

МУЛЬТИЭЛЕМЕНТНЫЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПОЧВ И ДРУГИХ ОБЪЕКТОВ ПО СРЕДНЕ И ДОЛГОЖИВУЩИМ РАДИОНУКЛИДАМ

Б.А.Ибрагимов – кандидат технических наук, доцент

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

Таянч сўзлар: параметр, ҳисоблаш, кимёвий элемент, тупрок, дисперсия, таҳлил, таркиб, нейтронли фаол таҳлил, таркалиш, услуб.

Ключевые слова: параметр, расчёт, химический элемент, почва, дисперсия, анализ, состав, нейтронно-активационный анализ, распределение, методика.

Key words: option, calculation, chemical element, soil, dispersion, analysis, composition, neutron-activation analysis, distribution, methods.

В отличие от работ [1] здесь из схемы инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) исключены трёхкратное облучение трёх навесок одной пробы, что повысило производительность анализа в 1,5 раза.

К среднеживущим радионуклидам нами отнесены ^{57}Ni , ^{76}As , ^{82}Br , ^{140}La , ^{153}Sm , ^{187}W , ^{198}Au , ^{239}Np и другие, периоды полураспада которых находятся в интервале от 25 часов до 3 дней. К долгоживущим мы отнесли все радионуклиды период полураспада которых превышает 3 дня (^{46}Sc , ^{51}Cr , ^{59}Fe , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{75}Se , ^{86}Rb , ^{85}Sr , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{124}Sb , ^{134}Cs , ^{131}Ba , ^{141}Ce , ^{152}Eu , ^{160}Tb , ^{162}Yb , ^{177}Lu , ^{181}Hf , ^{182}Ta , ^{233}Pa и т.д.). Идентификацию и определение по вышеназванным радионуклидам проводили на γ -спектрометре, соединённом к персональному компьютеру, работающему в режиме «online».

Пробы весом 100-150 мг облучали в канале реактора в течение 5 часов потоком нейтронов $5 \cdot 10^{13}$ нейт/см²·сек. При идентификации и определении содержания химических элементов по их среднеживущим радионуклидам время «охлаждения» составило 7-9 дней, а для долгоживущих радионуклидов- 30 дней. В отдельных случаях, особенно при переходе к анализу с одного объекта на другой и в зависимости от места отбора пробы, мы проводили повторное измерение наведённой активности облученных проб через 60 дней, с целью уточнения надёжности определения содержания и проверки отсутствия других, мешающих анализу данного элемента радионуклидов.

Расчёт содержаний определяемых элементов проводился относительным методом с помощью специально разработанной компьютерной программы, а реальный предел обнаружения подсчитывали по известной формуле: $C_{\min} = \sqrt{I_f} \cdot C_s / I_A$, где $C_{\min}$ и C_s - предел обнаружения и содержание элемента в пробе, соответственно; I_A и I_f - полезный сигнал аналитического фотопика и фон под данным фотопиком, соответственно.

Результаты расчёта пределов обнаружения приводятся в табл. 1. Из таблицы видно, что достигнутые пределы обнаружения на порядок и больше превосходят реальное содержание определяемых элементов в почвах, растениях и других объектах природного происхождения. Поэтому можно считать, что усовершенствованная нами методика мультиэлементного ИНАА вполне пригодна для решения агро-эколого-геохимических задач и может быть широко использована для практических целей.

Сравнение полученных нами значений пределов обнаружения с литературными данными показывает, что результаты нашей методики в некоторых случаях значительно ниже, а в некоторых случаях выше (табл. 1). Такие колебания пределов обнаружения отдельных элементов, скорее всего объясняются уменьшением времени активации. В первую очередь, такая вариация пределов обнаружения связана с отношением $3\sqrt{I_f} / I_A$ и, определяется статистическими колебаниями.

Таблица 1.

Нейтронно-активационные параметры определения отдельных химических элементов в почвах и других природных объектах, мг/кг.

	Элемент	Аналитический радионуклид	Аналитический фотопик, кэВ (%)	Предел обнаружения	Литературные данные	режим
1	Na %	^{24}Na	2752,0(100)	0,02	0,3	I, II
2	Mg %	^{27}Mg	11014,4(30)	0,08	-	I
3	Al %	^{28}Al	1778,8(100)	0,3	0,8	I
4	Cl %	^{38}Cl	1642,4(60)	0,06	0,02	I
5	K %	^{42}K	1524,7(100)	0,02	0,03	I, II
6	Ca %	^{49}Ca	2573,4(ПОВ)	0,08	0,15	I
7	Sc	^{46}Sc	889,3(100)	0,05	0,1	

