



УКРАЇНА

(19) UA (11) 63519 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
G01N 29/00  
G01N 33/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ

1

(21) u201103397

(22) 22.03.2011

(24) 10.10.2011

(46) 10.10.2011, Бюл.№ 19, 2011 р.

(72) ГОНЧАРЕНКО МАРІЯ СТЕПАНІВНА, КОНО-  
ВАЛОВА ОЛЕНА ОЛЕГІВНА, АНДРЕЙКО ГАЛИНА  
ПАВЛІВНА, ГЛАДКА ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА(73) ГОНЧАРЕНКО МАРІЯ СТЕПАНІВНА, КОНО-  
ВАЛОВА ОЛЕНА ОЛЕГІВНА, АНДРЕЙКО ГАЛИНА  
ПАВЛІВНА, ГЛАДКА ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА(57) 1. Спосіб визначення вмісту важких металів в  
продуктах харчування шляхом мінералізації сухим

2

озоленням зразку продукту, розчинення залишку у  
хлористоводневій кислоті і аналізу атомно-  
абсорбційним методом з атомізацією в полум'ї,  
який **відрізняється** тим, що аналіз вмісту важких  
металів у зразку виконують за допомогою калібру-  
вальних розчинів, кожний з яких містить відповід-  
ний важкий метал.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що ато-  
мізацію здійснюють в полум'ї повітряно-пропанової  
суміші.

Корисна модель належить до способів дослі-  
дження чи аналізу матеріалів, а саме - до визна-  
чення наявності важких металів в продуктах хар-  
чування, зокрема злакових, і може бути  
використана в харчовій промисловості для об'єк-  
тивної оцінки якості продуктів харчування, керу-  
вання процесами їх виготовлення та зберігання, а  
також в медицині та біології.

Відомий спосіб визначення вмісту важких ме-  
талів, зокрема олова, в продуктах харчування  
(А.С. СРСР 1275516, кл. G01N33/02, 1986) згідно з  
яким зразок (пробу) продукту піддають мінераліза-  
ції сухим озоленням, потім виконують розчинення  
сухого залишку в 0,1 н HCl (хлористоводневій кис-  
лоті) з подальшою обробкою комплексоутворюва-  
чем, встановленням оптичної щільності розчину  
фотометричним засобом і визначення концентра-  
ції важких металів за останнім.

Як і в запропонованій корисній моделі, у відо-  
мому способі зразок продукту піддають мінералі-  
зації сухим озоленням і виконують розчинення  
озоленого залишку в 0,1 н HCl.

Причиною, що перешкоджає отриманню техні-  
чного результату є низька селективність способу.  
Для визначення вмісту конкретного важкого мета-  
лу в продукти із розчину необхідно видалити за-  
важаючі матеріали: титан, германій, молібден,  
вольфрам, що значно ускладнює спосіб.

Відомий спосіб визначення вмісту важких ме-  
талів в продуктах харчування (А.с. СРСР 1693545,

кл. G01N33/02, 1991). Згідно з відомим способом  
відібраний зразок піддають мінералізації сухим  
озоленням, сухий залишок розчиняють в 4 н HCl,  
одержаний розчин центрифугують. Одну його по-  
ловину розміщують в електрохімічній комірці по-  
лярографа і реєструють сумісний пік олова і свин-  
цю, а також розчин міді на фоні розчину 4 н HCl.  
Другу половину упарюють до сухого стану, підда-  
ють полярографуванню, після чого реєструють  
піки олова, свинцю і цинку. Розрахунок наявності  
окремих важких металів виконують методом доба-  
вок (В. Прайс, Аналитическая атомно-  
абсорбционная спектроскопия. М., 1976. - С. 137-  
139).

Як і в запропонованій корисній моделі, у відо-  
мому способі для визначення кількості визначених  
важких металів зразок продукту піддають мінера-  
лізації сухим озоленням, розчиняють одержаний  
сухий залишок в розчині HCl і аналізують.

Причиною, що перешкоджає отриманню техні-  
чного результату є неуніверсальність відомого  
способу. Вищевказаним способом можна визна-  
чати кількість обмеженого кола важких металів. Для  
розширення кола потрібні різні реактиви для кож-  
ного металу і різні методики вимірювань, що збі-  
льшує час здійснення способу, ускладнює і здоро-  
жчує пробопідготовку. Крім того, при здійсненні  
способу використовують концентровану хлористо-  
водневу кислоту 4 н HCl, що шкідлива для органі-  
зму людини.

