислоту до достижения объема 0,5%.

Исследование растения амаранта *Amaranthus cruentus* L. проводят на ИСП-МС или аналогичном приборе с оптикой эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной аргоновой плазмой. В этом методе указывается оптимальная длина волны для максимального излучения определяемых этим методом микро- и макроэлементов.

При составлении серии анализов его количество указывается в мг, а уровень разделения – в мл. После получения данных автоматически рассчитывается фактическое количественное содержание вещества в исследуемой пробе и вводится прибором в виде мг/кг или мкг/г в пределах погрешности – RCD в %.

Используемые приборы и сосуды: масс-спектрометр ISP MS NEXION-2000 или аналогичный, прибор для микроволновой дезинтеграции (Германия) или аналогичные автоклавы тефлоновые мерные колбы.

Используемые реактивы: многоэлементный стандарт №3 (на 29 элементов для МС)

– Hg (ртуть), азотная кислота (ХЧ), перекись водорода (ХЧ), вода бидистиллированная, аргон (чистота газа 99,995%).

Количество макро- и микроэлементов растения амаранта *Amaranthus cruentus* L. приведено в табл. 1.

Таблица 1

Количество микро- и макроэлементов в концентрате амаранта

Микро- и макроэлементы			
Элементы	Amaranthus cruentus L.	Элементы	Amaranthus cruentus L.
	мг/кг		мг/кг
Бор (В)	-	Хром (Cr)	0,180
Натрий (Na)	0,751	Цинк (Zn)	-
Магний (Mg)	102,321	Мышьяк (As)	0,018
Фосфор (P)	20,842	Селен (Se)	0,015
Кальций (Ca)	-	Рубидий (Rb)	0,484
Марганец (Mn)	0,383	Стронций (Sr)	0,163
Железо (Fe)	2,236	Кадмий (Cd)	-
Литий (Li)	0,059	Свинец (Pb)	0,016
Алюминий (Al)	-	Никель (Ni)	0,051
Титан (Ti)	0,002	Молибден (Mo)	-
Кобальт (Co)	0,029	Сера (S)	139,650
Медь (Cu)	2,399		

Богатство микроэлементами Na, Mg, P, Fe и Cu в концентрате экстракта *Amaranthus cruentus* L. и содержание тяжелых металлов и токсичных элементов в пищевых продуктах, например свинец (Pb) 5,0 мг/кг, мышьяк (As) – 3,0 мг/кг, кадмия (Cd) 1,0 мг/кг, т.е.

не превышая предельного уровня, признан безвредным для организма человека.

В таблице 2 показано количество углеводов в концентрате. По результатам исследования количество фруктозы было самым высоким и составило 54,65 мг/л, количество общих углеводов – 108,98 мг/л.

Таблица 2

Количество углеводов в экстракте *Amaranthus cruentus* L

№	Концентрат	Углеводлар, мг/л				
		Фруктоза	Глюкоза	Сахароза	Мальтоза	Сумма
1	Раствор №2 (<i>Amaranthus cruentus</i> L.)	54,65	34,53	19,8	-	108,98

На следующем этапе изучали влияние концентрации водно-спиртовых растворов на оптическую плотность экстракта. Экстракт, выделенный из цветка растения, концентрировали в роторном вакуум-испарителе и изучали плотность поглощения лу-

чей при длине волны 540 нм – количество красителей в концентрате. Когда количество красителя, содержащегося в экстракте растения *Amaranthus cruentus* L., достигало 50%, количество красителя, измеренное при длине волны 540 нм, достигало максималь-

ного значения 4,7 г/л, что составляет 14,1% от массы высушенного растения.

С учетом этого исследовали 50%-ный водно-спиртовой раствор на максимальное выделение красителей в концентрат во вре-

менном интервале от 20 мин до 18 часов.

Результаты и обсуждение. Результаты исследования увеличения оптической плотности экстракта *Amaranthus cruentus* L. представлены на рисунке 1.

