

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЖИДКОМ ТУАЛЕТНОМ МЫЛЕ

Н.П. Матвейко, А.М. Брайкова, В.В. Садовский

УДК 543.253

РЕФЕРАТ

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, СОДЕРЖАНИЕ, ЖИДКОЕ ТУАЛЕТНОЕ МЫЛО, ИНВЕРСИОННАЯ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯ

Методом инверсионной вольтамперометрии определено содержание Zn, Pb, Cu и Hg в образцах 8 наименований жидкого туалетного мыла.

Установлено, что во всех изученных образцах туалетного мыла содержатся Zn, Pb, Cu и Hg, причем содержание Zn превышает содержание других тяжелых металлов в десятки и даже сотни раз.

Содержание тяжелых металлов в изученных образцах жидкого туалетного мыла более чем в 2 раза меньше требований, регламентируемых ТНПА.

Кадмий не обнаружен ни в одном из изученных образцов жидкого туалетного мыла.

ABSTRACT

HEAVY METALS CONTENT, LIQUID TOILET SOAP, STRIPPING VOLTAMMETRY

By stripping voltammetry method it was determined the maintenance of Zn, Pb, Cu and Hg in samples of 8 names of firm liquid toilet soap.

It was established that all studied samples of liquid toilet soap contain Zn, Pb, Cu and Hg, and the maintenance of Zn exceeds the content of other heavy metals in tens and even hundreds of times.

The maintenance of heavy metal in the studied samples of liquid toilet soap is more than 2 times less than the size regulated the TNPA.

Cadmium was not detected in any of the studied samples of liquid toilet soap.

Ранее нами изучено содержание тяжелых металлов в твердом туалетном мыле и установлено, что во всех образцах туалетного мыла, взятых для испытаний, содержатся **Zn**, **Pb**, **Cu** и **Hg**, причем содержание **Hg** в трех образцах мыла в 1,2 – 1,8 раза больше регламентируемого СанПиН № 130-А РБ [1, 2].

В последние годы все больший интерес покупателей проявляется к жидкому туалетному мылу.

Жидкое туалетное мыло представляет собой водно-спиртовой раствор калиевых солей жирных кислот, растительных масел и различных добавок. Оно предназначено для ежедневного мытья кожи рук и тела, загрязненных пищевыми остатками масложирового и белкового характера, удаляет грязь, пигментные пятна, устраняет резкие запахи [3, 4].

Жидкое мыло удобно в пользовании, хорошо растворяется в воде, имеет косметические преимущества по сравнению с твердым туалетным

мылом. В частности жидкое мыло хорошо очищает кожу, не пересушивая ее и не нарушая жировой баланс. Его удобно применять для мытья тела и головы [3, 4].

Жидкое туалетное мыло, аналогично твердому мылу, подлежит обязательному подтверждению соответствия требованиям технических нормативных правовых актов (ТНПА), к которым относятся технический регламент таможенного союза ТР ТС 009/2011, СТБ 1675–2005 и СанПиН № 130-А РБ [5-7]. Согласно этим ТНПА содержание токсичных элементов в жидком туалетном мыле не должно превышать (мг/кг): **As** – 5,0; **Hg** – 1,0; **Pb** – 5,0 [5-7].

Таким образом, в жидком туалетном мыле нормируется содержание таких токсичных элементов, как мышьяк, ртуть и свинец. Однако в состав жидкого туалетного мыла входит значительный перечень различных по природе и происхождению компонентов, в которых могут содержаться также кадмий, медь и цинк. Оче-

видно, что содержащиеся в жидком туалетном мыле токсичные элементы и тяжелые металлы в процессе применения мыла могут проникать в организм человека, а также со сточными водами в окружающую среду. По этой причине изучение содержания таких компонентов в жидком туалетном мыле может представлять интерес как для производителей, так и для потребителей мыла.

Цель работы – методом инверсионной вольтамперометрии определить содержание **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в образцах жидкого туалетного мыла разного состава и разных производителей.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Для исследований отобраны образцы жидкого туалетного мыла, реализуемого торговыми организациями г. Минска. Наименования жидкого туалетного мыла, страна производитель и основные компоненты, входящие в состав мыла, представлены в таблице 1.

