

**КОНТРОЛЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СОКОСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ****CONTROL OF HEAVY METALS IN JUICE PRODUCTS****Н.П. Матвейко\*, А.М. Брайкова, С.К. Протасов,  
В.В. Садовский***Белорусский государственный экономический  
университет*

УДК 543.253

**M. Matveika\*, A. Braikova, S. Pratasau,  
V. Sadovski***Belarusian State Economic  
University***РЕФЕРАТ***СОКИ, НЕКТАРЫ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ИНВЕРСИОННАЯ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯ*

*Цель работы – определить содержание тяжелых металлов Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в соках и нектарах без минерализации проб методом инверсионной вольтамперометрии.*

*Установлено, что во всех десяти изученных образцах соков и нектаров содержатся Pb и Cu, причем в образце сока вишневого № 1 отмечается незначительное превышение допустимого уровня свинца, нормируемого ТР ТС 021/2011 и СанПиН № 52.*

*Цинк обнаружен в шести, ртуть в семи, а кадмий в восьми из десяти изученных образцов соков и нектаров. Содержание Cd и Hg не превышает допустимого уровня, регламентируемого ТР ТС 021/2011 и СанПиН № 52, а содержание Zn лишь в образце № 9 (сок гранатовый) незначительно выше допустимого уровня.*

*Полученные в работе результаты свидетельствуют о том, что инверсионно-вольтамперометрический анализ соков и нектаров можно выполнять без длительной подготовки проб мокрой минерализацией.*

**ABSTRACT***JUICES, NECTARS, HEAVY METALS, VOLTAMMETRY*

*The aim of this work was to determine the content of heavy metals Zn, Cd, Pb, Cu and Hg in juices and nectars without mineralization of the samples by Stripping voltammetry method.*

*It was found that all 10 investigated samples of juices and nectars contained Pb and Cu, and the sample juice cherry No. 1, a slight excess of the allowed lead levels, normalized TR TS 021/2011 and SanPiN No. 52.*

*Zinc is found in samples 6, 7; mercury, and cadmium in sample 8 of 10 studied samples of juices and nectars. The content of Cd and Hg does not exceed the permissible level regulated by TR CU 021/2011 and SanPiN No. 52, and the content of Zn only in sample 9 (pomegranate juice) is slightly above the acceptable level.*

*The obtained results indicate that the inversion-voltammetric analysis of juices and nectars can be performed without lengthy sample preparation wet mineralization.*

К сокосодержащей продукции относят соки, нектары и некоторые напитки [1, 2]. Сок – продукт, состоящий на 100 % из веществ, полученных после отжима свежих спелых фруктов или овощей или из концентрированного сока [1]. Он не должен содержать в своем составе консерванты, искусственные ароматизаторы и другие добавки. В нектарах содержание сока составляет

от 25 до 99 %. Кроме того, в них, как правило, содержится вода, сахар и лимонная кислота. Допускается добавление в нектары консервантов и искусственных ароматизаторов. В отличие от соков и нектаров в напитках содержание сока не превышает 25 %. Кроме того, в состав напитков входят красители, ароматизаторы, лимонная кислота и консерванты [1].

\* E-mail: [matveiko\\_np@mail.ru](mailto:matveiko_np@mail.ru) (M. Matveika)

Соки и нектары – это вкусные освежающие напитки. Имеют практически все положительные качества свежих фруктов и овощей. Они являются источником витаминов и многих питательных веществ. Эти продукты полезны взрослым и детям, пользуются большой популярностью у потребителей, пригодны для ежедневного дополнения питания [2].

Цель работы – определить содержание тяжелых металлов *Zn, Cd, Pb, Cu* и *Hg* в соках и нектарах без минерализации проб методом инверсионной вольтамперометрии.

