

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.207	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 4.102	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2018 Issue: 04 Volume: 60

Published: 30.04.2018 <http://T-Science.org>

SECTION 9. Chemistry and chemical technology.

Larisa Vladimirovna Baklanova
Candidate of chemical sciences, Docent,
Head of the Department of Occupational Health and
Environmental Safety,
Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy,
Ukraine
baklanovalarisa@ukr.net

Elena Aleksandrovna Belova
Candidate of chemical sciences, Docent,
Department of Occupational Health and
Environmental Safety,
Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy,
Ukraine
belovaalena@ukr.net

Aleksandr Nikolaevich Baklanov
Doctor of chemical sciences, Professor,
Head of the Department of Occupational Health and
Environmental Safety,
Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy,
Ukraine
baklanov_oleksandr@meta.ua

IMPROVING THE SAFETY OF THE SALT. CONTENT DETERMINATION VARIOUS FORMS OF CHROM

Abstract: A solution is proposed for the safety of table salt by determining the content of various forms of chromium. The use of ultrasound for the formation of chromium acetylacetonate at room temperature and for the destruction of organic chromium compounds in brines and common salt was studied. A set of methods for the determination of chromium in common salt and brines has been developed, which makes it possible to determine chromium in various degrees of oxidation, as well as chromium, associated with dissolved organic substances. The correctness of the procedures was checked on the brine and salt samples by the "introduced-found" method, as well as by the analysis of the same samples by the developed and standard methods. Limit of detection of chromium 0.01 mg / kg.

Key words: ultrasound, table salt, safety, acetyl acetone, chrome in various degrees of oxidation

Language: Russian

Citation: Baklanova LV, Belova EA, Baklanov AN (2018) IMPROVING THE SAFETY OF THE SALT. CONTENT DETERMINATION VARIOUS FORMS OF CHROM. ISJ Theoretical & Applied Science, 04 (60): 43-49.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-04-60-11> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2018.04.60.11>

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ХРОМА

Аннотация: Предложено решение проблемы безопасности поваренной соли путем определения содержания различных форм хрома. Изучено использование ультразвука для образования ацетилацетоната хрома при комнатной температуре и для разрушения органических соединений хрома в рассолах и поваренной соли. Разработан комплекс методик определения хрома в поваренной соли и рассолах, позволяющих определять хром в различных степенях окисления, а также хром, связанный с растворенными органическими веществами. Правильность методик проверяли на образцах рассола и поваренной соли методом «введено-найдено», а также анализом одних и тех же проб разработанным и стандартными методами. Предел обнаружения хрома 0,01 мг/кг.

Ключевые слова: ультразвук, поваренная соль, безопасность, ацетилацетонхром в различных степенях окисления



Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.207	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 4.102	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

Введение.

Хром относится к токсичным элементам, обладающим канцерогенным действием. Его содержание регламентируется в питьевой воде и пищевых продуктах. Токсичность хрома зависит от формы его существования, так, предельно допустимое содержание хрома (III) в питьевой воде $0,5 \text{ мг/дм}^3$, хрома (VI) - $0,1 \text{ мг/дм}^3$ [1, 2].

Методики определения хрома (III), хрома (VI) и хрома, связанного с растворенными органическими веществами в рассолах и поваренной соли отсутствуют, их фоновое содержание в рассолах и поваренной соли месторождений стран СНГ неизвестно, во всяком случае сведений об этом нами в литературе не найдено.

Для определения хрома в водах наибольшее распространение получил атомно-абсорбционный метод с экстракцией хрома в виде диэтилдитиокарбамината в метилизобутилкетон, а также в виде ацетилацетоната в ацетилацетон. Первый метод используют для анализа вод с минерализацией до 30 г/дм^3 , второй до 90 г/дм^3 . Второй метод длителен из-за необходимости кипячения пробы в течение 1 часа для образования ацетилацетоната хрома [3].