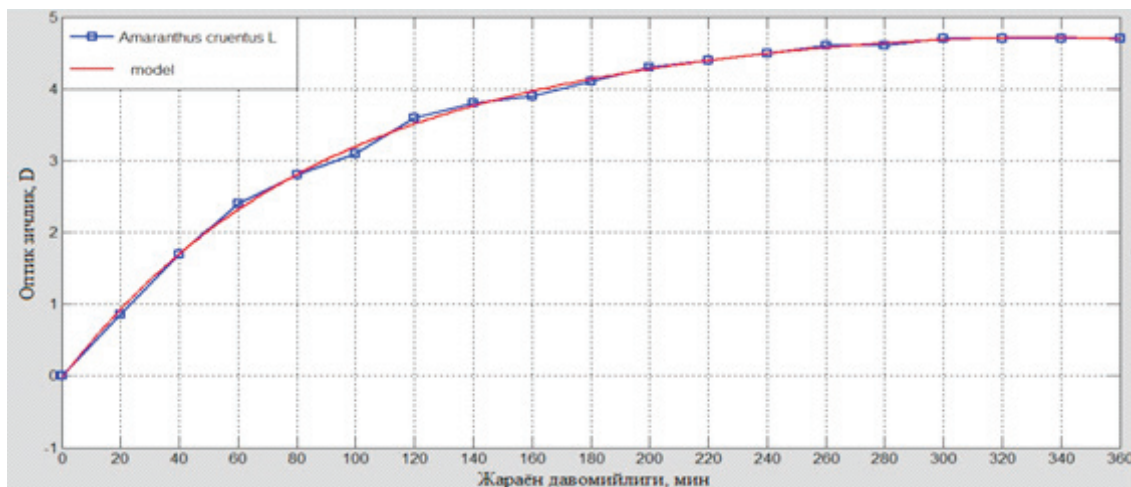


Рис. 1. Изменение оптической плотности водно-спиртового экстракта цветков растения *Amaranthus cruentus* L. во времени.

Уравнение регрессии, полученное с использованием экспериментальных данных при изменении во времени концентрации 50%-ного спиртового раствора, используемого для извлечения природного красителя, содержащегося в цветках *Amaranthus cruentus* L., имеет следующий вид:

$$y = 9.1e-13 x^5 - 1.5e-09 x^4 + 9e-07x^3 - 0.00029x^2 + 0.054x - 0.031$$

Количество красителя в концентрате растительного экстракта *Amaranthus cruentus* L. контролировали каждые 20 мин при длине волны 540 нм, и количество красителя достигало максимума через 6 часов.

Выводы. 1. Изучена динамика изменения концентрации красителя по изменению

количества спирта в водно-спиртовом растворе, используемого для извлечения натурального красящего вещества из цветков *Amaranthus cruentus* L., и признан приемлемым 50% -ам.

2. Количество красителя в концентрате растительного экстракта *Amaranthus cruentus* L. контролировали каждые 20 мин путем его измерения при длине волны 540 нм, которое через 6 часов достигло максимального значения 4,7 г/л при количестве в высушенном растении 14,1%.

3. Изучено количество углеводов в концентрате, богатом красителями.

4. Исследовано содержание микро- и макроэлементов в экстракте *Amaranthus cruentus* L., количество тяжелых металлов и токсичных элементов в экстракте красителя.

Литература

1. Волотов В.М., Шичкина Е.С., Саввин П.Н., Хрипушин В.В. Особенности технологии совместного извлечения каротиноидных и антоциановых пигментов. Вестник ВГУИТ, 2012, №2, -С. 110-112.
2. Atkhamova S.K., Dalimov D.N., Ismoilov A.K. A revision of Alcea Rosea Plounts. International Workshop of the University of Biotechnology, Commercialization and Security, Tashkent, October, 2003. -P.14-15.
3. Усмонжонова Х.У., Атхамова С.К., Додаев К.О. Исследование способов извлечения пищевых красителей из цветков амаранта (*Amaranthus*). *Universum: Технические науки*. Москва. №1, 2019. -С.41-44.
4. Усмонжонова Х.У., Атхамова С.К., Додаев К.О. *Ocimum basilicum* L. Lamiaceae o`simligi bo`yoq moddalarini ajratish jarayonini tadbiq etish. *Chemistry and chemical engineering. (Кимё ва кимё технологияси) журнали*. 2020 йил № 2. -Б.59-64.
5. Усмонжонова Х.У., Холдоров В., Додаев К.О. Research of physical and chemical properties of food dyes of non-traditional raw materials. *International Journal of Innavations in Engineering Research and Technology*. ТГТУ 2020 №1. -P. 13-17.
6. Усмонжонова Х.У. Food colors of vegetable raw materials, their physical and chemical properties. «Инновацион техника ва технологияларнинг қишлоқ хўжалиги озиқ-овқат тармоғидаги муаммо ва истикболлари» мавзусидаги халқаро илмий-техник анжумани. Тошкент. 2020. -P. 176-181.
7. Kollins P., Pshemislav O. Pishchevyue okrashivayushchiesya produkty-naiboleye effektivnaya al`ternativa iskusstvennym krasitelyam [Food coloring products – the most effective alternative to artificial dyes]. *Pishcheyaya promyshlennost*, 2013, no. 9. -P.22-23.
8. Derkanosova N.M., Gins M.S., Gins V.K., Lupanova O.A. Perspektivy primeneniya amaranta kak pishchevogo krasitelya konditerskikh izdeliy. [Prospects for the use of amaranth as a food coloring of confectionery]. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov*, 2013. no. 11, -P.11-15.
9. Scotter.M.J. Methodhods for the determination of European Union permitted added natural colours in foods: a review. *Food Additives & Contaminants*, 2011, no. 15, -P.527-596.
10. Cosio M.S., Buratti S., Mannino S., Benedetti S. Use of an electrochemical method to evaluate the antioxidant activity of herb extracts from the Labiatae family. *Food Chemistry*, 2006, no. 97, -S.725-731.
11. Downham A., Collins P. Colouring our foods in the last and next millennium. *International Journal of Food Science and Technology*, 2000, №2. -P. 21-22.