Ассортимент сокосодержащей продукции широко представлен торговой сетью Республики Беларусь. Соки и нектары подлежат обязательному подтверждению соответствия требованиям технических нормативных правовых актов (ТНПА). Основными ТНПА являются Технический регламент таможенного союза ТР ТС 023/2011 [3], СТБ 1824 [4], СТБ 829 [5], СанПиН № 52 [6]. Согласно этим документам в соках и нектарах нормируются такие показатели, как содержание нитратов, содержание радионуклидов, рН, массовая доля титруемых кислот. Однако важнейшими показателями безопасности соков и нектаров являются содержание токсичных элементов и

микроэлементов. В таблице 1 приведены допустимые уровни содержания токсичных элементов, регламентируемые в соках и нектарах техническими нормативными правовыми актами.

Из таблицы 1 видно, что технический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 и СанПиН № 52 не нормируют содержание в соках и нектарах меди, цинка и железа, в то время как стандартами Республики Беларусь СТБ 1824 и СТБ 829 содержание этих металлов нормируется. Кроме того, допустимые уровни содержания мышьяка, свинца, ртути и кадмия, нормируемые ТР ТС 021/2011 и СанПиН № 52 выше, чем уровни содержания этих металлов нормируемые СТБ 1824 и СТБ 829.

#### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Все необходимые для исследований растворы готовили на основе бидистиллята (дважды перегнанной дистиллированной воды) с использованием реактивов марки «ХЧ».

Значения потенциалов индикаторных электродов измеряли относительно хлорсеребряного электрода сравнения в водном растворе хлорида калия концентрацией 1 моль/дм<sup>3</sup>.

В качестве объектов исследования случайным образом выбраны 10 образцов сокосодер-

Таблица 1 – Допустимые уровни содержания токсичных элементов в соках и нектарах

Наименование показателя	Допустимые уровни, мг/кг, не более			
	ТР ТС 021/2011	СТБ 1824	СТБ 829	СанПиН № 52
Мышьяк	0,2	0,1	0,1	0,2
Свинец	0,4	0,05*)	0,05	0,4***)
Медь	–	5,0	5,0	–
Цинк	–	5,0	5,0	–
Железо	–	5,0**)	7,0	–
Ртуть	0,02	0,01	0,01	0,02
Кадмий	0,03	0,02	0,02	0,03

#### Примечания:

\*) Содержание свинца в соках из брусники, вишни, голубики, ежевики, земляники (клубники), клюквы, красной смородины, малины, рябины, черники, черноплодной рябины, черной смородины, а также купажированных с их применением, допускается не более 0,4 мг/кг;

\*\*) Содержание железа в соках из брусники, вишни, голубики, ежевики, земляники (клубники), клюквы, красной смородины, малины, рябины, черники, черноплодной рябины, черной смородины, а также купажированных с их применением, допускается не более 15 мг/кг;

\*\*\*) Содержание свинца в овощных соках допускается не более 0,5 мг/кг.

жащей продукции, реализуемой торговой сетью г. Минска. Номера исследованных образцов со-косо-содержащей продукции, их названия и краткие сведения о составе приведены ниже:

№ 1. Сок вишневый концентрированный 100 %, содержит сахар и лимонную кислоту.

№ 2. Нектар из яблок, черноплодной рябины и малины с содержанием соков 40 %.

№ 3. Нектар яблочный для детского питания с содержанием лимонной кислоты и сока 40 %.

№ 4. Нектар яблочно-виноградный для детского питания с содержанием лимонной кислоты и соков 40 %.

№ 5. Яблочно-вишневый напиток с содержанием ароматизатора «Вишня», аскорбиновой кислоты, сахара и соков 15 %.

№ 6. Сок апельсиновый для детского питания концентрированный 100 %.

№ 7. Нектар персик-яблоко для детского питания с содержанием лимонной кислоты, сахара и соков 45 %.

№ 8. Нектар из яблок и голубики с содержанием сахара и соков с пюре 50 %.

№ 9. Сок гранатовый концентрированный 100 %, содержание сахара не более 1,5 %.

№ 10. Сок грейпфрутовый концентрированный 10 % без сахара.