Ранее нами было предложено использование ультразвука (УЗ) для ускорения процессов пробоподготовки при определении свинца и кадмия в пищевых продуктах. Экспрессность анализа повысилась в 5-10 раз [4, 5]. Описано [6] использование УЗ в анализе сахара. УЗ был использован для ускорения перевода соединений свинца, меди и кадмия в кинетически лабильные соединения. При этом, количественная экстракция диэтилдитиокарбаминатов свинца, меди и кадмия стала возможна из растворов сахара до 100 г/дм^3 , а без воздействия УЗ только до 15 г/дм^3 .

Предлагаемая работа посвящена изучению использования УЗ при определении общего хрома, хрома (III) и хрома (VI) в рассолах и поваренной соли.

Экспериментальная часть.

Определение хрома проводили с использованием атомно-абсорбционного спектрометра ААС-3 фирмы Карл Цейсс Йена (Германия). Ультразвуковую обработку растворов осуществляли с помощью модернизированного УЗ диспергатора УЗДН-1V, позволяющего изменять частоты ультразвука от 15 до 47 кГц с регулировкой интенсивности от 0,5 до 25 Вт/см² [4]. Интенсивность УЗ определяли расчетным и экспериментальным методами с использованием ультразвуковых торзионных весов ИМУ-3 и ультразвукового анализатора скорости УЗАС - 7 [1]. Результаты

определения интенсивности УЗ двумя вышеприведенными методами оказались достаточно близкими. Измерение величины рН растворов соли проводили с помощью рН-метра рН 673 М или иономера ЭВ - 74 со стеклянным индикаторным электродом ЭСП-14-01. Применяли бидистиллированную воду, полученную перегонкой в кварцевом приборе. Ацетилацетон предварительно очищали экстракцией бензолом с последующей его отгонкой [7]. Хлороформ очищали перегонкой в кварцевом приборе [7]. Соляную кислоту и аммиак очищали изотермической дистилляцией [1]. Остальные реактивы, квалификации не ниже х.ч., использовали без дополнительной очистки. В качестве головного стандарта использовали государственный стандартный образец хрома ГСО 5236-90 производства физико-химического института им.Богатского (г. Одесса).

Методика эксперимента. Навеску продукта растворяли в воде в делительной воронке, приливали определенное количество соляной кислоты (до рН 3), смеси ацетилацетона с хлороформом (1:1), встряхивали полученную смесь в течение 1 мин и отбрасывали органический слой. Водную фазу переносили в реактор с водяной рубашкой, обеспечивающий возможность поддержания температуры $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$, приливали аммиак до рН 6, равное количество ацетилацетона и воздействовали ультразвуком частотой 15-47 кГц, интенсивностью $0,5-5,0 \text{ Вт/см}^2$ в течение времени 5-50 с. К полученному раствору приливали соляную кислоту до рН 3 и экстрагировали хром (III) ацетилацетоном в течение 1 мин. Полученную смесь переносили в центрифужную пробирку и центрифугировали при 2000 об/мин. В органической фазе устанавливали содержание хрома в восстановительном пламени «ацетилен-воздух» по резонансной линии 357,9 нм.

Поскольку, в виде ацетилацетоната экстрагируется только хром (III) [7], то при определении общего хрома, хром (VI) восстанавливали до хрома (III) сернистой кислотой. Содержание хрома (VI) устанавливали по разности между содержанием общего хрома (хрома (VI) и хрома (III)) и хрома (III). Параллельно проводили «холостой» опыт. Также, в той же пробе определяли хром с использованием кипячения в течение 1 часа для образования ацетилацетоната хрома, а также проводили определение с воздействием УЗ на раствор поваренной соли насыщенный CO_2 . В последнем случае CO_2 подавали также и в процессе обработки УЗ.