Из таблицы видно, что перечень компонентов в жидком туалетном мыле весьма разнообразен. Можно, однако, отметить, что наиболее значительное число компонентов характерно для образцов жидкого мыла №№ 3, 4, 7, производителями которых являются Германия, и Турция. Можно предположить, что эти образцы жидкого мыла могут содержать и большее количество тяжелых металлов.

Все растворы, применяемые для исследований, готовили на бидистиллированной воде из реактивов марки «ХЧ».

Измерение потенциала индикаторных электродов при регистрации вольтамперных кривых проводили по отношению к хлорсеребряному электроду сравнения в 1 М водном растворе хлорида калия.

Подготовку проб жидкого туалетного мыла проводили с помощью программируемой двухкамерной печи марки ПДП – 18М, используя ту же методику, что и при изучении твердого туалетного мыла [1, 2, 8].

С этой целью навеску образца жидкого туалетного мыла массой 0,4 г помещали в кварцевый стакан объемом 10 см³ и приливали 3,0 см³ 10 % спиртового раствора **Mg(NO₃)₂**. Полученный раствор выпаривали в течение 80 минут,

постепенно повышая температуру от 100⁰ до 300 °С. Осадок обугливали при температуре 350 °С в течение 30 минут. Затем проводили озоление проб при температуре 470 °С в течение 30 минут, для чего кварцевые стаканы помещали в камеру для озоления печи. Пробы охлаждали до комнатной температуры, добавляли в стаканчики по 2,0 см³ концентрированной азотной кислоты и по 0,5 см³ 30%-ного раствора пероксида водорода, растворяя осадок. Раствор выпаривали в течение 70 минут, постепенно повышая температуру от 150⁰ до 350 °С. После этого снова проводили озоление при температуре 470 °С в течение 180 минут. Операции обработки азотной кислотой (2,0 см³) с добавлением 0,5 см³ 30%-ного раствора пероксида водорода, выпаривания и последующего озоления при температуре 470 °С повторяли до получения однородной золы белого цвета. Золу растворяли в 1,0 см³ концентрированной хлороводородной кислоты. Полученный раствор выпаривали до влажного осадка при температуре 150 °С. Осадок растворяли в 10 см³ бидистиллята. После этого индикаторной бумагой определяли рН образовавшегося раствора. Если рН составляло 3 и более единиц, то проводили анализ, если рН – меньше 3, то повторяли процедуру выпаривания и растворения осадка в 10 см³ бидистиллята.

Для анализа проб на содержание цинка, кадмия, свинца и меди брали аликвоты объемом 0,4 см³, добавляли по 0,13 см³ концентрированной муравьиной кислоты, после чего объем раствора доводили бидистиллятом до 10 см³. Концентрация фонового электролита (раствор муравьиной кислоты) составляла 0,35 моль/дм³.

Аналогичным образом поступали при анализе проб на содержание ртути. Однако в этом случае аликвота составляла 0,05 см³, а в качестве фонового электролита использовали водный раствор, содержащий серную кислоту (0,0175 моль/дм³) и хлорид калия (0,002 моль/дм³).

Содержание тяжелых металлов в образцах жидкого мыла определяли методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе вольтамперометрическом марки ТА-4. Индикаторным электродом при определении **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** служила амальгамированная серебряная проволока, а при определении **Hg** – модифицированная золотом проволока из спла-

Таблица 1 – Наименования образцов жидкого мыла и основные компоненты, входящие в их состав