(19) UA (11) 63519 (13) U

Прототипом вибраний відомий спосіб визначення вмісту олова в харчових продуктах (Пат. РФ 2004909, кл. G01N33/00, 1993). Згідно із відомим способом відібраний зразок продукту мінералізують шляхом сухого озолення, золу розчиняють у хлористоводневій кислоті і здійснюють комплексотворення пікриною кислотою. Одержану комплексну сполуку екстрагують у  $5 \cdot 10^{-2}$  М хлороформного розчину синтетичної нафтанової кислоти, потім розчиняють у етиловому спирті при співвідношенні 2:1 і аналізують підготовану пробу атомно-абсорбційним методом з атомізацією у повітряно-ацетиленовому полум'ї.

Як і в запропонованій корисній моделі, у відомому способі визначення кількості важких металів зразок продукту піддають мінералізації сухим озоленням, залишок розчиняють у хлористоводневій кислоті і аналізують атомно-абсорбційним методом з атомізацією в полум'ї.

Причиною, що перешкоджає отриманню технічного результату, є довготривала пробопідготовка з використанням токсичних матеріалів, а також обмежене коло важких металів, які можна визначити таким способом. За допомогою вказаного способу можна ефективно визначити тільки вміст олова. Для розширення кола важких металів необхідні інші реактиви і інші методики пробопідготовки для кожного важкого металу. Вищевказані недоліки способу-прототипу обмежують його використання і не дозволяють використовувати його при визначеннях концентрації більш широкого кола важких металів в продуктах харчування, що набуває масового характеру в зв'язку з збільшенням забруднення навколишнього середовища. Крім того, використання повітряно-ацетиленової суміші для атомізації мінералізату вибухо- і пожежонебезпечно. Повітряно-ацетиленова суміш, що використовується у способі-прототипі може призвести до пожежі, особливо при раптовому відключенні прибору (Журнал аналитической химии, 1997. - Т. 52. - С. 5).

Задачею, на вирішення якої спрямована запропонована корисна модель, є створення способу визначення вмісту важких металів в продуктах харчування.

Технічний результат, який може бути одержаний при використанні способу, полягає в розширенні кола важких металів, які можуть бути визначені в продуктах харчування, підвищенні безпечності способу через відсутність використання токсичних матеріалів, а також зменшенні вибухо- і пожежонебезпечності, що особливо важливо при масовому використанні способу. Крім того, здійснення способу економічно доцільніше за рахунок використання для атомізації більш дешевої порівняно з повітряно-ацетиленовою повітряно-пропановою суміші.

Суть корисної моделі полягає в тому, що в способі визначення вмісту важких металів в продуктах харчування шляхом мінералізації сухим озоленням зразку матеріалу, розчинення залишку у хлористоводневій кислоті і аналізу атомно-абсорбційним методом з атомізацією в полум'ї, аналіз вмісту важких металів у зразку виконують за допомогою калібрувальних розчинів, кожний з

яких містить відповідний важкий метал. Для зменшення вибухо- і пожежонебезпечності способу, а також зменшення його вартості для атомізації використовують повітряно-пропанову суміш.

Запропонована корисна модель відрізняється від прототипу тим, що аналіз вмісту важких металів у зразку виконують за допомогою калібрувальних розчинів, кожний з яких містить відповідний важкий метал.

Запропонована корисна модель відрізняється від прототипу також тим, що атомізацію зразку виконують в полум'ї повітряно-пропанової суміші.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак, що заявляються, та технічним результатом полягає у такому.

Виконання в способі визначення вмісту важких металів аналізу зразку матеріалу за допомогою калібровочних розчинів, кожний з яких містить відповідний важкий метал, дає можливість виконувати аналіз широкого кола важких металів за однією методикою і при однаковому методі пробопідготовки, що скорочує і здешевлює виконання способу, а відсутність шкідливих для організму людини матеріалів дає можливість використовувати спосіб для здійснення великої кількості аналізів без нанесення шкоди здоров'ю обслуговуючого персоналу. Крім того, для здійснення способу використовується повітряно-пропанова суміш, яка значно дешевша, ніж повітряно-ацетиленова, що також позитивно позначається на ефективності способу.

На кресленні зображена принципова схема пристрою для використання способу. Пристрій містить комірку 1 для досліджуваного продукту, полум'яний аналізатор 2, камеру 3, джерело випромінювання 4, монохроматор 5, фотоприймач 6, посилювач 7 і систему реєстрації 8.