В растворах поваренной соли и рассолах имеются растворенные гуминовые вещества, в основном гуминовые и фульвокислоты, которые могут образовывать прочные комплексные



Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.207	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 4.102	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

соединения с хромом не экстрагируемые в виде ацетилацетоната [8]. Для разрушения соединений хрома с органическими веществами наибольшее распространение получило кипячение анализируемых растворов с персульфатом аммония в кислой среде в течение 40 минут [3]. Метод отличающейся длительностью и возможностью загрязнения анализируемых растворов примесями из реагентов. Нами изучено использование для разрушения органических соединений хрома воздействия УЗ частотой 15-47 кГц, интенсивностью 1-10 Вт/см² в течение 0,5- 3,0 мин в присутствии веществ - инициаторов образования радикалов: перекиси водорода, азотной кислоты, смеси азотной и соляной кислот, смеси азотной кислоты и перекиси водорода в соответствии с рекомендациями изложенными в [8]. О полноте разрушения органических соединений судили по достигаемой величине аналитического сигнала, сопоставимой с величиной аналитического

сигнала, полученной после разрушения органических соединений альтернативными методами. В качестве критерия полноты разрушения органических соединений использовали понятие степени разрушения (X), описанной нами в работе [1].

Результаты и обсуждение.

Как следует из результатов опытов представленных в табл.1 концентрация хлорида натрия оказывает влияние на экстракцию хрома в виде ацетилацетоната при использовании предварительного кипячения растворов или при обработке растворов УЗ. С использованием классического ацетилацетонатного метода с кипячением пробы в течение 1 часа, количественная экстракция (степень извлечения более 90 %) возможна из растворов с концентрацией хлорида натрия до 90 г/дм³, а при использовании ультразвуковой обработки растворов экстракция возможна до концентрации хлорида натрия 200 г/дм³.

Таблица 1.

Влияние концентрации хлорида натрия на степень извлечения хрома из растворов.

C _{NaCl} , г /л	Степень извлечения хрома, %	
	экстракция ацетилацетоном по [10]	экстракция ацетилацетоном с УЗ -обработкой
50*	—	—
50	95	98
70	92	98
90	90	98
100	87	99
120	80	99
130	78	98
150	61	98
200	54	96
220	28	89
250	9	78

Примечание. В таблице представлены усредненные результаты шести опытов.

Частота ультразвука 44 кГц, интенсивность 2 Вт/см², продолжительность воздействия 20 с. * Экстракцию хрома ацетилацетоном проводили при комнатной температуре без предварительного кипячения анализируемого раствора с ацетилацетоном и без обработки УЗ.

При комнатной температуре без воздействия УЗ экстракционного извлечения хрома (III) не происходит (табл.1, 2). Положительный эффект воздействия УЗ наблюдался во всем изученном диапазоне частот 15-47 кГц при интенсивности 1,0-2,5 Вт/см² и времени воздействия более 20 с. При

увеличении интенсивности УЗ свыше 2,5 Вт/см² степень извлечения хрома падает, что говорит о разрушении ацетилацетоната хрома (табл.2). Этот факт подтверждается также и наличием в растворе аниона CH₃COO⁻, определяемого газохроматографическим методом с использованием тетрафенилсилана, нанесенного на цеолит 545(95 °С, газ-носитель гелий) [9]. Обработка УЗ насыщенных углекислым газом растворов хлорида натрия к образованию ацетилацетоната хрома не приводит, что говорит о том, что в основе наблюдаемого эффекта - образование ацетилацетоната хрома под

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.207	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 4.102	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

действием УЗ - лежит протекание звукохимических реакций, т.к. известно, что в растворах насыщенных CO_2 звукохимические реакции не идут (табл.2) [10]. Поскольку, опыты проводились в условиях постоянной температуры (20 ± 1 °C), то можно предположить, что образование ацетилацетоната хрома происходит именно под воздействием УЗ и в частности вследствие кавитационных эффектов, вызывающих протекание звукохимических реакций (табл.2) [1, 10]. Следует также отметить, что обработка анализируемых растворов УЗ вышеприведенных параметров не меняет

состояния хрома, косвенно об этом говорит совпадение результатов анализа одних и тех же проб с использованием УЗ обработки и с использованием кипячения пробы с ацетилацетоном (табл. 3). Обработка анализируемых растворов сернистой кислотой позволяет определять суммарное содержание хрома (VI) и хрома (III), причем, метрологические характеристики полученных результатов лучше при использовании УЗ, чем при использовании кипячения для образования ацетилацетоната хрома (табл.3).

