

## СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДЫМЕ СИГАРЕТ

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

УДК 543.253

## РЕФЕРАТ

*ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ЗДОРОВЬЕ, СИГАРЕТНЫЙ ДЫМ, МЕТОД ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ, ФИЛЬТРЫ СИГАРЕТ*

*Методом инверсионной вольтамперометрии исследовано содержание цинка, кадмия, свинца, меди и ртути в образцах дыма сигарет.*

*Установлено, что в дыме сигарет содержание тяжелых металлов меньше, чем в табаке сигарет.*

*Показано, что отношение количества тяжелых металлов, содержащихся в дыме сигарет, к их количеству, содержащемуся в табаке, неодинаково и зависит как от природы металла, так и от наименования сигарет. Это может быть обусловлено различиями: температурных условий сгорания табака, сорбционной способности пепла табака по отношению к тяжелым металлам, способности материалов фильтров сигарет задерживать выделяющиеся с дымом тяжелые металлы.*

*Отмечено также, что фильтры всех изученных наименований сигарет в той или иной степени улавливают в процессе курения **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg**, однако для некоторых наименований сигарет фильтры не только не задерживают **Zn**, но и сами являются дополнительным источником поступления этого металла в сигаретный дым.*

В наших работах [1–3] методом инверсионной вольтамперометрии исследовано содержание тяжелых металлов в табаке и фильтрах сигарет до и после курения. Установлено, что не только табак, но и материалы фильтров сигарет содержат тяжелые металлы, причем в концентрациях иногда выше, чем в табаке сигарет. В некоторых случаях в материале фильтра до курения концентрация тяжелых металлов была выше, чем в материале фильтра выкуренной сигареты. Это значит, что фильтры не только не удерживают тяжелые металлы, но и сами являются дополнительным источником их поступления с дымом

## ABSTRACT

*HEAVY METALS, HEALTH, CIGARETTE SMOKE, METHOD OF AN INVERSION VOLTAMPEROMETRY, FILTERS OF CIGARETTES*

*By stripping voltammetry method it was investigated zinc, cadmium, lead, copper and mercury content samples of cigarette smoke. It was established that in cigarette smoke the heavy metal content is less than in tobacco cigarettes.*

*It is shown that the ratio of the amount of heavy metals contained in the cigarette smoke and in tobacco, is not the same and depends on the nature of metal and names of cigarettes items. This may be due to differences: temperature conditions of combustion of tobacco, the sorption capacity of the ashes of tobacco in relation to heavy metals, the ability of the materials of filter cigarettes to delay allocating the smoke heavy metals.*

*It is marked also, that the filters of all studied names of cigarettes in one or another degree catch in the process of smoking of **Cd**, **Pb**, **Cu** and **Hg**, however for the names of some cigarette filters not only **Zn** does not detain but also are the additional source of receipt of this metal in cigarette smoke.*

в организм человека.

Однако реальную угрозу здоровью человека оказывают тяжелые металлы, которые содержатся непосредственно в дыме выкуренных сигарет.

Известно, что дым сигарет включает два потока: основной, который вдыхает курящий человек, и дополнительный (побочный) поток дыма, который выделяется с кончика зажженной сигареты между затяжками и содержит наибольшие концентрации токсичных химических веществ, в том числе и тяжелых металлов. Причем установлено, что поступление токсичных веществ с по-

бочным потоком дыма является наиболее опасным, поскольку вещества попадают в организм человека в виде аэрозоля и имеют биологически и химически активную форму [4].

Согласно работам [5, 6] тяжелые металлы быстро поступают в системный кровоток, запускают процесс поражения сосудов. Кроме того, эти металлы обладают кумулятивными свойствами, в результате чего в организме курящего человека наблюдается накопление таких токсичных и канцерогенных элементов, как свинец, кадмий, ртуть. Общее количество кадмия, например, во внутреннем слое аорты курящего человека прямо пропорционально интенсивности и длительности курения. Его концентрация в сыворотке крови в 2–3 раза выше у курящих людей в сравнении с некурящими людьми. Особенно заметна эта тенденция у тех, кто выкуривает более 20 сигарет в день в течение 10 лет и больше. Было подсчитано, что за этот период в организм попадает более 1,5 кг различных химических веществ, причем масса тяжелых металлов может достигать 21 г при курении классических сигарет и 24 г – при курении легких сигарет. Одновременное злоупотребление алкоголем может привести к увеличению в крови курящего человека концентрации другого тяжелого металла – свинца. У людей, выкуривающих более десяти сигарет в день в течение десяти лет и больше, тяжелые металлы (свинец, кадмий, медь) в повышенных концентрациях обнаруживают даже в хрусталике глаз [5].