Видно, что образцы № 1, 6, 9, 10 относятся к сокам концентрированным, образцы №№ 2–4, 7, 8 являются нектарами, содержащими 40–50 % сока, а образец № 5 представляет собой напиток, содержащий только 15 % сока.

Анализ образцов соков и нектаров на содержание в них *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu* проводили инверсионной вольтамперметрией с помощью анализатора марки АВА-3 («Буревестник», г. Санкт-Петербург) на вращающемся углесталловом индикаторном электроде в трехэлектродной ячейке на фоне 0,35 М водного раствора муравьиной кислоты, содержащем 50 мг/дм<sup>3</sup> ртути. Вспомогательным электродом служила платиновая проволока. Предварительными исследованиями установлены следующие условия проведения анализа. Регенерация индикаторного электрода при потенциале +450 мВ в течение 20 с; накопление металлов при потенциале –1400 мВ в течение 60 с; успокоение раствора при потенциале –1350 мВ

в течение 10 с; развёртка потенциала со скоростью 500 мВ/с в интервале потенциалов от –1350 мВ до +450 мВ. При этом вначале снимали анодную вольтамперную кривую в растворе фонового электролита, затем в ячейку вводили пробу сока или нектара объемом 0,2 см<sup>3</sup> и снимали кривую в растворе, содержащем эту пробу. После этого в ячейку вводили 0,2 см<sup>3</sup> стандартного раствора, содержащего 3 мг/дм<sup>3</sup> *Zn* и по 2 мг/дм<sup>3</sup> *Cd*, *Pb*, *Cu* и снова регистрировали анодную вольтамперную кривую.

Определение *Hg* в образцах соков и нектаров проводили в соответствии с методикой, изложенной в работе [8], применяя вольтамперметрический анализатор марки ТА–4 («Томьаналит», г. Томск) на фоне, содержащем 0,024 моль/дм<sup>3</sup> *H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>* и 0,003 моль/дм<sup>3</sup> *KCl*. В качестве индикаторного электрода применяли проволоку из сплава золота 583 пробы. Вспомогательным электродом и электродом сравнения служил хлорсеребряный электрод в 1 М растворе хлорида калия. Подготовку проб проводили растворением 0,3 см<sup>3</sup> сока или нектара в 10 см<sup>3</sup> бидистиллята. Для анализа из полученного раствора отбирали аликвоту объемом 0,1 см<sup>3</sup>. Оптимальными условиями проведения анализа, как было установлено предварительными экспериментами, оказались следующие. Очистка индикаторного электрода проводилась при потенциале +600 мВ в течение 20 с. Накопление ртути – при потенциале –600 мВ в течение 80 с. Успокоение раствора – при потенциале –385 мВ в течение 15 с. Регистрацию анодной вольтамперной кривой – при скорости изменения потенциала в интервале потенциалов от –380 мВ до +585 мВ.

Как и при определении *Zn*, *Cd*, *Pb* и *Cu*, анализ соков и нектаров на содержание *Hg* проводили в следующей последовательности. Вначале снимали анодную вольтамперную кривую в растворе фонового электролита, затем в ячейку вводили пробу раствора сока или нектара объемом 0,1 см<sup>3</sup>, после чего регистрировали кривую в растворе, содержащем эту пробу. Затем в ячейку вводили 0,1 см<sup>3</sup> стандартного раствора, содержащего 1 мг/дм<sup>3</sup> *Hg*, и снова регистрировали анодную вольтамперную кривую.

Содержание тяжелых металлов в пробах образцов соков и нектаров рассчитывали по разности вольтамперных кривых пробы и фона, а

также пробы с добавкой стандартного раствора и фона.

Анализ каждой пробы на содержание **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** выполняли по 3 раза. Результаты исследований обрабатывали методом математической статистики согласно методике изложенной в работе [9]. Рассчитывали относительные стандартные отклонения ( $Sr$ ) и интервальные значения ( $\pm \Delta x$ ) содержания **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в соках и нектарах.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Пример анодных вольтамперных кривых, зарегистрированных при определении содержания **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** в пробе нектара персик яблоко (образец № 7), представлен на рисунке 1.