№ образца мыла	Наименование образца, страна производитель	Основные компоненты жидкого мыла
1	Жидкое мыло Help «Зеленый чай». ГОСТ Р 52345-2005. Россия	Вода, сульфэтоксилат натрия, кокамидопропилдиметилбетаин, диэтаноламид кислот кокосового масла, NaCl, замутнитель, консервант, краситель
2	Крем-мыло с маслом макадами Fresh Juice. Украина	Вода, натрия лаурет сульфат, кокамидодиэтиланилин, NaCl, экстракт цветов плюмерии, лимонная кислота, бензиловый спирт, метилхлороизотиазолинон, гексил циннамаль, бутилфенилметилпропиональ лимонен, красители
3	Крем-мыло «Олива» Dulgon. Германия	Вода, натрия лаурет сульфат, кокамидопропилдиметилбетаин, NaCl, глицерин, бензоат натрия, молочная кислота, олеат глицерина, кокаглюкозид, сорбат натрия, лимонная кислота, бутилфенилметилпропиональ, линалоол, цитронеллол, бензил салицилат, лауреат сульфат натрия, феноксиэтанол
4	Жидкое мыло Palmolive «Черная орхидея». Турция	Вода, натрия лаурет сульфат, кокамидопропилдиметилбетаин, NaCl, бензоат натрия, кокамид моноэтаноламин, кокамидмоноэтаноламин, стирол, салицитат натрия, лимонная кислота, гликоль дистеарат, ЭДТА тетранатрия, экстракты орхидеи фаленопсис и алоэ барбаденсис, бензил салицилат, бензилсалицитат, бутилфенилметилпропиональ, гексилциннамаль, линалоол, красители
5	Жидкое мыло аго «Ландыш». Польша	Вода, натрия лаурет сульфат, NaCl, кокамидопропилдиметилбетаин, кокамид диэтиланилин, глицерин, лимонная кислота, метилхлороизотиазолинон, метилтиазолинон
6	Жидкое мыло для рук «Клюква» Ultra compact. Турция.	Деионизированная вода, этоксилированный лаурилсульфат натрия, NaCl, кокамидопропилбетаин, кокамид диэтиланилин, глицерин, триэтиленгликоль, пропиленгликоль, лимонная кислота, красители
7	Жидкое мыло для рук «Арбуз и бамбук» Dalan. Турция.	Вода, натрия лаурет сульфат, кокамидопропилдиметилбетаин, глицерин, NaCl, лимонная кислота, ЭДТА тетранатрия, бензотриазолил бутилфенол сульфонат натрия, гидрогенизированное касторовое масло, экстракт гамамелиса виргинского, пантенол, экстракт горной арники, ниацинамид, тиамин, токоферол, ретинол пальмитат, ретинол ацетат, биотин, пропиленгликоль, бутиленгликоль, экстракт бамбука, красители
8	Жидкое мыло «Семейное». Республика Беларусь. СТБ 1675–2006	Вода, натрия лаурет сульфат, диэтаноламид кокосового масла, перламутровый концентрат, NaCl, лимонная кислота, консервант, отдушка

Примечание: ЭДТА – этилендиаминтетрауксусная кислота

ва золота 583 пробы. Электродом сравнения и вспомогательным электродом во всех случаях

был хлорсеребряный электрод в 1 М растворе хлорида калия. Предварительными исследова-

ниями установлены условия проведения анализа и состав фонового электролита. При определении **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** электрохимическую очистку индикаторного электрода следует проводить в течение 20 с попеременной анодной и катодной поляризацией при потенциале +100 и –1200 мВ соответственно. Накопление металлов на поверхности амальгамированного серебряного электрода при потенциале –1350 мВ – в течение 15 с. Успокоение раствора при потенциале –1130 мВ – в течение 10 с, а развертку потенциала со скоростью 70 мВ/с на фоне 0,35 М водного раствора муравьиной кислоты – в интервале потенциалов от –1130 до +100 мВ.

Оптимальные условия анализа проб жидкого мыла на содержание ртути, как показали предварительные исследования, оказались следующие. Электрохимическая очистка индикаторного электрода при потенциале 700 мВ в течение 15 с. Накопление ртути при потенциале –650 мВ – в течение 150 с. Успокоение раствора при потенциале 375 мВ в течение 20 с. Регистрация вольтамперной кривой при скорости изменения потенциала 3 мВ/с – от 370 мВ до 650 мВ.

Содержание **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в жидком туалетном мыле определяли методом добавок с использованием стандартных растворов, содержащих по 2 мг/дм³ **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** и 3 мг/дм³ **Zn**. Растворы готовили, используя государственные стандартные образцы (ГСО) и бидистиллят. Расчет содержания тяжелых металлов в пробах жидкого мыла выполняли по разности вольтамперных кривых пробы и фона, пробы с добавкой стандартного раствора и фона, используя компьютерную программу «VALabTx».

Каждую пробу на содержание **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** анализировали не менее 4 раз.