Таблица 2.

Влияние параметров ультразвука на степень извлечения хрома

Интенсивность УЗ, Вт/см ²	Степень извлечения, %	Частота УЗ, кГц	Степень извлечения, %	Продолжительность воздействия УЗ, с	Степень извлечения, %
*	—	*	—	*	—
0,5	86	15	94	5	74
1,0	95	18	98	10	89
1,5	98	22	99	15	95
2,0**	3	26	99	20	99
2,0	99	30	98	25	99
2,5	93	34	98	30	100
3,0	90	38	99	35	99
3,5	88	44	99	40	99
4,0	76	46	98	45	98
5,0	5	47	97	50	98

В таблице представлены усредненные результаты шести опытов. *Экстракцию проводили без УЗ-обработки при комнатной температуре. ** Экстракцию проводили с УЗ-обработкой растворов, насыщенных CO_2 .

Результаты определения хрома после разрушения органических соединений возросли на 15-25 % в зависимости от вида поваренной соли и рассола, что говорит о присутствии в этих объектах хрома в форме органических соединений не экстрагируемых ацетилацетоном (табл.3). Лучшие метрологические характеристики определения хрома получены при использовании УЗ для разрушения органических соединений. Разрушение органических соединений хрома воздействием УЗ наблюдалось в диапазоне частот 18-44 кГц при интенсивности более 10 Вт/см² в течение времени более 2 мин. Введение веществ-инициаторов образования радикалов позволяет снизить интенсивность УЗ необходимую для количественного разрушения органических соединений хрома в 5 раз. Причем, положительный эффект дает введение всех исследуемых веществ-инициаторов образования радикалов. Однако, наилучшие результаты давало введение перекиси водорода (табл.4).

В табл. 5 приведены результаты опытов, показывающие, что для инициирования

образования радикалов и, как результат обеспечения полного разрушения органических веществ (степень разрушения более 90 %) содержащихся в поваренной соли, достаточно введения 0,05 мл раствора 90% перекиси водорода на 10 мл раствора поваренной соли.

Как следует из табл. 5 разрушение органических соединений хрома происходит только при условии протекания звукохимических реакций. При насыщении пробы углекислым газом разрушения органических соединений хрома не происходит. Следовательно, введение перекиси водорода инициирует процесс образования радикалов. Следует отметить, что добавки веществ-инициаторов образования радикалов, используются при разрушении органических веществ в водах под воздействием ультрафиолетового облучения [1, 3], однако в этом случае количество вводимых окислителей в систему примерно в 10 раз больше, по сравнению с количеством окислителей вводимых при использовании ультразвука. Сопоставимые количества окислителей

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.207	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 4.102	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

требуется для разрушения органических веществ, содержащихся в природных водах в микроволновом поле, что еще раз подтверждает общность процессов происходящих в системах при обработке УЗ и микроволновым облучением [1].

Таким образом, нами изучено использование УЗ для образования ацетилацетоната хрома при комнатной температуре и для разрушения органических соединений хрома в рассолах и

поваренной соли. Разработан комплекс методик определения хрома в поваренной соли и рассолах, позволяющих определять хром в различных степенях окисления, а также хром, связанный с растворенными органическими веществами. Правильность методик проверяли на образцах рассола и поваренной соли методом «введено-найденно», а также анализом одних и тех же проб разработанным и методом по [3] (табл.3). Предел обнаружения хрома 0,01 мг/кг.