Из рисунка видно, что на вольтамперной кривой разности анодных кривых пробы нектара и фонового электролита (кривая 1) имеются максимумы тока окисления при потенциалах:  $-1,08$  В и  $0,04$  В, которые свидетельствуют о том, что в образце нектара персик яблоко (образец № 7) присутствуют цинк и медь соответственно. На кривой 1 наблюдается также возрастание тока окисления в интервалах потенциалов  $-0,70 \div -0,60$  В и  $-0,50 \div -0,44$  В. Это указывает на то, что в образце нектара № 7 в небольших

количествах содержатся кадмий и свинец. После добавления к пробе нектара персик яблоко стандартного раствора, содержащего цинк, кадмий, свинец и медь, токи окисления металлов увеличиваются (кривая 2), что обусловлено увеличением концентрации этих металлов в исследуемом растворе электролита.

Аналогичный характер изменения кривых разности анодных вольтамперных кривых, зарегистрированных в растворе пробы и фонового электролита, а также в растворе пробы с добавкой стандартного раствора, содержащего цинк, кадмий, свинец и медь, и фонового электролита наблюдается для всех исследованных образцов соков и нектаров.

На основании полученных для всех образцов соков и нектаров вольтамперных кривых рассчитано содержание **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu**. Результаты приведены в таблице 2.

На рисунке 2 представлены анодные вольтамперные кривые, зарегистрированные при анализе пробы сока вишневого (образец № 1) на содержание ртути. Анализ этих кривых показывает, что на вольтамперной кривой, зарегистрированной в водном растворе фонового электролита (кривая 1), практически не наблюдаются токи окисления, что свидетель-

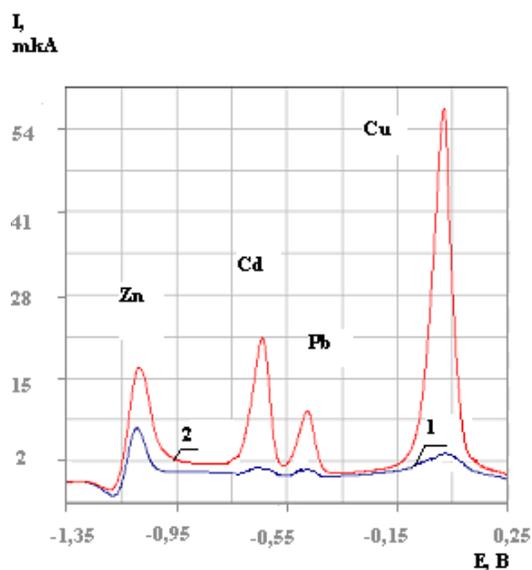


Рисунок 1 – Кривая разности анодных вольтамперных кривых пробы нектара персик яблоко (образец № 7) и фонового электролита – 1; кривая разности анодных вольтамперных кривых пробы нектара персик яблоко с добавкой стандартного раствора, содержащего **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и фонового электролита – 2

стует об отсутствии в растворе ртути. На анодной вольтамперной кривой 2, полученной в растворе пробы сока вишневого (образец № 1), имеется хорошо выраженный максимум тока в интервале потенциалов  $0,44 \div 0,51$  В, который обусловлен окислением сконцентрированной на индикаторном электроде ртути. В растворе пробы сока вишневого с добавкой стандартного раствора ртути, как видно из рисунка 2 (кривая 3), максимум тока в области потенциалов  $0,42 \div 0,53$ В возрастает, что связано с увеличением концентрации ртути в исследуемом растворе. Схожий вид анодных вольтамперных кривых наблюдается при выполнении анализа на содержание ртути других изученных образцов соков и нектаров.