Все результаты обрабатывали методом математической статистики, рассчитав относительные стандартные отклонения (S_r) и интервальные значения ($\pm\Delta x$) содержания **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в туалетном мыле [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунках 1 и 2 представлены примеры вольтамперных кривых, полученных при определении содержания **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** в пробе жидкого туалетного мыла № 8 («Семейное») и Hg в пробе жидкого туалетного мыла № 1 (Help

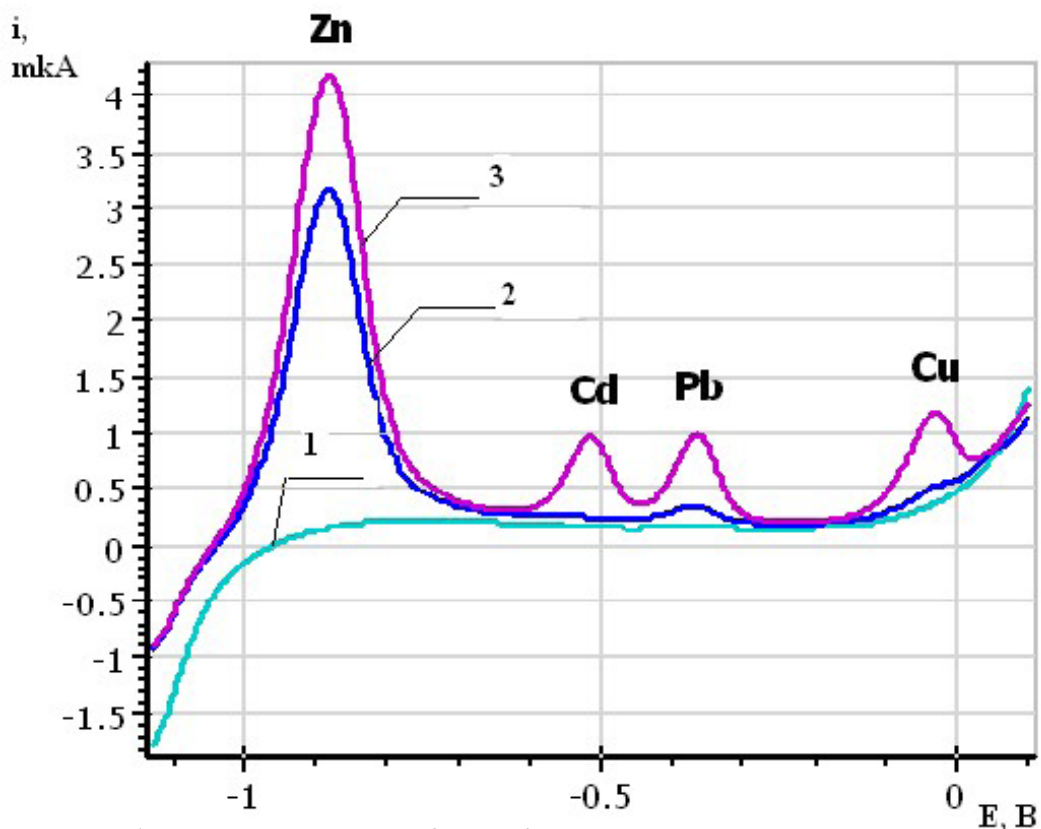
«Зеленый чай») соответственно.

Из рисунка 1 видно, что на вольтамперной кривой фонового электролита (кривая 1) пики тока отсутствуют, что свидетельствует об отсутствии в нем **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu**. При анализе пробы жидкого туалетного мыла № 8 на вольтамперной кривой (кривая 2) появляется значительный максимум тока при потенциале –0,88 В и два небольших максимума тока при потенциалах –0,36 и –0,04 В. Эти максимумы свидетельствуют о присутствии в пробе образца жидкого туалетного мыла № 8 **Zn**, **Pb**, **Cu** соответственно. После добавления к пробе жидкого туалетного мыла № 8 стандартного раствора, содержащего **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu**, максимумы тока окисления **Zn**, **Pb** и **Cu** возрастают (кривая 3), и появляется максимум тока окисления **Cd** при потенциале –0,52 В. Все это связано с возрастанием концентрации этих металлов в растворе электролита.