8	V	⁵² V	1434,4(100)	9,5	0,06	I
9	Cr	⁵¹ Cr	320,1(100)	0,4	0,03	II, III
10	Mn	⁵⁶ Mn	846,7(100)	0,11	0,12	
11	Fe %	⁵⁹ Fe	1099,2(50)	0,08	0,03	II, III
12	Co	⁶⁰ Co	1173,2(100)	0,9	0,4	II, III
13	Ni	⁵⁷ Ni	1377,6(77,9)			II, III
14	Cu	⁶⁴ Cu	511,0	2,6	10,0	I, II
15	Zn	⁶⁵ Zn	1115,5(50,8)	1,5	0,1	II, III
16	As	⁷⁶ As	559,1(45)	0,06	0,2	II
17	Se	⁷⁵ Se	264,6(59,6)	0,025	-	III
18	Br	⁸² Br	777,0(83,5)	1,4	1,0	II
19	Rb	⁸⁶ Rb	1076,6(8,76)	1,4	1,7	II, III
20	Sr	⁸⁵ Sr	514,0(99,3)	2,0	-	II, III
21	Ag	^{110m} Ag	657,8(94,5)	-	-	II, III
22	In	^{116m} In	12293,5(84,4)	0,22	-	I
23	Sb	¹²⁴ Sb	1691,0(47,3)	0,003	5,0	II, III
24	Cs	¹³⁴ Cs	795,8(85,4)	0,5	1,0	II, III
25	Ba	¹³¹ Ba	496,3(47,2)	1,1	0,3	II, III
26	La	¹⁴⁰ La	1596,5(95,4)	0,4	2,0	II
27	Ce	¹⁴¹ Ce	145,4(48,5)	1,1	0,5	II
28	Sm	¹⁵³ Sm	103,2(28,3)	0,05	8,0	II
29	Eu	¹⁵² Eu	1408,0(21)	0,1	0,01	II, III
30	Tb	¹⁶⁰ Tb	298,6(26,6)	0,04	-	
31	Yb	¹⁶⁹ Yb	176,6(34,9)	0,42	-	II, III
32	Lu	¹⁷⁷ Lu	208,4(11,7)	0,37	0,1	II, III
33	Hf	¹⁸¹ Hf	482,2(80,6)	0,15	0,1	II, III
34	Ta	¹⁸² Ta	67,8(44,5)	0,03	0,2	II, III
35	W	¹⁸⁷ W	685,7(26,4)	0,15	0,4	II
36	Au	¹⁹⁸ Au	411,8(95,5)	0,0028	0,02	II
37	Th	²³³ Pa	311,9(38,9)	0,13	0,3	II, III
38	U	²³⁹ Np	228,2(10,8) 277,6(14,2)	0,040	0,5	II

I - $t_{обл}=20-30$ сек; $t_{охл}=4-5$ мин (горизонтальный канал реактора) или $t_{обл}=до 10$ сек; $t_{охл}=4-5$ мин (9 канал); II – $t_{обл}=5$ час; $t_{охл}=7-9$ дн.; III - $t_{обл}=5$ час; $t_{охл}=30$ дн.

Положительным аспектом является то, что несмотря на отсутствие дополнительного облучения и анализа второй навески пробы и сокращение времени облучения в 2 и более раз, благодаря применению более совершенного спектрометрического оборудования и улучшению обработки спектрометрических данных, за счет применения персонального компьютера, мы достигли достаточно приемлемых значений параметров анализа природных объектов и увеличили производительность метода. Успехом мы считаем впервые разработанные методики одновременного определения In, Mg, Ni, Ca, Ag, Tb, Yb в почвах и установление по ним закономерностей

распределения этих элементов в агроландшафтах республики.

Достигнутые параметры мультиэлементного ИНАА почв, растений и их органов, аэрозолей, природных вод, горных пород, местных и минеральных удобрений могут быть использованы для решения задач агрохимии, геохимии, исследования физиологии и биохимии отдельных элементов, и, в других отраслях науки и производства. По надёжности получаемых результатов и производительности (при определении одного элемента, за рабочий день можно проанализировать 500-550 проб), данный метод значительно превосходит другие методы анализа. Поэтому ИНАА использован нами для изучения закономерностей распределения широкого спектра химических элементов в почвах с целью агро-эколого-геохимической оценки современного состояния почв Республики Каракалпакстан.

Литература

1. Хаматов Ш. Нейтронно-активационный анализ геохимических объектов при поисках золоторудных месторождений и оценке биогеохимической ситуации в Среднеазиатском регионе. Дисс. на соискание уч. степени д.т.н. – М.: 1991. -С.485.
2. Каракузиев Р.Т., Кист А.А., Каракузиев Е.У., Хатамов Ш., Имамалиев А.И. «Влияние γ -радиации в сочетании с сернокислым цинком на семена хлопчатника».- Радиобиология, т. XXVIII, вып. 1, 1988. -С.83-91.

РЕЗЮМЕ

Маколада кичик нейтронли фаол тахлил услуги билан тупрок, ўсимлик, сув, аэрозоль, минерал ўғит ва ҳоказолар таркибидagi кимёвий элементларнинг агрогеокимёвий ҳолатини ўрганиш ва In, Mg, Ni, Ca, Ag, Tb, Yb элементларининг таркалиш қонуниятлари ўрганилади.

РЕЗЮМЕ

В статье методом мультиэлементного нейтронно-активационного анализа изучается агрохимическое состояние состава химических элементов почвы, растений, воды, аэрозолей, минеральных удобрений и других объектов, рассматриваются законы распределения элементов In, Mg, Ni, Ca, Ag, Tb, Yb.

SUMMARY

The article deals with the method of the neutron activation analysis of agrochemical condition of the structure of chemical elements of soil, water, plants, aerosol, mineral fertilizer and other objects and the author also studies the laws of disperse of elements In, Mg, Ni, Ca, Ag, Tb, Yb.