На основании инверсионно-вольтамперометрических исследований по разности анодных вольтамперных кривых пробы и фона, пробы с добавкой стандартного раствора и фона, используя специализированную компьютерную программу «VALabTx», рассчитано содержание ртути во всех изученных образцах соков и нектаров. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что во всех изученных образцах соков и нектаров содержатся свинец и медь. Наибольшее содержание свинца наблюдается для образца сока вишневого № 1 и

составляет  $0,42$  мг/дм<sup>3</sup>, что незначительно превышает допустимый уровень, нормируемый ТР ТС 021/2011 и СанПиН № 52 (таблица 1). Меньше всего свинца обнаружено в образце № 10 (сок грейпфрутовый) –  $0,002$  мг/дм<sup>3</sup>. Содержание свинца в других изученных образцах соков и нектаров не превышает допустимого уровня ( $0,40$  мг/дм<sup>3</sup>).

Что касается меди, то содержание этого микроэлемента в изученных образцах соков и нектаров невелико и колеблется от  $0,01$  мг/дм<sup>3</sup> для образца № 10 (сок грейпфрутовый) до  $0,46$  мг/дм<sup>3</sup> для образца № 2 (нектар из яблок, черноплодной рябины и малины).

Как видно из таблицы, цинк присутствует в 6 из 10 изученных образцов соков и нектаров. Не обнаружен этот микроэлемент в образцах № 1, 3, 4, 6. Наибольшее содержание цинка характерно для образца № 9 (сок гранатовый) и составляет  $5,1$  мг/дм<sup>3</sup>, наименьше – для образца № 10 (сок грейпфрутовый) –  $0,2$  мг/дм<sup>3</sup>.

Токсичный элемент кадмий в количествах, не превышающих допустимые уровни, регламентируемые ТНПА, присутствует в 8 из 10 изученных образцах соков нектаров – от  $0,002$  мг/дм<sup>3</sup> в образце № 6 (сок апельсиновый) до  $0,01$  мг/дм<sup>3</sup> в образцах № 2 и 3 (нектар из яблок, черноплодной рябины и малины и нектар яблочный).

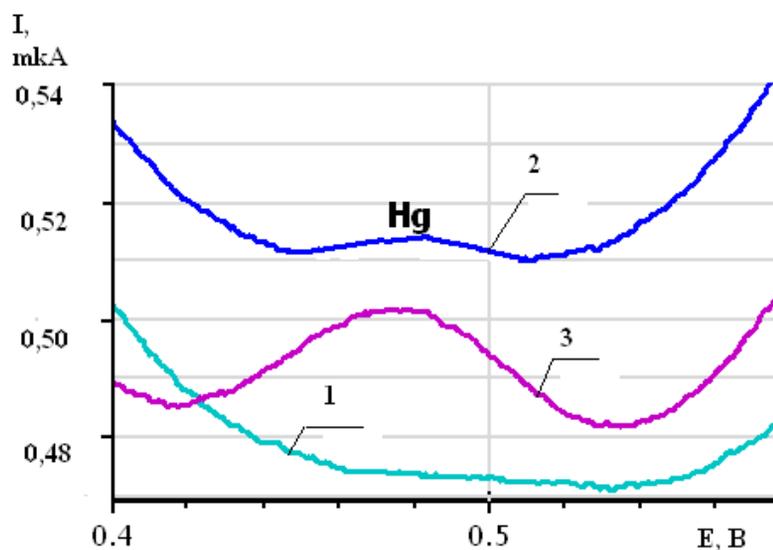


Рисунок 2 – Анодные вольтамперные кривые: 1 – фоновый электролит; 2 – пробы образца сока вишневого (образец № 1); 3 – пробы образца сока вишневого с добавкой стандартного раствора, содержащего Hg