Анализ вольтамперных кривых, представленных на рисунке 2, показывает, что на кривой фонового электролита отсутствует максимум тока окисления предварительно накопленной на индикаторном электроде ртути (кривая 1). Это значит, что в фоновом электролите отсутствует ртуть. На вольтамперной кривой пробы образца жидкого мыла № 1 (Help «Зеленый чай») появляется максимум тока при потенциале 0,585 В, обусловленный окислением накопленной на индикаторном электроде ртути (кривая 2). Этот максимум тока возрастает при введении в раствор образца пробы жидкого мыла № 1 добавки стандартного раствора ртути (кривая 3), что связано с увеличением количества накопленной на индикаторном электроде ртути из-за более высокой ее концентрации в растворе.

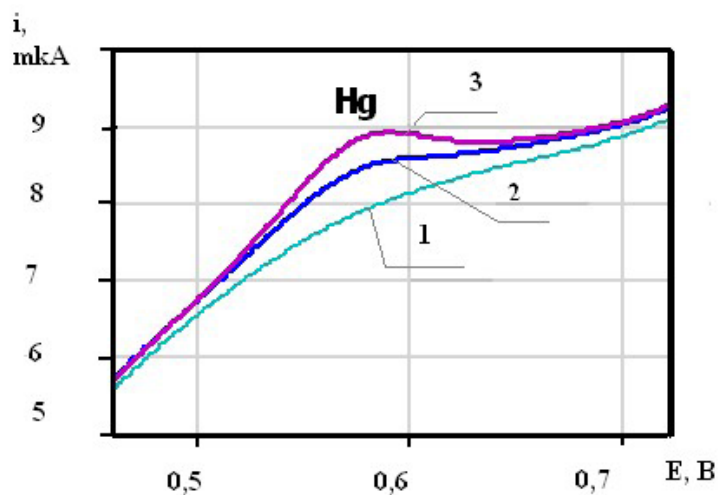
Следует отметить, что схожие, как представлено на рисунках 1 и 2, вольтамперные кривые зарегистрированы также для всех других изученных образцов жидкого туалетного мыла.

На основании проведенных исследований по разности вольтамперных кривых пробы и фона, пробы с добавкой стандартного раствора и фона с помощью специализированной компьютерной программы «VALabTx» рассчитано содержание каждого металла (в пересчете на 1 кг мыла) в образцах всех изученных образцов жидкого туалетного мыла. Полученные на основании анализа после мокрой минерализации образцов



1 – фонового электролита (0,35 М водный раствор муравьиной кислоты);
 2 – пробы образца жидкого туалетного мыла № 8 («Семейное»);
 3 – пробы образца жидкого туалетного мыла № 8 с добавкой стандартного раствора, содержащего по 2 мг/дм³ Cd, Pb, Cu и 3 мг/дм³ Zn

Рисунок 1 – Анодные вольтамперные кривые



1 – фонового электролита (0,0175 моль/дм³ H₂SO₄ + 0,002 моль/дм³ KCl);
 2 – пробы образца жидкого туалетного мыла № 1 (Helr «Зеленый чай»);
 3 – пробы образца жидкого туалетного мыла № 1 с добавкой стандартного раствора, содержащего 2 мг/дм³ Hg

Рисунок 2 – Анодные вольтамперные кривые

Таблица 2 – Содержание Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в мг на 1 кг жидкого туалетного мыла

№ пробы	Содержание металла, мг/кг почвы									
	Zn	S _r , %	Cd	S _r , %	Pb	S _r , %	Cu	S _r , %	Hg	S _r , %
1	26,9±0,4	1,0	–	–	1,27±0,05	2,9	0,14±0,008	4,0	0,32±0,013	2,9
2	23,4±0,3	0,9	–	–	1,54±0,06	2,8	0,28±0,013	3,4	0,18±0,009	3,8
3	34,0±0,6	1,2	–	–	2,05±0,07	2,7	0,31±0,012	2,9	0,14±0,008	4,1
4	16,0±0,2	0,7	–	–	1,24±0,05	3,0	0,23±0,011	3,6	0,15±0,008	4,0
5	49,8±0,9	1,3	–	–	1,24±0,05	3,1	0,15±0,008	3,9	0,15±0,009	4,1
6	20,1±0,2	0,8	–	–	1,61±0,06	2,8	0,08±0,005	4,8	0,11±0,007	4,3
7	21,9±0,2	0,8	–	–	1,12±0,05	3,2	0,06±0,004	5,0	0,44±0,016	2,6
8	25,1±0,3	1,0	–	–	1,17±0,05	3,2	0,29±0,013	3,3	0,29±0,013	3,2

проб туалетного мыла интервальные значения содержания **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** и относительные стандартные отклонения представлены в таблице 2.