Таблица 3

Результаты определения хрома в рассолах и поваренной соли

Объект анализа	Введено Cr, мг/кг	Найдено Cr, мг/кг / S _r (n=6)			
		Предлагаемая методика		Методика по [3]	
		Cr(III)	Cr(VI)	Cr(III)	Cr(VI)
Без разрушения органических соединений					
Рассол Генический соле-промысел (Украина)	0,05	0,17/0,050 0,23/0,052	0,05/0,070 0,11/0,072	0,14/0,062 0,21/0,060	0,04/0,083 0,12/0,081
Поваренная соль, ГП Артемсоль, рудник 1. (Украина)	0,05	0,04/0,067 0,09/0,062	- 0,05/0,072	0,05/0,075 0,09/0,073	- 0,04/0,086
Поваренная соль, Нахичеванский солерудник (Азербайджан)	0,05	0,54/0,036 0,58/0,034	0,14/0,066 0,18/0,064	0,50/0,052 0,57/0,055	0,11/0,075 0,18/0,072
С разрушением органических соединений кипячением с персульфатом аммония в кислой среде					
Рассол Генический соле-промысел (Украина)	0,10	0,26/0,087 0,38/0,084		0,23/0,098 0,34/0,092	
Поваренная соль, ГП Артемсоль, рудник 1. (Украина)	0,05	0,08/0,094 0,13/0,092		0,07/0,112 0,11/0,111	
Поваренная соль, Нахичеванский солерудник (Азербайджан)	0,20	0,82/0,073 0,98/0,070		0,83/0,102 0,97/0,100	
С разрушением органических соединений воздействием ультразвука					
Рассол Генический соле-промысел (Украина)	0,10	0,28/0,072 0,37/0,070		0,24/0,084 0,33/0,082	
Поваренная соль, ГПО Артемсоль, рудник 1. (Украина)	0,05	0,09/0,073 0,14/0,070		0,08/0,092 0,11/0,070	
Поваренная соль, Нахичеванский солерудник (Азербайджан)	0,20	0,88/0,073 1,06/0,070		0,82/0,092 1,01/0,070	

Таблица 4.

Влияние веществ-инициаторов образования радикалов на величину интенсивности ультразвука, необходимую для разрушения органических соединений хрома

Интен - сивность УЗ, Вт/см ²	Степень разрушения органических соединений, %				
	1	2	3	4	5
1	—	81	53	80	92
2	—	99	79	98	99
3	32	99	90	98	98
4	54	98	99	98	99
5	68	98	98	98	98

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.207	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 4.102	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

6	70	99	97	99	99
7	75	98	98	99	98
8	82	97	98	99	99
9	92	99	99	99	98
10	97	98	99	99	98

1-без добавки веществ-инициаторов образования радикалов; 2 -с добавкой пероксида водорода; 3 —с добавкой азотной кислоты; 4 -с добавкой смеси азотной и соляной кислот; 5 -с добавкой смеси азотной кислоты и пероксида водорода.

Таблица 5.

Влияние количества пероксида водорода на степень разрушения органических соединений хрома в растворах поваренной соли

Введено пероксида водорода, см ³	Степень разрушения органических соединений, %
0	—
0,02	67
0,05	94
0,10	99
0,50	99
1,00	99
2,00	99
2,00 *	—

* Определение в условиях насыщения пробы CO₂

Методика определения хрома (III), хрома (VI), хрома связанного с неэкстрагируемыми органическими веществами, общего хрома.

Определение хрома(III). Навеску поваренной соли массой 2,00 г растворяют в 10 см³ бидистиллированной воды, приливают 0,05 см³ соляной кислоты (1:1) и 10 см³ смеси ацетилацетона с хлороформом (1:1), встряхивают смесь в течение 1 мин, органическую фазу отделяют. Водную— переносят в пробирку, добавлением аммиака устанавливают рН 6 и приливают 10 см³ ацетилацетона. Пробирку устанавливают в магнитострикционный излучатель и воздействуют на систему УЗ частотой 44 кГц, интенсивностью 2 Вт/см² в течение 20 с. Затем в пробирку приливают 0,5 см³ соляной кислоты, 10 см³ ацетилацетона и встряхивают в течение 1 мин. Пробирку устанавливают в центрифугу и центрифугируют при 2000 об/мин. В верхнем органическом слое определяют содержание хрома пламенным атомно-абсорбционным методом в восстановительном пламени ацетилен-воздух по длине волны 357,9 нм при ширине щели монохроматора 0,2 нм. Предел обнаружения

хрома (III) —0,01 мг/кг. Для анализа берут 10 г рассола с содержанием хлорида натрия не более 200 г/см³, при необходимости рассол разбавляют бидистиллированной водой.