References

1. Bolotov V.M., Shichkina E.S., Savvin P.N., Hripushin V.V. Osobennosti tekhnologii sovmestnogo izvlecheniya karotinoidnyh i antocianovyh pigmentov. *Vestnik VGUIT*, 2012, №2, -S. 110-112.
2. Atkhamova S.K., Dalimov D.N., Ismoilov A.K. A revision of Alcea Rosea Plounts. International Workshop of the University of Biotechnology, Commercialization and Security, Tashkent, October, 2003. -R.14-15.

3. Usmonzhonova H.U., Athamova S.K., Dodaev K.O. Issledovanie sposobov izvlecheniya pishchevykh krasitelej iz cvetkov amaranta (Amaranthus). Universum: Tekhnicheskie nauki. Moskva. №1, 2019. -С.41-44.

4. Usmonzhonova H.U., Athamova S.K., Dodaev K.O. Occimum basilicum L. Lamiaceae o`simligi bo`yoq moddalarini ajratish jarayonini tadbiq etish. Chemistry and chemical engineering. (Kimyo va kimyo texnologiyasi) zhurnali. 2020 jil № 2. -B.59-64.

5. Usmonzhonova H.U., Holdorov V., Dodaev K.O. Research of physical and chemical properties of food dyes of non-traditional raw materials. International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology. TGTU 2020 №1. -P. 13-17.

6. Usmonzhonova H.U. Food colors of vegetable raw materials, their physical and chemical properties. “Innoavcion texnika va texnologiyalarning qishloq h̄yzzhaligi oziq-ovkat tarmoridagi muammo va istiqbollari” mavzusidagi halkaro ilmiy-texnik anzhumani. Toshkent. 2020. -R. 176-181.

7. Kollins P., Pshemislov O. Pishchevye okrashivayushchiesya produkty-naiboleye effektivnaya al`ternativa iskusstvennym krasitelyam [Food coloring products – the most effective alternative to artificial dyes]. Pishchevaya promyshlennost, 2013, no. 9. -R.22-23.

8. Derkanosova N.M., Gins M.S., Gins V.K., Lupanova O.A. Perspektivy primeneniya amaranta kak pishchevogo krasitelya konditerskikh izdeliy. [Prospects for the use of amaranth as a food coloring of confectionery]. Tovaroved prodovol`stvennykh tovarov, 2013. no. 11, -R.11-15.

9. Scotter.M.J. Methods for the determination of European Union permitted added natural colours in foods: a review. Food Additives & Contaminants, 2011, no. 15, -R.527-596.

10. Cosio M.S., Buratti S., Mannino S., Benedetti S. Use of an electrochemical method to evaluate the antioxidant activity of herb extracts from the Labiatae family. Food Chemistry, 2006, no. 97, – S.725-731.

11. Downham A., Collins P. Colouring our foods in the last and next millennium. International Journal of Food Science and Technology, 2000, №.2. -R. 21-22.

Сведения об авторах

Усмонжонова Х.У.-Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан., khulkar79@mail.ru;

Додаев К.О.- д.т.н. проф. Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан., Dodaev@rambler.ru;

Атхамова С.К.-Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан., saida@52mail.ru;

Ибрагимов Ш.И. -Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан., shahbozibrogimov94@gmail.com.

Тултабаев М.Ч. – д.т.н. проф. Казахский университет технологии и бизнеса, shomanyli@mail.ru.

Information about the authors

H.U.Usmonjonova – Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan, khulkar79@mail.ru;

K.Dodaev – Doctor of Technical Sciences, Professor, Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan, Dodaev@rambler.ru

S.K. Atkhamova – Химия ғылымдарының кандидаты, Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan, saida@52mail.ru

Sh.I. Ibragimov – Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan, shaxbozibrogimov94@gmail.com,

M.Ch. Tultabaev – Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, shomanyli@mail.ru.