Из таблицы видно, что ни в одном из образцов жидкого туалетного мыла не обнаружен кадмий. Во всех изученных образцах жидкого туалетного мыла содержатся **Zn**, **Pb**, **Cu** и **Hg**. Как и в случае твердого туалетного мыла, в жидком туалетном мыле содержание цинка превышает содержание других тяжелых металлов, и меняется от 16 мг/кг для образца № 4 Palmolive «Черная орхидея» до 49 мг/кг для образца № 5 «Клюква» Ultra compact.

Содержание **Pb**, **Cu** и **Hg** в жидком туалетном мыле существенно меньше, чем цинка: в 8–40; в 50–800; в 36–400 раз соответственно. Больше всего свинца содержится в образце № 3 «Олива» Dulgon и составляет 2,05 мг/кг, меньше всего – в образце № 7 «Арбуз и бамбук» Dalan (1,12 мг/кг).

В изученных образцах жидкого туалетного мыла **Cu** содержится в незначительных количествах. Как и свинца, больше всего этого металла содержится в образце мыла № 3 «Олива» Dulgon (0,31 мг/кг), меньше всего – в образце мыла № 7 «Арбуз и бамбук» Dalan (0,06 мг/кг).

Хотя ртуть относится к токсичным элементам, однако ее содержание в изученных образцах жидкого туалетного мыла невелико и в раза меньше требований, регламентируемых ТНПА [5-7]. При этом наибольшее содержание **Hg** характерно для образца мыла № 1 Help «Зеленый

чай» и составляет 0,32 мг/кг, а наименьшее – для образца мыла № 6 «Клюква» Ultra compact (0,11 мг/кг).

Сравнивая содержание тяжелых металлов в твердом [1, 2] и жидком туалетном мыле, можно отметить следующее. В образцах твердого туалетного мыла цинка и меди содержится 1,5 и 10 раз больше соответственно, чем в образцах жидкого туалетного мыла. Содержание свинца в образцах твердого и жидкого туалетного мыла приблизительно одинаково. Что касается ртути, то содержание этого металла в образцах твердого туалетного мыла [1,2] приблизительно в 8-10 больше, чем в образцах жидкого туалетного мыла.

Следует отметить, что во всех изученных образцах жидкого туалетного мыла содержание тяжелых металлов не превышает требований ТНПА [5-7].

ВЫВОДЫ

1. Ни в одном из изученных образцов жидкого туалетного мыла не обнаружен кадмий.

2. Из всех металлов **Zn**, **Pb**, **Cu** и **Hg**, присутствующих в жидком туалетном мыле, больше всего содержится цинка.

3. Содержание **Pb** в изученных образцах жидкого туалетного мыла в 8–12 раз больше содержания **Cu** и **Hg**.