Цель работы – методом инверсионной вольтамперометрии определить содержание цинка, кадмия, свинца, меди и ртути в дыме сигарет тех наименований (табл. 1), для которых ранее [1–3] было определено содержание этих металлов в табаке и фильтрах.

#### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Необходимые для исследований растворы готовили, используя дважды дистиллированную воду (бидистиллят) и реактивы марки «ХЧ».

Выкуривание сигарет, которые для каждого наименования брали из той же пачки, что и при исследовании содержания тяжелых металлов в табаке и фильтрах, осуществляли с помощью водоструйного насоса, соединенного с поглотителем Рихтера. В поглотитель Рихтера помеща-

ли 10 мл водного раствора муравьиной кислоты концентрацией 0,1 моль/л. Дым, выделяющийся в процессе сгорания одной сигареты, поступал в поглотитель Рихтера, и содержащиеся в нем тяжелые металлы, экстрагировались 0,1 М водным раствором муравьиной кислоты.

Анализ экстракта на содержание **Zn, Cd, Pb** и **Cu** выполняли двумя способами:

1) без минерализации пробы;

2) после минерализации пробы экстракта. По первому способу аликвоту экстракта объемом 0,1 мл помещали в кварцевую электрохимическую ячейку, добавляли 0,13 мл концентрированной муравьиной кислоты и доводили объем раствора до 10 мл. Концентрация фонового электролита (раствор муравьиной кислоты) составляла 0,35 моль/л.

По второму способу 1,0 мл пробы экстракта дыма подвергали мокрой минерализации с использованием программируемой печи ПДП – 18М следующим образом. Пробы выпаривали при температуре 120–125 °С. Затем полученный остаток обрабатывали концентрированной азотной кислотой и 30 %-ным раствором пероксида водорода, снова выпаривали при температуре 120 – 125 °С до образования сухого остатка. Сухой остаток озоляли при температуре 450 °С в течение 30 минут. Обработку проб концентрированной азотной кислотой и 30 %-ным раствором пероксида водорода, выпаривание и озоление выполняли до получения однородной золы белого цвета. Золу растворяли в 1 мл концентрированной муравьиной кислоты, а объем раствора доводили до 10 мл бидистиллятом. Для вольтамперометрического анализа отбирали аликвоту объемом 0,3 мл, помещали в кварцевую электрохимическую ячейку, добавляли 0,1 мл концентрированной муравьиной кислоты, объем раствора доводили бидистиллятом до 10 мл. Концентрация фонового электролита (раствор муравьиной кислоты) составляла 0,35 моль/л.

Определение **Zn, Cd, Pb** и **Cu** в пробах экстракта дыма сигарет проводили на анализаторе вольтамперометрическом марки ТА–4 с применением амальгамированного серебряного индикаторного электрода, хлорсеребряного электрода сравнения, который являлся также вспомогательным электродом. Электрохими-

ческую очистку индикаторного электрода осуществляли при потенциале +100 мВ в течение 20 с. Накопление металлов на поверхности амальгмированного серебряного электрода выполняли при потенциале –1400 мВ в течение 20–40 секунд. Успокоение раствора – при потенциале –1100 мВ в течение 10 с. Регистрацию вольтамперных кривых выполняли при скорости развертки потенциала 70 мВ/с на фоне 0,35 М водного раствора муравьиной кислоты.

