

УДК 634.664.8

СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ АНТОЦИАНОВ ПЛОДОВ *SAMBUCUS EBULUS* L.

© М.Б. Зульфугарова, Э.Н. Новрузов*

Институт Ботаники НАН Азербайджана, Бадамдарское шоссе, 40, Баку
AZ1073 (Республика Азербайджан), e-mail: eldar_novruzov@yahoo.co.uk

Род *Sambucus* L. относится к семейству *Caprifoliaceae* = *Sambucaceae* и включает в себя 25 видов, распространенных по всему миру. На Кавказе и в Азербайджане распространены два вида, один из них – бузина травянистая *Sambucus ebulus* L., которая широко распространена в Азербайджане и имеет большой запас (1500 тыс. тонн плодов). Бузина травянистая – травянистое растение, известное в традиционной медицине многих стран от Центральной Европы до Ближнего Востока. Традиционная медицина предоставляет больше данных об использовании ягод бузины в качестве иммунного стимулятора, для лечения респираторных и желудочно-кишечных заболеваний, водянки и даже противоопухолевого препарата.

Недавние исследования бузины травянистой показывают высокое содержание в ней полифенолов, антоцианов, кверцетина и витамина С, которые могут относиться к ее высокому антиоксидантному действию. Также выявлено, что антоцианы бузины по сравнению с другими полифенольными веществами показывают высокую антиоксидантную активность. Антоцианы обладают ярко выраженными антиканцерогенными, антимикробными, противовоспалительными, антидиабетическими свойствами. Антоцианы являются важными показателями качества плодов и сильно влияют на внешний вид и вкус продуктов, полученных из них.

В статье представлены данные о количественном содержании и качественном составе антоцианов плодов *Sambucus ebulus*. Методом бумажной хроматографии установлено, что плоды содержат три антоциановых вещества. Препаративной колоночной хроматографией на целлюлозном сорбенте из зрелых плодов выделили три индивидуальных антоциана. Индивидуальные антоцианы очищали рехрохроматографированием на бумаге. На основании хроматографических и спектральных анализов, а также кислотных гидролизом установлена идентичность выделенных антоцианов с цианидин-3-глюкозидом, цианидин-3,5-диглюкозидом и цианидин-3-самбубиозидом. Основную массу антоцианов составляют цианидин-3-самбубиозид (67% от суммы) и цианидин-3-глюкозид. Установлено, что количественное содержание антоцианов в зрелых плодах бузины травянистой в зависимости от условия произрастания изменяется от 1,77–2,43% сырого веса сырья.

Ключевые слова: *Sambucus ebulus*, плоды, антоцианы, хроматография, спектроскопия, гидролиз.

Введение

Семейство бузиновые *Sambucaceae* Votsch ex Bork. охватывает 3 рода и 18 видов. Бузина (*Sambucus* L.) – один из родов, входящих в это семейство [1]. Род *Sambucus* во флоре Азербайджана представлен двумя видами: бузина черная (*S. nigra* L.) и бузина травянистая (*S. ebulus* L.) [2]. Бузина травянистая наиболее широко распространена в Азербайджане. Предварительное исследование запаса плодов *Sambucus ebulus* L. показало, что ежегодно в республике можно собрать более 500 т плодов.

Известно, что различные органы бузины в народной и научной медицине используются для лечения ряда болезней [3, 4]. Наиболее широко используются зрелые плоды в пищевых [5, 6], и лечебных целях [7–9]. Антоцианы плодов бузины очень эффективны при сосудистых и других заболеваниях, связанных со стрессом [8]. Экстракт плодов бузины обладает ингибирующим действием на циклооксигеназы-2, которые очень важны при химиотерапии рака (особенно колоректальных аденокарцина) [10]. Антоцианы являются важными показателями качества плодов и сильно влияют на внешний вид и вкус продуктов (сок и т.д.),

Зульфугарова Мехрибан Балабей гызы – старший лаборант, e-mail: eldar_novruzov@yahoo.co.uk
Новрузов Эльдар Новруз оглы – заместитель директора по научной работе, e-mail: eldar_novruzov@yahoo.co.uk

полученных из них. Различные виды бузины были исследованы в качестве естественного пищевого красителя и как биологически активных добавок для питания человека [6, 11]. В последнее время анто-

* Автор, с которым следует вести переписку.