4. Во всех изученных образцах жидкого туалетного мыла содержание **Zn**, **Pb**, **Cu** и **Hg** не превышает требований, регламентируемых ТНПА [5-7].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Матвейко, Н.П., Брайкова, А.М., Садовский В.В. (2015), Вольтамперометрическое определение тяжелых металлов в твердом туалетном мыле, *Химия и экология, Материалы Международной научно-практической конференции*, Уфа, 2015, С. 228-232.
2. Матвейко, Н.П., Брайкова, А.М., Садовский В.В. (2015), Определение тяжелых металлов в туалетном мыле инверсионной вольтамперометрией, *Национальная ассоциация ученых (НАУ). Ежемесячный научный журнал*, № 9 (14), часть 4, С. 58-61.
3. Плетнев, Ю.М. (1990), *Косметико-гигиенические моющие средства*, Москва, Химия, 272 с.
4. Ердакова, В.П. (2007), *Современные косметические товары: ассортимент, потребительские свойства, экспертиза качества*, Бийск, Издательство Алтайского государственного технологического университета, Часть 3, 235 с.
5. *О безопасности парфюмерно-косметической продукции*: ТР ТС 009/2011. Утвержден решением Комиссии таможенного союза от 23 сентября 2011 г. № 799. – 255 с.
6. *Изделия косметические гигиенические моющие. Общие технические условия*, СТБ 1675–2006, Введ.01.08.2007, Минск, Госстандарт. 2011, 12 с.
7. *Гигиенические требования к безопасности парфюмерно-косметической продукции, ее производству и реализации*: СанПиН № 130-А РБ, Введ. 16.09.2008. Минск, ГУРНПЦ РБ, 2008, 114 с.
8. Носкова, Г.Н., Заичко, А.В., Иванова, Е.Е. (2007), *Минерализация пищевых продуктов. Методическое пособие по подготовке проб для определения содержания токсичных элементов. Практическое руководство*, Томск, Издатель-

REFERENCES

1. Matveiko, N.P., Braikova, A.M., Sadovski, V.V. (2015), Voltammetric definition of heavy metals in a hard toilet soap [Vol'tamperometricheskoe opredelenie tyazhelykh metallov v tverdom tualetnom myle], *Chemistry and ecology, Materials of the International scientific and practical conference*, Ufa, 2015, pp. 228-232.
2. Matveiko, N.P., Braikova, A.M., Sadovski, V.V. (2015), Determination of heavy metals in the toilet soap stripping voltammetry [Opredelenie tyazhelykh metallov v tualetnom myle inverzionnoi vol'tamperometrii], *Natsional'naya assotsiatsiya uchenykh (NAU). Ezhemesyachnyi nauchnyi zhurnal – National associative-sociation scientists (NAU). The monthly scientific Journal*, 2015, № 9 (14), part 4, pp. 58-61.
3. Pletnev, Yu.M. (1990), *Kosmetiko-gigienicheskie moyushchie sredstva* [Kosmetiko-gigiyenichesky scours], Moscow, Chemistry, 272 p.
4. Erdakova, V.P. (2007), *Sovremennye kosmeticheskie tovary: assortment, potrebitel'skie svoystva, ekspertiza kachestva* [The modern cosmetic goods: range, consumer properties, quality examination], Biysk, Publishing house of the Altai state technological university, Part 3, 235 p.
5. *O bezopasnosti parfyumerno-kosmeticheskoi produktsii* [About safety of perfumery and cosmetic production]. Technical Regulations of the Customs Union (TR TS) 009/2011, No. 799. App. 23.09. 2011, 255 p.
6. *Izdeliya kosmeticheskie gigienicheskie moyushchie. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [Products are cosmetic hygienic washing. Common technical specifications], STB 1675-2006, Ent.01.08.2007, Minsk, Gosstandart, 12 p.
7. *Hygienic requirements to safety of perfumery and cosmetic production, its production and realization* [Gigienicheskie trebovaniya k bezopasnosti

ство ТПУ, 30 с.

9. *Характеристики погрешности результатов количественного химического анализа. Алгоритмы оценивания*: МИ 2336-95, Введ. 09.12.1997, Екатеринбург, 1995, 45 с.
8. Noskova, G.N., Zaichko, A.V., Ivanova, E.E. (2007), *Mineralizatsiya pishchevykh produktov. Metodicheskoe posobie po podgotovke prob dlya opredeleniya sodержaniya toksichnykh elementov. Prakticheskoe rukovodstvo* [Mineralization foods. Mineralization of foodstuff. Methodical manual on preparation of tests for definition of the maintenance of toxic elements. Practical guidance], Tomsk: Publishing house TPU, 30 p.
9. *Kharakteristiki pogreshnosti rezul'tatov kolichestvennogo khimicheskogo analiza. Algoritmy otsenivaniya* [Characteristics of error in the results of quantitative chemical analysis. Estimation algorithms], MI 2336-95, Ent. 09.12.1997, Ekaterinburg, 45 p.

Статья поступила в редакцию 15. 12. 2015 г.