Спосіб здійснюють таким чином. Зразок харчового продукту подрібнюють і просіюють через сито, завантажують в кварцову посудину для випаровування і нагрівають до повного звуглювання, посудину переносять до муфельної печі і при  $470^{\circ}\text{C}$  піддають остаточному звуглюванню. Після охолодження мінералізований залишок розчиняють в мінімальній кількості хлористоводневої кислоти  $0,1 \text{ н HCl}$  і розчин випарюють до сухості. Потім знову додають вищевказаний розчин хлористоводневої кислоти, розчин кип'ятять і фільтрують. Мінералізовану пробу досліджуваного продукту розміщують в комірці 1 і атомізують в полум'ї повітряно-пропанової суміші, переводячи пробу в стан атомної пари. Шар пари просвічують випромінюванням джерела 4 з лінійчастим спектром, що випромінює чергу вузьких спектральних ліній в тому числі і з резонансною довжиною хвилі елемента, що визначається. Монохроматор 5 виділяє тільки випромінювання з резонансною довжиною хвилі, що через посилювач 7 надходить до системи реєстрації 8. Концентрацію кожного важкого металу визначають послідовно за допомогою калібрувальних розчинів, кожний з яких містить важкий метал, вміст якого в продукті потрібно визначити. Вміст важких металів в продукті визначають за допомогою спеціальної комп'ютерної програми.

Даний спосіб дає можливість визначати інтегральний показник концентрації важких металів в продукті ( $Z_c$ ) шляхом порівняння одержаних даних з їх гранично допустимими концентраціями. Для цього використовують розроблену авторами формулу (див. Заявку №u201008662, від 2010, за якою 27 лютого 2011 прийнято рішення про видачу патенту)

$$Z_{c1}^n = \sum K_c - (n - 1),$$

де  $K_c = K_i / \text{ГДК}$

$K_c$  – коефіцієнт концентрації важкого металу

$K_i$  - фактичний його вміст у продукті

$n$  - число сумарних елементів, вміст яких у продукті перевищує ГДК.

В валеологічній лабораторії Харківського державного університету ім. В.Н. Каразіна були виконані дослідження по виявленню важких металів Ca, Mg, Pb, Cu, Mn, Zn в різних продуктах, переважно крупах і овочах, вирощених в Харківській області. Результати досліджень наведені в Таблицях №№ 1, 2, 3. В Таблиці № 1 наведені дані про вміст вищевказаних важких металів в крупах, в Таблиці № 2 - в овочах, в Таблиці № 3 - інтегральний показник вмісту важких металів в крупах, що входять в раціон харчування населення.

Таблиця № 1

## Вміст макро- і мікроелементів в крупах

№ п/п	Найменування зразка	Ca, мг/100 г	Mg, мг/100 г	Pb, мг/100 г	Cu, мг/100 г	Mn, мг/100 г	Zn, мг/100 г
1	Гречана крупа ядриця	20,0	66,3	4,5	1,6	2,1	5,3
	Дані довідників	20	48		0,64		

Таблиця № 2

## Вміст макро- і мікроелементів в овочах

№ п/п	Найменування зразка	Ca, мг/100 г	Mg, мг/100 г	Pb, мг/100 г	Cu, мг/100 г	Mn, мг/100 г	Zn, мг/100 г
1	Буряк	60,1	170,4	14,8	2,5	13,6	19,2
	Дані довідників	37	22		0,14		
2	Картопля	30,6	48,2	2,5	0,49	1,9	4,6
	Дані довідників	26	23		0,14		
3	Квасоля	200,4	55,7	0	1,16	2,4	4,3
	Дані довідників						
4	Морква	30,0	137,0	0	2,7	2,9	4,45
	Дані довідників	51	38		0,08		
5	Цибуля	19,0	50,4	0	3,0	3,1	4,7
	Дані довідників	31	14		0,09		

Таблиця № 3

## Інтегральна оцінка екологічного забруднення круп, які входять до раціону харчування населення

№ п/п	Найменування продуктів	Кількість обстежених зразків	Cd, мг/100 г	Pb, мг/ 100 г	Zn, мг/100 г	Ступінь забруднення, ум. одиниці	Висновок
1	Крупа гречана	5	15	2,3	4,8	27,89	
	Дані довідників		0,1	0,08	5,0	44,99	
2	Ячмінна крупа	2	0,44	0,55	7,8	12,3	
	Дані довідників		0,1	0,08	5,0	19,22	
3	Рисова крупа	4	0,16	1,3	3,3	37,61	
	Дані довідників		0,1	0,08	0,45	9,94	Допустима