цианам уделяется большое внимание из-за их ярко выраженных антиоксидантных [12, 13], антиканцерогенных [14, 15], антимикробных [16, 17], противовоспалительных [9, 18], антидиабетических [19] свойств. В литературе очень много данных про антоцианы плодов бузины черной (*Sambucus nigra* L.) и бузины канадской (*Sambucus canadensis*) [20–24], но данные по антоцианам бузины травянистой весьма ограничены.

Цель настоящей работы – установление качественного состава и содержания антоцианов зрелых плодов бузины травянистой, имеющих промышленное значение для получения биологически активных пищевых добавок.

Экспериментальная часть

Свежесобранные плоды, заготовленные в августе 2015 г. (0,5 кг) пропустили через соковыжималку (выход сока 58%). Остаток настаивали этиловым спиртом, содержащим 1% концентрированную соляную кислоту в соотношении 1 : 2 при температуре 45–50 °С. Через 2 ч экстракт отделяли путем центрифугирования. Объединенный сок и экстракт отфильтровали и упаривали под вакуумом при 30 °С.

Для обнаружения антоциановых соединений использовали метод хроматографии на бумаге (FN 16) в системах: бутанол – уксусная кислота – вода 4 : 1 : 2 (I), уксусная кислота – конц. HCl – вода 15 : 3 : 82 (II), муравьиная кислота – конц. HCl – вода 5 : 2 : 3 (III), уксусная кислота – конц. HCl – вода 30 : 3 : 10 (IV), вода – конц. HCl 97 : 3 (V). Качественный состав суммы антоцианов установили двумерной хроматографией на бумаге в системах I и II, а агликонов – в системах III и IV. Антоцианы в индивидуальном состоянии получили методом колоночной хроматографии, заполненным кислым целлюлозным порошком [25], используя в качестве растворителя систему II. Индивидуальные антоцианы очищали рехроматографированием на бумаге в системе I.

Индивидуальные антоцианы подвергли хроматографическому и спектральному исследованию [26–28]. Спектральный анализ, кислотный, частичный гидролиз, щелочное расщепление проводили по Харборну [27, 28]. Качественный состав и количество сахаров в молекуле антоцианов определяли по Чандлер, Хаппер [29]. Место гликозидной связи сахара с агликоном по Харборну [27], Чандлер, Хаппер [29]. Антоцианы гидролизовали и гидролизат нейтрализовали ионообменной смолой. Сахарную часть гидролизата исследовали бумажной хроматографией в системе I. Пятна сахара на хроматограммах обнаруживали реактивом Патриджа [30].

Идентификацию индивидуальных антоцианов проводили по окраске пятен в видимом и УФ-свете, по максимумам поглощения в УФ-спектре и по результатам полного и частного гидролизом. УФ-спектры регистрировали на спектрофотометре Specol 1500.

Результаты и обсуждение

Хроматографический анализ кислотного гидролизата суммы антоцианов показал наличие одного агликона. Окраска пятен агликона на хроматограмме в видимом свете фуксиновая, в УФ – светло-фуксиновая, R_f 0,17 (в системе IV) и 0,31 (в системе V). УФ-спектре в метаноле, содержащем 0,1% соляную кислоту, имеет λ_{\max} 535 нм, при добавлении 5% хлористого алюминия в метаноле λ_{\max} изменяется на 10 нм (545 нм). Результаты хроматографического и спектрального анализов, сравнение их с аутентичными образцами (из плодов боярышника) и литературными данными [27] позволили идентифицировать агликон как цианидин.

Из суммы антоцианов, полученной методом колоночной хроматографии, заполненной кислым порошком [25], используя систему II, получили 5 фракций. Хроматографическое исследование полученных фракций в различных системах показало, что фракции I, III и V содержат одно вещество, II и IV – по два компонента.

Индивидуально чистые антоцианы получали рехроматографией на бумаге в системе III. Антоцианы из хроматограммы элюировали метанолом, содержащим 0,1% соляную кислоту, и осаждали хлороформом. Таким образом получили три хроматографически чистые антоциана и обозначили их как вещества А, Б, В.

Некоторые хроматографические и спектральные характеристики выделенных антоцианов представлены в таблицах 1 и 2.

При кислотном гидролизе сахарной части веществ А и Б обнаружено одно вещество, хроматографический анализ которого показал идентичность его с D-глюкозой. У вещества А на долю агликона приходится 65%, а у вещества Б – 42%. Это указывает на то, что вещество А содержит одну молекулу глюкозы. По результатам хроматографических, спектральных анализов и кислотных гидролизом и сравнению их с аутентичными литературными данными [27, 28] вещество А идентифицировано как цианидин-3-глюкозид.

