

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHII (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: 01 Volume: 57

Published: 30.01.2018 <http://T-Science.org>

SECTION 9. Chemistry and chemical technology.

Igor Viktorovich Goloperov

Candidate of chemical sciences, Docent,
Department of Occupational Health and Environmental
Safety, Ukrainian Engineering and
Pedagogical Academy, Ukraine
goloperov_igor_2018@ukr.net

Elena Aleksandrovna Belova

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

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

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 FOOD SAFETY - INCREASE OF EXPRESSIVE ANALYSIS TO TOXIC ELEMENTS

Abstract: A solution to the problem of food safety is proposed by increasing the expressiveness of their analysis for the content of toxic elements. The use of joint action of ultrasound of high and low frequencies for the intensification of the processes of wet mineralization of various food products has been studied. It is shown that the use of combined action of high and low frequency ultrasound makes it possible, in comparison with using only low-frequency ultrasound, to increase the extraction rate, to use one oxidizer for all food products, which makes it possible to create a unified method for analyzing various food products.

Key words: ultrasound, food products, safety, toxic elements, mineralization.

Language: Russian

Citation: Goloperov IV, Belova EA, Baklanova LV, Baklanov AN (2018) IMPROVING FOOD SAFETY - INCREASE OF EXPRESSIVE ANALYSIS TO TOXIC ELEMENTS. ISJ Theoretical & Applied Science, 01 (57): 260-265.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-01-57-42> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2018.01.57.42>

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ - ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПРЕССНОСТИ АНАЛИЗА НА ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Аннотация: Предложено решение проблемы безопасности использования пищевых продуктов путем повышения экспрессности их анализа на содержание токсичных элементов. Изучено использование совместного действия ультразвука высокой и низкой частот для интенсификации процессов мокрой минерализации различных пищевых продуктов. Показано, что использование совместного действия ультразвука высокой и низкой частот позволяет, по сравнению с использованием только низкочастотного ультразвука, повысить степень извлечения, использовать один окислитель для всех пищевых продуктов, что позволяет создать унифицированную методику анализа различных пищевых продуктов.

Ключевые слова: ультразвук, пищевые продукты, безопасность, токсичные элементы, минерализация.



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	

Введение.

Существующие в СНГ стандартные методики анализа длительны из-за длительности стадии минерализации, занимающей от 3 до 40 часов в зависимости от вида пищевого продукта. Для интенсификации минерализации наибольшее распространение получило микроволновое излучение. Однако, микроволновые печи отличаются высокой стоимостью, более 5 тыс. долларов США. В связи с чем, нами использован ультразвук (УЗ) для интенсификации минерализации как сухим, так и мокрым способами [1-4].

Для интенсификации сухой минерализации УЗ использовался только для создания эффекта кипящего слоя, благодаря чему, каждая частичка карбонизата пищевого продукта подвергалась воздействию окислителей в парообразной форме. В связи с чем, экспрессность анализа была повышена в 10-12 раз по сравнению с классическим вариантом сухой минерализации [2, 3].

Более эффективно использование УЗ для интенсификации мокрой минерализации [1]. Изучено использование УЗ частотой от 18 до 100 МГц. При этом время минерализации сократилось в 10-20 раз в зависимости от вида пищевого продукта, а степень извлечения свинца и кадмия составила 94-98 % [1].

Описано использование совместного действия УЗ высокой и низкой частот для интенсификации кислотной экстракции свинца и кадмия из жиров и масел. Было показано, что применение совместного действия УЗ высокой и низкой частот позволяет повысить снизить энергоёмкость анализа за счет снижения интенсивности УЗ и улучшить метрологические характеристики результатов анализа [5]. Также было изучено использование совместного действия УЗ высокой и низкой частот для интенсификации пробоподготовки при анализе сахара и продуктов на его основе на содержание свинца, меди и кадмия. При этом, УЗ был использован для перевода соединений свинца, меди и кадмия в кинетически лабильные. В связи с чем, возможна их количественная экстракция в виде диэтилдитиокарбаматов в хлороформ из растворов сахара концентрацией до 100 г/л [4].