Для определения **Hg** отбирали пробы экстракта дыма сигарет объемом 0,1 мл, добавляли фоновый электролит (водный раствор, содержащий 0,4 моль/л  $H_2SO_4$ , 0,1 моль/л  $KNO_3$  и 0,001 моль/л динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б)), доводя объем раствора до 15 мл. Полученный раствор анализировали на содержание **Hg** с помощью вольтамперметрического анализатора марки АВА–3, применяя углеситалловый индикаторный электрод, хлорсеребряный электрод сравнения и платиновый вспомогательный электрод. Анализ проводили в условиях, описанных в работах [2,3]: очистка углеситаллового индикаторного электрода при потенциале +450 мВ в течение 10 с; накопление ртути на поверхности индикаторного электрода при потенциале –1200 мВ в течение 60 – 90 с; успокоение раствора при потенциале +50 мВ в течение 3 с. Регистрацию вольтамперной кривой выполняли при скорости развертки потенциала 5 В/с на фоне водного раствора электролита, содержащего 0,4 моль/л  $H_2SO_4$ , 0,1 моль/л  $KNO_3$  и 0,001 моль/л Трилона Б.

Определение всех металлов проводили методом добавок, для чего использовали стандартный раствор, содержащий по 2 мг/л **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu**, который был приготовлен на основе Государственных стандартных образцов (ГСО) и бидистиллята. Отдельно из оксида ртути (II) готовили стандартный раствор, содержащий 2 мг/л **Hg**. Расчет содержания **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** выполняли по разности вольтамперных кривых пробы и фона, пробы с добавкой стандартного раствора и фона с помощью специализированной компьютерной программы «VALabTx», а **Hg** – с помощью комплексной специализированной компьютерной программы, поставляемой ОАО «Буревестник» (Санкт-Петербург) совмест-

но с вольтамперметрическим анализатором марки АВА–3.

Каждую пробу анализировали не менее четырех раз. Все результаты обрабатывали методом математической статистики. При этом по методике, изложенной в работе [7], рассчитаны относительные стандартные отклонения (**Sr**) и интервальные значения содержания металлов в дыме сигарет при доверительной вероятности 95 % ( $\pm\Delta x$ ).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Примеры вольтамперных кривых, полученных при определении содержания **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** в пробе экстракта дыма сигарет №3 (KENT HD (4)) приведены на рисунке 1.

Видно, что на вольтамперной кривой фонового электролита пики тока отсутствуют, что свидетельствует о чистоте электролита, в том числе и об отсутствии в нем **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu**. При анализе пробы экстракта дыма сигарет № 3 на вольтамперной кривой проявляется четкий пик тока в области потенциалов –1 ÷ –0,7 В и возникают небольшие токи в области потенциалов: –0,54 ÷ –0,46; –0,40 ÷ –0,30; –0,40 ÷ +0,40 В. Эти токи свидетельствуют о присутствии в образце экстракта дыма сигарет № 3 **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** соответственно. После добавления к пробе экстракта дыма стандартного раствора, содержащего по 2 мг/л каждого из определяемых металлов, пик тока окисления **Zn** увеличивается, и четко проявляются пики тока окисления **Cd**, **Pb**, **Cu**,

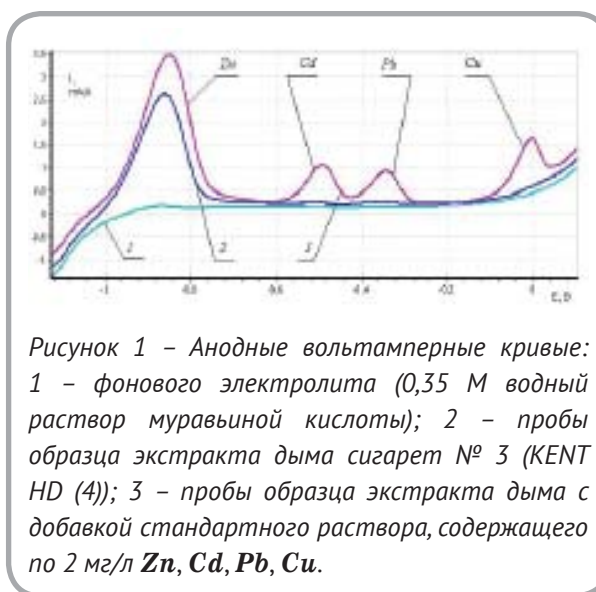


Рисунок 1 – Анодные вольтамперные кривые: 1 – фонового электролита (0,35 М водный раствор муравьиной кислоты); 2 – пробы образца экстракта дыма сигарет № 3 (KENT HD (4)); 3 – пробы образца экстракта дыма с добавкой стандартного раствора, содержащего по 2 мг/л **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu**.