Таблица 1. Хроматографическая характеристика индивидуальных антоцианов

Вещество	R _f значение в системах			Окраска пятен	
	I	II	III	в видимой	в УФ-свете
Вещество А	0,38	0,25	0,06	фуксиновый	тускло-фуксиновый
Вещество Б	0,26	0,41	0,19	фуксиновый	серо-фуксиновый
Вещество В	0,35	0,62	0,16	фуксиновый	тускло-фуксиновый

Таблица 2. Спектральная характеристика индивидуальных антоцианов

Вещество	λ_{\max} нм			E ₄₄₀ /E _{max}
	в метаноле	в этаноле	+хлористый алюминий	
Вещество А	280,525	535	543	22
Вещество Б	278,524	531	540	13
Вещество В	282,526	536	541	25

Содержание агликона в гидролизате показывает, что вещество Б имеет два глюкозных остатка. Численность и позиции сахарного фрагмента распознаются при стадийном гидролизе. Так, 3-диглюкозид сначала образует моноглюкозид, затем агликон, 3,5-диглюкозид сначала образует два моногликозида, а в конце гидролиза агликон. При частичном гидролизе через 60 мин обнаружено два моногликозида, второй флуоресцирует желтой окраской. По литературным данным желтой флуоресценцией обладают 5-моноглюкозиды [28]. Это вещество идентифицировано как цианидин-5-глюкозид. Через 80 мин в гидролизате было обнаружено два пятна, одно из них соответствует цианидин-3-глюкозиду, а второй цианидину. Через 100 мин выявлен только агликон.

На основании результатов хроматографических, спектральных анализов и кислотных гидролизатов вещество Б идентифицировано как цианидин-3,5-диглюкозид.

Вещество В при полном кислотном гидролизе в сахарной части гидролизата обнаружены L-ксилоза и D-глюкоза. При ферментативном гидролизе образуются агликон и сахар. Соотношение агликона к сахару составляет 1 : 2. Это указывает на то, что вещество В является биозидом цианидина. При частичном гидролизе сначала образуется моногликозид и глюкоза, а затем агликон и ксилоза.

На основании хроматографических, спектральных анализов и кислотных гидролизатов вещество В идентифицировано как цианидин-3-ксилозилглюкозид.

Денситометрический анализ хроматограммы суммы антоцианов показал, что основную массу составляет цианидин-3-самбубиозид (67%), содержание цианидин-3-глюкозида 26%, цианидин-3,5-диглюкозида 7%.

Исследование количественного содержания антоцианов в зрелых плодах бузины травянистой показало, что оно зависит от условия произрастания и изменяется от 1,77 до 2,43% от сырого веса сырья. Состав и содержание антоцианов в плодах бузины травянистой, произрастающей в Азербайджане, установлены впервые.

Выводы

1. Методом хроматографического анализа установлено, что плоды бузины травянистой содержат три антоциана, которые идентифицированы как цианидин-3-глюкозид, цианидин-3,5-диглюкозид и цианидин-3-самбубиозид.

2. Выявлено, что количество антоцианов в плодах зависит от местопроизрастания растений и изменяется в пределах 1,77–2,43%.

Список литературы

1. Пояркова А.И. Род *Sambucus* L. флоры СССР. М., Л., 1958. Т. 23. С. 422.
2. Победимова Е.Г., Прилипко Л.И. Род *Sambucus* L. Бузина // Флора Азербайджана. Баку, 1961. Т. 8. С. 54–57.
3. Moerman D.E. Native American Ethnobotany. Portland, Timber Press, OR, 2002. 524 p.
4. Кюсев П.А. Полный справочник лекарственных растений. М., 2000. 992 с.
5. Производство натурального пищевого красителя из ягод черной травянистой бузины (Опыты Краснодарского комбината пищевых продуктов леса). М., 1984.