Предлагаемая работа посвящена изучению совместного действия УЗ высокой и низкой частот для интенсификации процессов мокрой минерализации пищевых продуктов.

Экспериментальная часть. Для создания низкочастотных колебаний использовали трубчатые магнитострикционные излучатели, в которые устанавливали пробирку с исследуемым раствором. На верхнюю часть пробирки одевали, с использованием фторопластовых уплотнителей,

кольцеобразный пьезоэлектрический излучатель (с рабочей частотой 1 или 2 МГц) типа ЦТС-19, изготовленный из цирконата титана-свинца. Магнитострикционный излучатель присоединяли к модернизированному ультразвуковому диспергатору УЗДН-1М, что позволяло создавать в изучаемых растворах ультразвуковые колебания частотой от 18 до 44 кГц с интенсивностью от 0,05 до 15 Вт/см² (ограничивалась прочностью пробирки). Питание пьезоэлектрического излучателя осуществляли от лампового генератора типа 24-УЗГИ-К-1,2, что позволяло создавать в изучаемых растворах ультразвуковые колебания частотой 1 или 2 МГц с интенсивностью до 12 Вт/см² (ограничивалась прочностью излучателя) [4].

Методика проведения эксперимента при анализе мяса (свинина постная, говядина нежирная) соков, фруктов муки, кофе и овощей. 4 мл сока или 0,50 г муки, кофе, овощей, фруктов, мяса помещали в пробирку. Приливали смесь (1 : 1) H₂O₂ + HNO₃ (8 мл при анализе соков и 10 мл при анализе овощей, кофе или муки).

Методика проведения эксперимента при анализе пива и круп. 4 мл пива или 0,5 г размолотых круп помещали в пробирку. Приливали 10 мл смеси пероксида водорода и азотной кислоты в соотношении (1 : 1).

Методика проведения эксперимента при анализе молокопродуктов. Навеску продукта массой 2,00 г (при анализе молока, сливок 8 % и кисломолочных продуктов) или 1,00 г (при анализе творога, сухого и сгущённого молока, масла сливочного, сливок жирностью более 8%) помещали в пробирку и приливали в первом случае 3 мл азотной кислоты (1:1); во втором – 3 мл смеси азотной (1:1) и соляной (1:1) в соотношении (3:1).

Методика проведения эксперимента при анализе хлебобулочных изделий. При анализе сахаросодержащих хлебобулочных изделий (сдоба донецкая, булочка с повидлом), навеску продукта массой 1,00 г помещали в пробирку и приливали 6 мл смеси азотной кислоты с перекисью водорода в соотношении (1:1), а при анализе хлеба – 6 мл азотной кислоты (1:1). К полученному минерализату приливали и приливают 1 мл 0,001 мг/л раствора Pd(NO₃)₂, разбавляли бидистиллированной водой до объема 10 мл и устанавливали содержание свинца и кадмия непламенным атомно-абсорбционным методом, в соответствии с изложенным в [6] по температурно-временной программе, приведенной в [1]. Одновременно одни и те же пробы анализировали атомно-абсорбционным стандартным методом после минерализации сухим и мокрым способами [1]. В качестве критерия полноты извлечения токсичных

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	

элементов использовали понятие степени извлечения, предложенное в [1].

Степень извлечения, определяли следующим образом:

$$X = \frac{m}{n} \cdot 100, \%$$

где m – среднее арифметическое шести измерений содержания определяемого элемента по предлагаемому методу, мг/кг;

$$n = (p + g)/2, \text{ мг/кг}$$

где p – среднее арифметическое шести измерений содержания определяемого элемента, полученное атомно-абсорбционным методом после сухого

озоления, мг/кг [1];

g – среднее арифметическое шести измерений содержания определяемого элемента, полученное атомно-абсорбционным методом после мокрой минерализации, мг/кг [6].

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований установлено, что при использовании совместного действия УЗ высокой и низкой частот степень извлечения свинца и кадмия была несколько выше (98–99 %), чем при использовании только одного низкочастотного УЗ (93–96 %) при проведении извлечения с использованием оптимальных окислителей, подобранных для каждого вида пищевого продукта (указаны выше в методиках проведения экспериментов) [4] (табл. 1).