Таблица 2 – Содержание *Zn, Cd, Pb, Cu* и *Hg* в образцах соков и нектаров

№ образца соко-держачей продукции	Содержание металла									
	<i>Zn</i> , мг/дм <sup>3</sup>	<i>Sr</i> , %	<i>Cd</i> , мг/дм <sup>3</sup> × 10 <sup>-2</sup>	<i>Sr</i> , %	<i>Pb</i> , мг/дм <sup>3</sup> × 10 <sup>-2</sup>	<i>Sr</i> , %	<i>Cu</i> , мг/дм <sup>3</sup> × 10 <sup>-2</sup>	<i>Sr</i> , %	<i>Hg</i> , мг/дм <sup>3</sup> × 10 <sup>-2</sup>	<i>Sr</i> , %
1	нет	–	нет	–	42,00 ± 2,50	3,24	4,80 ± 0,43	4,87	1,40 ± 0,13	5,05
2	3,90 ± 0,10	1,39	1,00 ± 0,10	5,43	36,00 ± 2,10	3,17	46,00 ± 3,40	4,01	1,10 ± 0,10	4,94
3	нет	–	1,00 ± 0,10	5,43	3,00 ± 0,26	4,71	26,00 ± 2,40	5,02	2,00 ± 0,02	5,44
4	нет	–	нет	–	27,00 ± 1,70	3,42	21,00 ± 1,80	4,66	1,80 ± 0,17	5,13
5	0,53 ± 0,03	3,07	0,70 ± 0,08	6,21	1,00 ± 0,11	5,98	8,50 ± 0,94	6,01	нет	–
6	нет	–	0,20 ± 0,02	5,44	2,00 ± 0,18	4,89	9,40 ± 0,98	4,63	0,50 ± 0,06	6,52
7	3,50 ± 0,09	1,40	0,40 ± 0,05	6,79	1,00 ± 0,10	5,45	2,20 ± 0,23	5,68	0,40 ± 0,04	5,44
8	1,70 ± 0,07	2,24	0,50 ± 0,05	5,45	1,00 ± 0,11	5,98	6,30 ± 0,70	6,04	нет	–
9	5,10 ± 0,14	1,49	0,30 ± 0,03	5,45	23,00 ± 1,50	3,54	4,50 ± 0,48	5,80	нет	–
10	0,20 ± 0,02	5,43	0,40 ± 0,05	6,79	0,20 ± 0,17	4,62	1,20 ± 0,14	6,34	нет	–

Из таблицы 2 также видно, что в образцах соков и нектаров № 5, 8 и 9 не обнаружена ртуть. В других изученных образцах соков и нектаров содержание ртути составляет от 0,002 мг/дм<sup>3</sup> для образца № 3 (нектар яблочный) до 0,018 мг/дм<sup>3</sup> для образца № 4 (нектар яблочно-виноградный), что не превышает допустимого уровня, регламентируемого ТР ТС 021/2011 и СанПиН № 52 (таблица 1).

#### ВЫВОДЫ

1. Во всех изученных образцах соков и нектаров содержатся *Pb* и *Cu*, причем в образце сока вишневого № 1 отмечается незначительное превышение допустимого уровня свинца, нормируемого ТР ТС 021/2011 и СанПиН № 52.

2. Цинк обнаружен в 6, ртуть в 7, а кадмий в 8 из 10 изученных образцах соков и нектаров. Причем содержание кадмия и ртути не превышает допустимого уровня регламентируемого ТР ТС 021/2011 и СанПиН № 52, а содержание цинка лишь в образце № 9 (сок гранатовый) незначительно выше допустимого уровня.