6. Malien-Aubert C., Dangles O., Amior M.J. Color stability of commercial anthocyanin-based extracts in relations to the phenolic compositions: protective effects by intra- and intermolecular copigmentation // *J. Agric. Food Chem.* 2001. Vol. 49. Pp. 170–176.
7. Carlsen C., Stapelfeldt H. Light sensitivity of elderberry extract quantum yields for photodegradation in aqueous solution // *Food Chem.* 1997. Vol. 60. N3. Pp. 383–387.
8. Youdim K.A., Martin A., Joseph J.A. Incorporation of the elderberry anthocyanins by endothelial cells increases protection against oxidative stress // *Free Radic Biol Med.* 2000. Vol. 29. Pp. 51–60.
9. Schwaiger S., Zeller I., Polzelbauer P., Frotschnig S., Laufer G., Messner B., et al. Identification and pharmacological characterization of the antiinflammatory principal of the leaves of dwarf elder (*Sambucus ebulus* L.) // *J. Ethnopharmacol.* 2011. N2. Pp. 704–709.
10. Jing P., Bomser J.A., Schwartz S.J. et al. Structure-function relationships of anthocyanins from various anthocyanin-rich extracts on the inhibition of colon cancer cell growth // *J. Agric Food Chem.* 2008. Vol. 56 (20). P. 9391.
11. Stintzing F.C., Stintzing A.S., Carle R., Frei B., Wrostand R.E. Color and antioxidant properties of cyaniding-based anthocyanin pigments // *J. Agric. Food Chem.* 2002. Vol. 50. Pp. 6172–6181
12. Ebrahimzadeh M.A., Nabavi S.F., Nabavi S.M. Antioxidant activities of methanol extract of *Sambucus ebulus* flower // *Pak. J. Biol. Sci.* 2009. Vol. 12. N5. Pp. 447–450.
13. Hosseinimehr S.J., Pourmorad F., Shahabimajd N., Shahrbandy K., Hosseinzadeh R. In vitro antioxidant activity of *Polygonium hyrcanicum*, *Centaurea depressa*, *Sambucus ebulus*, *Mentha spicata* and *Phytolacca Americana* // *Pak. J. Biol. Sci.* 2007. Vol. 10. N4. Pp. 637–640.
14. Citores L., Ferreras J.M., Munoz R., Benitez J., Jimenez P., Girbes T. Targeting cancer cells with transferrin conjugates containing the non-toxic type 2 ribosome-inactivating proteins nigrin b or ebulin I. // *Cancer Lett.* 2002. Vol. 184. N1. Pp. 29–35.
15. Shokrzadeh M., Saeedi Saravi S.S., Mirzayi M. Cytotoxic effects of ethyl acetate extract of *Sambucus ebulus* compared with etoposide on normal and cancer cell lines // *Pharmacognosy Magazine.* 2009. Vol. 5. N20. Pp. 316–319.
16. Quave C.L., Plano L.R., Bennett B.C. Quorum sensing inhibitors of *Staphylococcus aureus* from Italian medicinal plants // *Planta Med.* 2011. Vol. 77. N2. Pp. 188–195.
17. Kluytmans J., Belkum A. van, Verbrugh H. Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks // *Clin. Microbiol. Rev.* 1997. Vol. 10. N3. Pp. 505–520.
18. Ebrahimzadeh M.A., Mahmoudi M., Salimim E. Antiinflammatory activity of *Sambucus ebulus* hexane extracts // *Fitoterapia.* 2006. Vol. 77. N2. Pp. 146–148.
19. Gray A.M., Abdel-Wahab Y.H., Flatt P.R. The traditional plant treatment, *Sambucus nigra* (elder), exhibits insulin-like and insulin-releasing actions in vitro // *J. Nutr.* 2000. Vol. 130. N1. Pp. 15–20.
20. Chandra A., Rana J., Li Y. Separation, identification, quantification, and method validation of anthocyanins in botanical supplement raw materials by HPLC-MS // *J. Agric Food Chem.* 2001. Vol. 49. Pp. 3515–3521.
21. Bronnum-Hansen K., Hansen S. High-performance liquid chromatographic separation of anthocyanins of *Sambucus nigra* L. // *J. Chromatogr.* 1983. Pp. 385–392.
22. Inami O., Tamura I., Kikuzaki H., Nakatani N. Stability of anthocyanins of *Sambucus Canadensis* and *Sambucus nigra* // *J. Agric. Food Chem.* 1996. Vol. 44. Pp. 3090–3096.
23. Johansen O., Andersen O.M., Nerdal W., Aksnes D.W. Cyanidin-3-[6-(p-coumaroyl)-2-(xylosyl)-glucoside]-5-glucoside and other anthocyanins from fruits of *Sambucus canadensis* // *Phytochem.* 1995. Vol. 3. Pp. 755–757.
24. Jungmin Lee, Chad E. Finn. Anthocyanins and other polyphenolics in American elderberry (*Sambucus canadensis*) and European elderberry (*S. nigra*) cultivars // *J. Sci Food Agric.* 2007. Vol. 87. Pp. 2665–2675.
25. А. с. № 1415754, (СССР). Способ получения препарата антоцианов / Э.Н. Новрузов, С.М. Асланов, З.А. Лазымова, Т.А. Гаджиева, О.В. Ибадов. 1988.
26. Новрузов Э.Н. Пигменты репродуктивных органов растений и их значение. Баку, 2010. 309 с.
27. Harborne J.B. Spectral Methods of Characterizing Anthocyanins // *Biochem. J.* 1958. Vol. 70. Pp. 22–28.
28. Harborne J.B. The Chromatographic Identification of anthocyanin pigments // *J. Chromatog.* 1958. Vol. 1. N3. Pp. 473–488.
29. Chandler E., Happer K. Identification of saccharides in anthocyanins and other flavonoids // *Austr. J. Chem.* 1961. Vol. 14. N4. Pp. 586–588.
30. Хайс И.М., Мацех К. Хроматография на бумаге. М., 1962. 851 с.