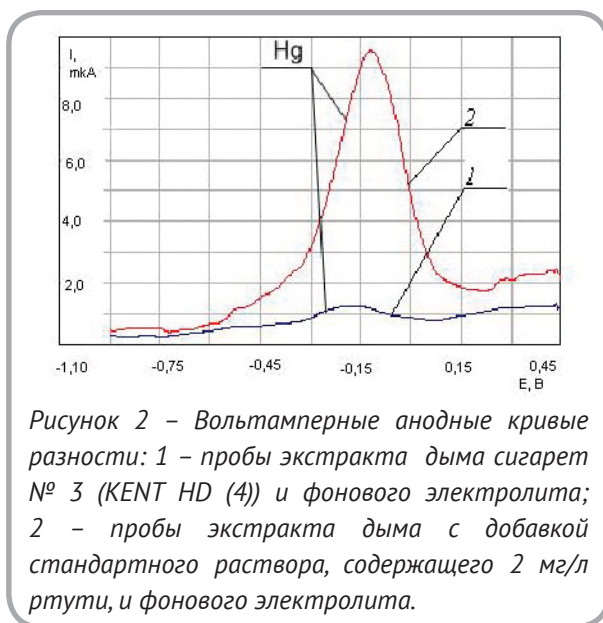
что связано с увеличением концентрации этих металлов в растворе электролита.

Аналогичные анодные вольтамперные кривые зарегистрированы для проб экстракта дыма всех исследованных наименований сигарет.

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 образцах экстракта дыма всех исследованных наименований сигарет в пересчете на 1 кг выкуренного табака. Усредненные результаты, полученные на основании анализа экстракта дыма сигарет без минерализации проб и после мокрой минерализации проб: интервальные значения содержания **Zn, Cd, Pb, Cu** в дыме сигарет и относительные стандартные отклонения представлены в таблице 1.

На рисунке 2 в качестве примера приведены кривые разности вольтамперных кривых пробы и фонового электролита, а также пробы с добавкой стандартного раствора и фонового электролита, зарегистрированные с помощью анализатора марки АВА-3 при анализе экстракта дыма сигарет № 3 на содержание **Hg**.

Видно, что на кривой разности анодной вольтамперной кривой пробы экстракта дыма сигарет № 3 (KENT HD (4)) и фонового электролита (кривая 1) в интервале потенциалов от  $-0,38$  В до  $-0,05$  В имеется небольшой максимум



ма тока окисления, свидетельствующий о присутствии в экстракте дыма сигарет № 3 ртути. При введении в анализируемую пробу добавки стандартного раствора ртути, максимум анодного тока существенно увеличивается (кривая 2). Аналогичный характер изменения кривых разности анодных вольтамперных кривых пробы экстракта дыма, а также пробы экстракта дыма с добавкой стандартного раствора, содержащего 2 мг/л ртути, и фонового электролита наблюдается для всех исследованных наименований сигарет. На основании совокупности зарегистрированных вольтамперных кривых с помощью комплексной специализированной компьютерной программы рассчитано содержание ртути в дыме всех исследованных наименований сигарет в пересчете на 1 кг выкуренного табака. Результаты расчетов: интервальные значения содержания ртути в дыме сигарет и относительные стандартные отклонения представлены в таблице 1.

В таблице 2 для сравнения приведены данные, полученные в работе [2]: интервальные значения содержания **Zn, Cd, Pb, Cu** и **Hg** в табаке до курения и относительные стандартные отклонения.