3. Полученные в работе результаты свидетельствуют о том, что инверсионно-вольтамперометрический анализ соков и нектаров можно выполнять без подготовки проб мокрой минерализацией, требующей значительных затрат энергии и времени.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Матвейко, Н. П., Протасов, С. К., Садовский, В. В. (2015), Определение тяжелых металлов в соках и нектарах, *Пиво и напитки*, 2015, № 4, С. 56–59.
2. Соки, нектары, напитки: в чем разница? [Электронный ресурс] (2017), Режим доступа: <http://www.poedim.ru/content/1171-soki-nektary-napitki-v-chem-raznica> (Дата доступа:

#### REFERENCES

1. Matveika, M., Pratasau, S., Sadovski, V. (2015), Determination of heavy metals in juices and nectars [Opredelenie tzhzhelyh metallov v sokah i nektarah], *Pivo i napitki – Beer and drinks*, 2015, № 4, pp. 56–59.
2. Soki, nektary, napitki: v chem raznica? [Juices, nectars, drinks: what's the difference?], (2017), available at: [http://www.poedim.ru/content/1171-soki-nektary-napitki-v-chem-](http://www.poedim.ru/content/1171-soki-nektary-napitki-v-chem-raznica)

- 15.03.2017).
3. Сок или нектар? (польза и вред сока) [Электронный ресурс] (2017), Режим доступа: <http://www.vitamarg.cjm/health/article/344-sok-ili-nektar> (Дата доступа: 15.03.2017).
  4. О безопасности пищевой продукции: ТР ТС 021/2011. Утвержден решением Комиссии таможенного союза от 23.09.2011 г. № 799, 255 с.
  5. Консервы. Соки фруктовые восстановленные. Общие технические условия. СТБ 1824–2008, Введ. 21.01.2008, Минск, Госстандарт, 2008, 18 с.
  6. Консервы. Соки, нектары и сокосодержащие напитки овощные,овощефруктовые и фруктово-овощные. Общие технические условия. СТБ 829–2008, Введ. 21.01.2008, Минск, Госстандарт, 2008, 21 с.
  7. Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам, Пост. Министерства здравоохранения Республики Беларусь. 21.07.2013, № 52, 371 с.
  8. Матвейко, Н. П., Брайкова, А. М., Садовский, В. В. (2016), Определение тяжелых металлов в сахарозе инверсионной вольтамперометрией, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2016, № 31, С. 84–90.
  9. Васильев, В. П. (2004), *Аналитическая химия: в 2 ч*, Москва, Дрофа, Ч. 1, С. 122.
- raznica (accessed 15.03.2017).
3. Sok ili nektar? (pol'za i vred soka) [Juice or nectar? (the benefits and harms of juice)], (2017), available at: <http://www.vitamarg.cjm/health/article/344-sok-ili-nektar> (accessed 15.03.2017).
  4. O bezopasnosti pishhevoj produkcii [On safety of food products]. Technical Regulations of the Customs Union (TR TS) 021/2011 TR №. 799. App. 23.09.2011, 255 p.
  5. Konservy. Soki fruktovye vosstanovlennye. Obshhie tehicheskie uslovija [The canned food. Fruit juices restored. General technical conditions]. State standard (STB) 1824–2008, Ent. 21.01.2008, Minsk, Gosstandart, 15 p.
  6. Konservy. Soki, nektary i sokosoderzhashhie napitki ovoshhnye, ovoshhefruktovye i fruktovo-ovoshhnye. Obshhie tehicheskie uslovija [The canned food. Juices, nectars and juice drinks vegetable, bewerkte fruit and vegetable. General technical conditions]. State standard (STB) 829–2008, Ent. 21.01.2008, Minsk, Gosstandart, 21 p.
  7. Trebovanija k prodovol'stvennomu syr'ju i pishhevym produktam [Requirements to food raw materials and food products]. Approved : Decree of the Ministry of health of the Republic of Belarus from 21.07.2013, № 52, 371 p.
  8. Matveika, M., Braikova, A., Sadovski, V., (2016), Determination of heavy metals in sugarze inversion voltammetry [Opredelenie tjazhelyh metallov v saharoze inversionnoj vol'tamperometriej], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk state technological university*, 2016, № 31, pp. 84–90.
  9. Vasil'ev, V. P. (2004), *Analiticheskaja himija: v 2 ch* [Analytical chemistry: in 2 hours], Moscow, Drofa Publ., V. 1, 122 p.

Статья поступила в редакцию 11. 10. 2017 г.