Поступило в редакцию 26 июля 2016 г.

После переработки 10 октября 2016 г.

Zulfugarova M.B., Novruzov E.N. * THE COMPOSITION AND CONTENT OF ANTHOCYANINS OF *SAMBUCUS EBULUS* L. FRUITS

*Institute of Botany of NANA, Badamdarskoye shosse, 40, Baku, AZ1073 (Republic of Azerbaijan),
e-mail: eldar_novruzov@yahoo.co.uk*

The genus *Sambucus* L. belongs to the family *Caprifoliaceae* = *Sambucaceae* and includes 25 species distributed around the world. In the Caucasus and Azerbaijan, spread 2 kinds of genus, one of them is *Sambucus ebulus* L., which is widespread in Azerbaijan and has a large reserve (1500 ths. Tons of fruits). Dwarf elder - herb, known in traditional medicine in many countries from central Europe to the Middle East. Traditional medicine provides more information on the use of elderberry as an immune stimulant for the treatment of respiratory and gastro-intestinal disorders, hydrocephalus, and even as an antitumor drug.

Recent studies show an elder grassy high content of polyphenols, anthocyanins, quercetin and vitamin C, which may be related to its high antioxidant action. Also found that elderberry anthocyanins compared to other polyphenols compounds show a high antioxidant activity. Anthocyanins have a pronounced anticancerogenic, antimicrobial, anti-inflammatory, anti-diabetic properties. Anthocyanins are important indicators of the quality of fruits and strongly affect the appearance and taste of the products (juice, etc.) derived from them.

The article presents data on the quantitative and qualitative content of the composition of anthocyanin fruit *Sambucus ebulus*. By paper chromatography revealed that anthocyanin fruits contain 3 substances. By preparative column chromatography sorbent from the pulp of ripe fruit isolated 3 individual anthocyanin. Individual anthocyanins purified paper. Based on chromatographic, spectral analyzes, and the acid hydrolysis is set to identity isolated anthocyanin cyanidin-3-glucoside, cyanidin-3,5-diglucoside and cyanidin-3-sambubiozidom. Constitute the bulk of anthocyanin cyanidin-3-sambubiozid (67% of total) and cyanidin-3-glucoside. It was established that the quantitative content of anthocyanins in the ripe fruit of elderberry herbaceous, depending on growing conditions varies from 1,77–2,43% wet weight of raw materials.

Keywords: *Sambucus ebulus*, anthocyanins, chromatography, spectroscopy, hydrolysis.