Из таблиц 1 и 2 видно, что в дыме сигарет содержание тяжелых металлов меньше, чем в табаке сигарет. Меньше всего с дымом сигарет выделяется кадмия, причем в дыме сигарет № 1 (KENT CLICK SWITCH REFRESH), № 2 (KENT SILVER) и № 4 (CAMEL WHITE) кадмий не обнаружен. Не обнаружена в дыме сигарет № 2 (KENT SILVER) также и ртуть. Больше всего с дымом выделяется цинк – металл, который в наибольших количествах содержится и в табаке сигарет.

Вместе с тем, отношение количества тяжелых металлов, содержащихся в дыме сигарет, к их количеству, содержащемуся в табаке, неодинаково и зависит как от природы металла, так и от наименования сигарет. В частности, для цинка это отношение больше всего характерно для сигарет № 2 (KENT SILVER) и сигарет № 4 (CAMEL WHITE) – 64 и 52 % соответственно, а меньше всего для сигарет № 5 (LUCKY STRIKE) – 13 %. Что касается других тяжелых металлов, то можно отметить следующее. Отношение количества свинца и меди, содержащихся в дыме сигарет, к их количеству, содержащемуся в табаке, наибольшее для сигарет № 3 (KENT HD (4)) – 37 и

Таблица 1 – Содержания **Zn, Cd, Pb, Cu** и **Hg** в дыме сигарет в пересчете на 1 кг выкуренного табака

№ / наименование сигарет	Содержание металла, мг/кг табака									
	<i>Zn</i>	<i>S<sub>r</sub></i> , %	<i>Cd</i>	<i>S<sub>r</sub></i> , %	<i>Pb</i>	<i>S<sub>r</sub></i> , %	<i>Cu</i>	<i>S<sub>r</sub></i> , %	<i>Hg</i>	<i>S<sub>r</sub></i> , %
1/KENT CLICK SWITCH REFRESH	6,6±0,2	2,2	-	-	0,08±0,003	2,7	0,26±0,008	2,2	0,17±0,009	3,8
2/KENT SILVER	14,0±0,3	1,5	-	-	0,23±0,009	2,8	1,21±0,05	2,9	-	-
3/KENT HD (4)	5,6±0,2	2,6	0,016±0,0008	3,6	0,33±0,014	3,1	1,70±0,07	2,9	0,11±0,007	4,6
4/CAMEL WHITE	15,0±0,3	1,4	-	-	0,31±0,012	2,8	0,47±0,016	2,4	0,13±0,008	4,4
5/LUCKY STRIKE	3,6±0,1	2,0	0,002±0,0001	3,6	0,07±0,002	2,1	0,09±0,005	4,0	0,16±0,009	4,0
6/ PALL MALL NANOKINGS BLUE	5,9±0,2	2,4	0,002±0,0001	3,6	0,15±0,007	3,3	0,11±0,007	3,3	0,40±0,015	2,7

24 % соответственно. Меньше всего это отношение для сигарет № 5 (LUCKY STRIKE) – для свинца 3 %, а для меди 1 %. Отношение количества ртути, содержащейся в дыме, к ее количеству, содержащемуся в табаке, наибольшее для сигарет № 5 (PALL MALL NANOKINGS BLUE) – 7 %.

Такие различия содержания тяжелых металлов в табаке и дыме сигарет могут быть обусловлены различными факторами. Например, неодинаковыми температурными условиями сгорания табака, разной сорбционной способностью пепла табака по отношению к тяжелым металлам и, наконец, разной способностью материалов фильтров сигарет задерживать выделяющиеся с дымом тяжелые металлы.

В этой связи представляет интерес сравнить содержание тяжелых металлов в дыме сигарет, рассчитанное по разности их количества в табаке и пепле табака после курения (данные рабо-

ты [2]), и содержание этих металлов, полученное в результате анализа дыма сигарет. Результаты представлены в таблице 3.