Таблица 1

Степень извлечения свинца и кадмия из различных пищевых продуктов при совместном воздействии УЗ высоких и низких частот и УЗ низкой частоты

Наименование пробы	Степень извлечения, %			
	Совместное действие УЗ высокой и низкой частот		Низкочастотный УЗ	
	Свинец	Кадмий	Свинец	Кадмий
1	2	3	4	5
Мясо (говядина)	99	98	94	93
Мясо(свинина)	99	98	95	93
Молоко, жирностью 2,5 %	99	99	96	95
Молоко, жирностью 3,2 %	99	99	95	93
Сливки жирностью 10 %	99	98	93	94
Сливки жирностью 20 %	98	98	93	95
Мука пшеничная, в/с	99	98	93	93
Крупа перловая	99	99	96	94
Крупа гречневая	99	99	96	95
Хлеб «Донбасский новый»	99	99	96	94
Булочка с повидлом	98	99	97	95
Кофе растворимый	98	99	95	96
Яблоки	99	98	96	96
Капуста	99	99	94	95
Сок абрикосовый	98	98	96	95
Пиво Оболонь светлое	98	98	95	96
Пиво Черниговское светлое	99	98	94	96

Примечание. В этой таблице и последующих представлены усредненные результаты шести опытов. Масса навески пищевого продукта – 1,00 г. Окислитель – пероксид водорода, количество – 5 мл. Параметры УЗ при совместном воздействии: частота высокочастотного – 1 МГц, низкочастотного – 22 кГц, интенсивность высокочастотного 2,0 Вт/см², низкочастотного – 2,5 Вт/см² время воздействия 3 мин. При использовании одного низкочастотного УЗ параметры были такими – частота – 22 кГц, интенсивность – 7 Вт/см², время воздействия 3 мин.

Изменение частоты низкочастотного УЗ от 18 до 47 кГц на величину степени извлечения влияния не оказывало, сравнение результатов полученных

с использованием высокочастотного УЗ частотой 1 и 2 МГц показало, что лучшие результаты были получены в первом случае (табл. 2).

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	

Таблица 2.

Влияние частоты УЗ на степень извлечения свинца и кадмия

Наименование пробы	Степень извлечения, %			
	1 МГц		2 МГц	
	Свинец	Кадмий	Свинец	Кадмий
Мясо (говядина)	100	98	92	93
Мясо(свинина)	100	98	93	91
Молоко, жирностью 2,5 %	100	100	95	96
Молоко, жирностью 3,2 %	100	100	92	93
Сливки жирностью10 %	99	98	91	90
Сливки жирностью20 %	98	98	89	84
Мука пшеничная, в/с	99	98	95	97
Крупа перловая	100	100	94	95
Крупа гречневая	100	100	95	93
Хлеб «Донбасский новый»	100	100	97	95
Булочка с повидлом	98	100	91	90
Кофе растворимый	98	100	94	91
Яблоки	99	98	92	92
Капуста	100	99	95	94
Сок абрикосовый	98	98	94	94
Пиво Донецкое, 14%	98	98	90	91
Пиво Донецкое, 12%	99	98	92	93

Интенсивность высокочастотного УЗ 2,0 Вт/см², низкочастотного – 2,5 Вт/см². Частота низкочастотного УЗ – 22 кГц. Время воздействия УЗ– 3 мин.

Оптимальная интенсивность высокочастотного УЗ и низкочастотного УЗ

зависели от вида пищевого продукта и частоты высокочастотногоУЗ и не превышала 2,0 Вт/см² для высокочастотного и 2,5 Вт/см² для низкочастотного (табл. 3).

Таблица 3.