References

1. Poiarkova A.I. *Rod Sambucus L. flory SSSR*. [The genus *Sambucus* L. Flora of the USSR]. Moscow, Leningrad, 1958, vol. 23, p. 422. (in Russ.).
2. Pobedimova E.G., Prilipko L.I. *Rod Sambucus L. Buzina. Flora Azerbaidzhana*. [The genus *Sambucus* L. Elder. Flora of Azerbaijan]. Baku, 1961, vol. 8, pp. 54–57. (in Russ.).
3. Moerman D.E. *Native American Ethnobotany*, Portland, Timber Press, OR, 2002, 524 p.
4. K'osev P.A. *Polnyi spravochnik lekarstvennykh rastenii*. [Complete reference medicinal plants]. Moscow, 2000, 992 p. (in Russ.).
5. *Proizvodstvo natural'nogo pishchevogo krasitelia iz iagod chernoi travianistoi buziny (Opyty Krasnodarskogo kombinata pishchevykh produktov lesa)*. [Production of natural food dye from the berries of black elderberry herbaceous (Experiments Krasnodar plant forest food products)]. Moscow, 1984. (in Russ.).
6. Malien-Aubert C., Dangles O., Amior M.J. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, vol. 49, pp. 170–176.
7. Carlsen C. and Stapelfeldt H. *Food Chem.*, 1997, vol. 60, no. 3, pp. 383–387.
8. Youdim K.A., Martin A., Joseph J.A. *Free Radic Biol Med.*, 2000, vol. 29, pp. 51–60.
9. Schwaiger S., Zeller I., Polzelbauer P., Frotschnig S., Laufer G., Messner B., et al. *J. Ethnopharmacol.*, 2011, no. 2, pp. 704–709.
10. Jing P., Bomser J.A., Schwartz S.J. et al. *J. Agric Food Chem.*, 2008, vol. 56 (20), p. 9391.
11. Stintzing F.C., Stintzing A.S., Carle R., Frei B., Wrostrand R.E. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, vol. 50, pp. 6172–6181.
12. Ebrahimzadeh M.A., Nabavi S.F., Nabavi S.M. *Pak. J. Biol. Sci.*, 2009, vol. 12, no. 5, pp. 447–450.
13. Hosseinmehr S.J., Pourmorad F., Shahabimajd N., Shahrbandy K., Hosseinzadeh R. *Pak. J. Biol. Sci.*, 2007, vol. 10, no. 4, pp. 637–640.
14. Citores L., Ferreras J.M., Munoz R., Benitez J., Jimenez P., Girbes T. *Cancer Lett.*, 2002, vol. 184, no. 1, pp. 29–35.
15. Shokrzadeh M., Saeedi Saravi S.S., Mirzayi M. *Pharmacognosy Magazine*, 2009, vol. 5, no. 20, pp. 316–319.
16. Quave C.L., Plano L.R., Bennett B.C. *Planta Med.*, 2011, vol. 77, no. 2, pp. 188–195.
17. Kluytmans J., Belkum A. van, Verbrugh H. *Clin. Microbiol. Rev.*, 1997, vol. 10, no. 3, pp. 505–520.
18. Ebrahimzadeh M.A., Mahmoudi M., Salimim E. *Fitoterapia*, 2006, vol. 77, no. 2, pp. 146–148.
19. Gray A.M., Abdel-Wahab Y.H., Flatt P.R. *J. Nutr.*, 2000, vol. 130, no. 1, pp. 15–20.
20. Chandra A., Rana J., Li Y. *J. Agric Food Chem.*, 2001, vol. 49, pp. 3515–3521.
21. Bronnum-Hansen K., Hansen S. *J. Chromatogr.*, 1983, pp. 385–392.
22. Inami O., Tamura I., Kikuzaki H., Nakatani N. *J. Agric. Food Chem.*, 1996, vol. 44, pp. 3090–3096.
23. Johansen O., Andersen O.M., Nerdal W., Aksnes D.W. *Phytochem.*, 1995, vol. 3, pp. 755–757.
24. Jungmin Lee, Chad E. Finn. *J. Sci Food Agric.*, 2007, vol. 87, pp. 2665–2675.
25. Certificate of authorship 1415754 (USSR). 1988. (in Russ.).
26. Novruzov E.N. *Pigmenty reproduktivnykh organov rastenii i ikh znachenie*. [Pigments reproductive organs of plants and their importance]. Baku, 2010, 309 p. (in Russ.).
27. Harborne J.B. *Biochem. J.*, 1958, vol. 70, pp. 22–28.
28. Harborne J.B. *J. Chromatogr.*, 1958, vol. 1, no. 3, pp. 473–488.
29. Chandler E., Happer K. *Austr. J. Chem.*, 1961, vol. 14, no. 4, pp. 586–588.
30. Khais I.M., Matsek K. *Khromatografiya na bumage*. [Chromatography on paper]. Moscow, 1962, 851 p. (in Russ.).

Received July 26, 2016

Revised October 10, 2016

* Corresponding author.