Анализ данных, представленных в таблице 3, показывает, что измеренное содержание **Cd, Pb** и **Hg** для всех исследованных наименований сигарет меньше рассчитанного. Это значит, что фильтры сигарет указанные металлы в той или иной степени улавливают в процессе курения. То же можно сказать и о меди. Исключение составляют лишь сигареты № 2 (KENT SILVER), для которых содержание меди в дыме по результатам расчета и измерения практически одинаково, то есть фильтры таких сигарет не улавливают медь из дыма. Иначе обстоит дело, если рассматривать содержание цинка. Для сигарет № 2 (KENT SILVER), № 3 (KENT HD (4)) и № 4 (CAMEL WHITE) измеренное содержание превышает рассчитанное содержание цинка. Это указывает на то, что

Таблица 2 – Содержания **Zn, Cd, Pb, Cu** и **Hg** в мг на 1 кг табака

№ сигарет	Содержание металла, мг/кг табака									
	<i>Zn</i>	<i>S<sub>r</sub></i> , %	<i>Cd</i>	<i>S<sub>r</sub></i> , %	<i>Pb</i>	<i>S<sub>r</sub></i> , %	<i>Cu</i>	<i>S<sub>r</sub></i> , %	<i>Hg</i>	<i>S<sub>r</sub></i> , %
1	25±0,4	1,2	0,21±0,01	3,4	0,71±0,03	3,0	6,5±0,2	2,2	6,01±0,20	2,4
2	22±0,3	1,0	0,17±0,01	4,2	0,93±0,04	3,1	7,1±0,2	2,0	1,37±0,06	3,2
3	20±0,3	1,1	0,36±0,02	4,0	0,90±0,04	3,2	7,1±0,2	2,0	3,64±0,13	2,6
4	29±0,4	1,0	0,47±0,03	4,6	1,90±0,11	4,2	7,6±0,2	1,9	3,74±0,14	2,6
5	28±0,4	1,0	0,36±0,02	4,0	2,40±0,13	3,9	7,6±0,2	1,9	2,45±0,10	3,0
6	38±0,6	1,1	0,30±0,02	4,8	1,20±0,05	3,0	8,2±0,2	1,8	5,40±0,17	2,3

Таблица 3 – Содержания **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в дыме сигарет в пересчете на 1 кг выкуренного табака

№ сигарет	Содержание металла, мг/кг табака									
	<b>Zn</b>		<b>Cd</b>		<b>Pb</b>		<b>Cu</b>		<b>Hg</b>	
	рассчитанное	измеренное	рассчитанное	измеренное	рассчитанное	измеренное	рассчитанное	измеренное	рассчитанное	измеренное
1	9,0	6,60	0,05	–	0,36	0,08	1,60	0,26	3,60	0,17
2	2,0	14,0	0,13	–	0,51	0,23	1,20	1,21	0,06	–
3	2,0	5,6	0,32	0,016	0,48	0,33	1,90	1,70	1,74	0,11
4	1,0	15,0	0,47	–	1,26	0,31	1,20	0,47	1,73	0,13
5	11,0	3,6	0,26	0,002	2,06	0,07	2,1	0,09	1,13	0,16
6	6,0	5,9	0,30	0,002	0,49	0,15	1,3	0,11	1,69	0,40

фильтры названных сигарет не только не удерживают цинк, но и сами являются дополнительным источником поступления этого металла в сигаретный дым.

#### ВЫВОДЫ

1. Определено, что в дыме сигарет содержание тяжелых металлов меньше, чем в табаке сигарет. При этом в дыме сигарет № 1 (KENT CLICK SWITCH REFRESH), № 2 (KENT SILVER) и № 4 (CAMEL WHITE) кадмий не обнаружен. Не обнаружена в дыме сигарет № 2 (KENT SILVER) также и ртуть.

2. Показано, что отношение количества тяжелых металлов, содержащихся в дыме сигарет, к их количеству, содержащемуся в табаке, не

одинаково и зависит как от природы металла, так и от наименования сигарет. Это может быть обусловлено не одинаковыми температурными условиями сгорания табака, разной сорбционной способностью пепла табака по отношению к тяжелым металлам, а также разной способностью фильтров сигарет задерживать выделяющиеся с дымом тяжелые металлы.