Величина оптимальной интенсивности УЗ в зависимости от вида пищевого продукта и частоты УЗ

Наименование пробы	Оптимальная интенсивность УЗ, Вт/см ²	
	1 МГц	22 Гц
Мясо(свинина)	1,8	2,0
Молоко, жирностью 2,5 %	1,7	2,0
Сливки жирностью20 %	2,0	2,5
Крупа гречневая	1,5	1,8

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	

Булочка с повидлом	1,6	2,0
Кофе растворимый	1,5	2,0
Яблоки	1,6	1,5
Сок абрикосовый	1,6	1,7
Пиво Донецкое, 14%	1,8	2,0

При этом, под оптимальной интенсивностью понимали такую интенсивность, которая обеспечивает достижение максимально возможной величины аналитического сигнала. Следует отметить, что оптимальная интенсивность при использовании только одного низкочастотного УЗ была значительно выше и составляла от 3,5 Вт/см² для соков до 7 Вт/см² – для молокопродуктов. Время воздействия двухчастотного УЗ должно быть не менее 1 мин для соков, 2 мин для продуктов растительного происхождения и 3 мин для продуктов животного происхождения при использовании в качестве окислителя пероксида водорода. Следует отметить, что даже при увеличении времени воздействия УЗ в 3 раза величина аналитического сигнала не изменялась. Порядок включения УЗ низкой и высокой частот на полученные результаты влияния практически не оказал.

Более высокая эффективность одновременного воздействия УЗ высокой и низкой частот объясняется особенностями образования и схлопывания кавитационных пузырьков при двухчастотном воздействии УЗ при котором преимущественно (более 90 %) образуются малые сферические кавитационные пузырьки, при схлопывании которых наиболее эффективно интенсифицируются звукохимические реакции, лежащие в основе ускорения процессов минерализации [7].

Изменение частоты низкочастотного УЗ от 18 до 100 кГц на величину степени извлечения бета-кروتин не оказало. Сравнение результатов,

полученных с использованием высокочастотного УЗ частотой 1-5 МГц показало, что лучшие результаты были получены при использовании УЗ частотой 1,0-2,5 МГц (табл. 2). При этом интенсивность низкочастотного УЗ должна быть 1,5-2,5 Вт/см², а высокочастотного – 2,5-4,0 Вт/см² (табл. 2). Время воздействия УЗ должно быть не менее 2 мин.

Выводы.

Таким образом, использование совместного действия УЗ высокой и низкой частот позволяет, по сравнению с использованием только низкочастотного УЗ, повысить степень извлечения, использовать один окислитель для всех пищевых продуктов, что позволяет создать унифицированную методику анализа пищевых продуктов. Более высокую интенсифицирующую способность совместного действия УЗ высокой и низкой частот, по сравнению с УЗ только одной низкой частоты, можно, очевидно, объяснить преобладанием в первом случае суммарной массы малых сферических пузырьков (способствуют протеканию звукохимических реакций) над большими деформационными (способствуют массообменным процессам, диспергирования, эмульгирования) [7]. Разработана унифицированная методика определения свинца и кадмия в различных пищевых продуктах. Правильность методики проверяли анализом одних и тех же проб стандартным методом (табл. 4).

Таблица 4.**Результаты определения свинца и кадмия в пищевых продуктах**

Наименование пробы	Найдено, мг/кг; (n=6)							
	Предлагаемым методом				Стандартным методом [1]			
	Pb	S _r	Cd	S _r	Pb	S _r	Cd	S _r
Мясо (свинина)	0,195	0,06	0,037	0,08	0,192	0,09	0,035	0,10
Молоко, жирностью 2,5 %	0,092	0,07	0,013	0,07	0,095	0,10	0,012	0,11
Молоко, жирностью 3,2 %	0,114	0,07	0,020	0,07	0,116	0,10	0,018	0,10
Сливки жирностью 10 %	0,128	0,07	0,021	0,06	0,134	0,10	0,019	0,09
Сливки жирностью 20 %	0,160	0,06	0,020	0,07	0,155	0,09	0,022	0,10
Крупа пшеничная, в/с	0,150	0,07	0,014	0,08	0,153	0,10	0,013	0,09
Крупа перловая	0,066	0,07	0,041	0,07	0,061	0,10	0,036	0,09
Крупа гречневая	0,085	0,07	0,053	0,06	0,081	0,10	0,048	0,10