Определение хрома(VI). Навеску поваренной соли массой 2 г растворяют в 10 см³, приливают 0,5 см³ сульфитной кислоты и кипятят полученный раствор в течение 10 мин для восстановления хрома(VI) до хрома(III). Далее определяют сумму хрома(VI) и хрома(III). Содержание хрома (VI) находят по разности между суммарным содержанием хрома(VI) и хрома(III) и найденным ранее содержанием хрома(III).

Определение общего хрома и хрома связанного с органическими веществами.

Навеску поваренной соли массой 2 г растворяют в 10 см³ бидистиллированной воды, приливают 0,5 см³ пероксида водорода и воздействуют ультразвуком частотой 44 кГц, интенсивностью 2,0 Вт/см² в течение 1 мин. Далее определяют содержание общего хрома, для определения хрома, связанного с органическими веществами, от общего хрома отнимают суммарное содержание хрома (III) и хрома (VI).

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHHI (Russia) = 0.207	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 4.102	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

References:

1. Baklanov A.N., Baklanova L.V., Avdeyenko A.P., Konovalova S.P. (2012) Ul'trazvuk v analiticheskoy khimii i khimicheskoy tekhnologii.-Kramatorsk:izd-vo DGMA, 2012-383 p.
2. (2001) Sanitarno-epidemiologicheskkiye pravila i normativy «Gigiyenicheskkiye trebovaniya bezopasnosti i pishche-voy tsennosti pishchevykh produktov. SanPiN 2.3.2.1078-01», utverzhdenyye Glavnym gosudarstvennym sani-tarnym vrachom Rossiyskoy Federatsii 06.11.2001 g.
3. Lur'ye, YU. YU. (1984) Analiticheskaya khimiya promyshlennykh stochnykh vod / YU. YU. Lur'ye . – M. : Khimiya, 1984. - 448 p.
4. Goloperov I.V., Belova E.A., Baklanova L.V., Baklanov A.N. (2018) IMPROVING FOOD SAFETY - IN-CREASE OF EXPRESSIVE ANALYSIS TO TOXIC ELEMENTS. ISJ Theoretical & Applied Science.-2018.- №01 (57).-R. 260-265.
5. Yurchenko O.I., Baklanov A.N., Kalinenko O.C., Belova E.A., Baklanova L.V. (2015) ULTRASOUND TO INTENSIFY OF FOOD DRY MINERALIZATION BY THE OXIDANTS IN VAPOR FORM // International Scientific Journal Theoretical & Applied Science. Section 9. Chemistry and chemical technology. – 2015. – № 7 (27). – P. 122-129.
6. Yurchenko O.I., Baklanov A.N., Kalinenko O.C., Belova E.A., Baklanova L.V. (2016) Ultrasound in the determination of lead, copper and cadmium in the sugar and products on its basis // International Scientific Journal Theoretical & Applied Science. Section 9. Chemistry and chemical technology. – 2016. – № 1 (33). – P. 158-163.
7. Mazurenko Ye.A. (1972) Spravochnik po ekstraksii. Kiyev: Tekhnika, 1972. 448p.
8. Baklanov A.N., Avdeyenko A.P., Chmilenko F.A., Baklanova L.V. (2011) Analiticheskaya khimiya povarennoy soli i rassolov. - Kramatorsk: izd-vo DGMA, 2011. - 288 p.
9. Slizhov YU.G., Berezkin A.A., V.G., (1991) Opredeleniye alyuminiya i khroma v forme atsetilatsetonotov gazovokhromatograficheskim metodom // Zhurn. analit. khimii. – 1991. – T. 46, № 4. – p. 736–740.
10. Margulis M.A. (1986) Zvukokhimicheskkiye reaktsii i sonolyuminestsentsiya.–M.:Khimiya, 1986.–288 p.