3. Установлено, что фильтры сигарет в той или иной степени улавливают при курении **Cd**, **Pb** и **Hg**, фильтры сигарет № 2 (KENT SILVER) не задерживают **Cu**, а фильтры сигарет № 2 (KENT SILVER), № 3 (KENT HD (4)) и № 4 (CAMEL WHITE) являются дополнительным источником поступления в сигаретный дым **Zn**.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Матвейко, Н.П., Брайкова, А.М., Садовский, В.В. (2014), Сигареты и здоровье человека, *Біологія і хімія*, № 2, С. 57–63.
2. Матвейко, Н.П., Брайкова, А.М., Садовский, В.В. (2014), Определение содержания тяжелых металлов в табаке сигарет и продуктах его сгорания, *Вестник БГЭУ*, Вып. 3, С. 65–70.
3. Брайкова, А.М., Матвейко, Н.П., Садовский, В.В. (2014), Инверсионно-вольтамперометрический контроль тяжелых металлов в фильтрах сигарет, *Вестник ВГТУ*, Выпуск 26, С. 103–109.
4. Андреева, Т.И., Красовский, К.С. (2004), *Табак и здоровье*, Киев, 224 с.
5. Зербино, Д.Д., Соломенчук, Т.М., Лесник, С.А., Фус, С.В., Москалик, О.С. (2003), Ксенобіотики в сигаретах, *Сердце і судини*, № 3, С. 156 – 159.
6. Зербино, Д.Д., Соломенчук, Т.М., Тошлко, О.Ю. (2003), Ксенобіотики в сигаретах і сигаретному димі: куріння легких сигарет не знижує ризик надходження в організм людини важких металів, *Укр. мед. часопис*, № 4(36). С. 130 – 133.
7. Характеристики погрешности результатов количественного химического анализа. Алгоритмы оценивания: МИ 2336–95, Введ. 09.12.1997, Екатеринбург, 1995, 45 с.

## REFERENCES

1. Matveiko, N.P., Braikova, A.M., Sadovsky, V.V. (2014), Cigarettes and Health [Sigarety I zdorov'e cheloveka], *Biyalogiya I himiya – Biology and Chemistry*, 2014, № 2, pp. 57-63.
2. Matveiko, N.P., Braikova, A.M., Sadovsky, V.V. (2014), Determination of heavy metals in cigarette tobacco and its combustion products [Opredelnie soderzhaniya tyazhelyh metallov v tabake sigaret I produktah ego sgoraniya], *Bulletin BGEU*, 2014, Vol. 3, pp. 65-70.
3. Matveiko, N.P., Braikova, A.M., Sadovsky, V.V. (2014), Stripping voltammetric monitoring of heavy metals in cigarette filters [Inversionno-voltamperometricheskiy control tyazhelyh metallov v filtrah sigaret], *Bulletin VSTU*, 2013, Issue 26, pp. 103-109.
4. Andreeva, T.I., Krasovskii, K.S. (2004), *Tabak I zdorov'e* [Tobacco and Health], Kyiv, 2004, 224 p.
5. Zerbino, D.D., Solomenchuk, T.M., Lesnik, S.A., Foos, S.V., Moskalik, O.S. (2003), Xenobiotics in cigarettes [Kxenobiotiki v sigaretah], *Serdce I sudini – Heart and blood vessels*, 2003, № 3, pp. 156 - 159.
6. Zerbino, D.D., Solomenchuk, T.M., Toshlko, O.J. (2003), Xenobiotics in cigarettes and cigarette smoke: smoking light cigarettes do not reduce the risk of being in the body of heavy metals [Kxenobiotiki v sigaretah I sigaretnomu dimi: kurinnya legkih sigaret ne znizhue rizik nadozhennya v organism ludini vazhkih metaliv], *Ukr. med. Chasopis – Ukr. medical Journal*, 2003, № 4 (36), pp. 130 - 133.
7. Harakteristiki pogreshnosti rezul'tatov kolichestvennogo himicheskogo analiza. Algoritmy ocenivaniya [Characteristics of error in the results of quantitative chemical analysis. Estimation algorithms: MI 2336-95. - Enter. 09.12.1997. - Ekaterinburg, 1995. - 45 p.

Статья поступила в редакцию 30.10.2014 г.