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	

Хлеб «Донбасский новый»	0,159	0,08	0,035	0,08	0,153	0,10	0,030	0,11
Булочка с повидлом	0,217	0,07	0,019	0,08	0,211	0,10	0,018	0,09
Кофе растворимый	0,114	0,06	0,029	0,08	0,114	0,09	0,027	0,09
Яблоки	0,157	0,06	0,014	0,08	0,153	0,09	0,012	0,10
Капуста	0,084	0,07	0,007	0,08	0,085	0,09	0,008	0,10
Сок абрикосовый	0,079	0,07	0,009	0,08	0,071	0,11	0,011	0,10
Пиво Черниговское, 14%	0,129	0,07	0,019	0,08	0,122	0,09	0,021	0,10

Примечание. При анализе продуктов по предлагаемой методике основные показатели были следующими. Масса навески пищевого продукта – 1,00 г. Окислитель – пероксид водорода, количество – 5 мл. Параметры УЗ при совместном воздействии: частота высокочастотного – 1 МГц, низкочастотного – 22 кГц, интенсивность высокочастотного 2,0 Вт/см², низкочастотного – 2,5 Вт/см² время воздействия 3 мин. При использовании одного низкочастотного УЗ параметры были такими – частота – 22 кГц, интенсивность – 7 Вт/см², время воздействия 3 мин.

Унифицированная методика определения свинца и кадмия в пищевых продуктах растительного и животного происхождения.

Навеску продукта животного происхождения массой 0,50 г или растительного происхождения массой 1,00 г помещают в пробирку и приливают 5 мл пероксида водорода (90 %). Пробирку помещают в магнитоотражательный излучатель и воздействуют УЗ с частотой 22 кГц и 1 МГц с интенсивностью 2,0 и 2,5 Вт/см² соответственно.

Время воздействия УЗ при анализе продуктов растительного происхождения 2 мин, а при анализе продуктов животного происхождения – 3 мин.

К полученному минерализату приливают 1 мл 0,01 мг/л раствора Pd(NO₃)₂, разбавляют бидистиллированной водой до объема 10 мл и устанавливают содержание свинца и кадмия непламенным атомно-абсорбционным методом по температурно-временной программе, приведенной в [3].

References:

1. (2012) Ul'trazvuk v analiticheskoy khimii i tekhnologicheskoy tekhnologii: monografiya /A.N. Baklanov, A.P. Avdeyenko, S.A. Konovalova t L.V. Baklanova.- Kramatorsk: DGMA, 2012.- 332 p.
2. Yurchenko O. I. (2015) Intensifikatsiya sukhoy mineralizatsii pishchevykh produktov parami okisliteley s IK-oblucheniym / O.I. Yurchenko, A.N. Baklanov, Ye.A. Belova, O.S. Kalinenko, L.V. Baklanova, V.I. Larin // Ukraïns'kiy khimichniy zhurnal. - 2015. - T. 81, № 4. - p. 98-102.
3. Yurchenko O.I. (2015) Ul'trazvuk dlya intensifikatsii sukhogo mineralizatsii pishchi okislitel'yami v paroobrazovanii / Oleg Ivanovich Yurchenko, Aleksandr Nikolayevich Baklanov, Kalinenko Ol'ga Sergeevna, Yelena Aleksandrovna Belova, Larisa Vladimirovna Baklanova // Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal «Teoreticheskiye i prikladnyye nauki». Razdel 9. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. - 2015. - № 7 (27). - p. 122-129.
4. Yurchenko O.I. (2016) Ul'trazvuk v opredelenii svintsya, medi i kadmiyumina sakhara i produktov na yego osnove / O.I. Yurchenko A.N. Baklanov, O.S. Kalinenko Ye.A. Belova L.V. Baklanova // Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal «Teoreticheskiye i prikladnyye nauki». Razdel 9. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. - 2016. - № 1 (33). - p. 158-163.
5. Baklanov A.N., Chmilenko F.A. (2001) Ispol'zovaniye vysokochastotnogo ul'trazvuka v sonolyuminescentnoy spektrofotometrii. Usileniye analiticheskogo signala // Izvestiya vuzov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya.
6. (1986) GOST 26927-GOST 26935 - 86 Syr'ye i produkty pishchevyye. Metody opredeleniya toksichnykh elementov. M.: Gos.komitet SSSR po standartam.-1986.- 85 p.
7. Margulis M.A. (1986) Zvukokhimicheskiye reaktzii i sonolyuminescentsiya.-M.: Khimiya, 1986.-288 p.

