

МЕТОДЫ

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

DETERMINATION OF ESSENTIAL MAJOR AND TRACE ELEMENTS IN DAILY DIETS BY COMPARATIVE METHODOLOGIES AND ALTERATIONS

**А.Дж. Гариб*, С. Фатуречян, А. Ахмадиньяр
A.G. Gharib, S. Fatoorechian, A. Ahmadiniair**

Исследовательский центр атомной энергии, 14155–1339, Тегеран, Иран.
Ex-Atomic Energy Research center, AEOI, North Kargar Ave. P.O. Box 14155–1339, Teheran, Iran.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: методы оценки потребления микроэлементов.

KEY WORDS: methods of trace elements consumption estimation.

РЕЗЮМЕ: Исследования содержания важнейших микроэлементов в диете различных социальных групп Ирана начаты с 1985 г. С этого времени опробованы различные методологические подходы сбора образцов диеты и методов анализа 24 микроэлементов в продуктах питания. Статья посвящена обсуждению различных методов оценки величины потребления эссенциальных элементов. Проведено сравнение эффективности использования различных методологических подходов к оценке потребления элементов: метод анкетирования (DR), метод дублирования проб (DD) и метод потребительской корзины (MB). В последнем случае анализировались индивидуальные продукты питания на содержание эссенциальных элементов.

ABSTRACT: A very rather comprehensive study was initiated since about 1985 to measure the nutritionally important trace elements intakes for different socioeconomic populations via their own individual daily diets. The participant researchers made a great contribution to this subject by application different methods of diet sampling as well as using many analytical methods to measure about 24 trace elements in this kind of species of foodstuff. Here in this article the attention has been paid on employing different sampling methodologies which have been carried out by the Iranian principal investigator, first author, to maximize the insurance and prove the validity of the approach. During the performance of this work, the daily diets (mixed diets) were simulated using the Dietary Record (DR) but meantime the Duplicate Diets record (DD) was used for two further study groups. More recently the Marketing Basket record (MB) was adapted to this study as well. For this latest work, specimens of almost every individual food item

were collected and analyzed in our laboratory for the more concentrated essential elements. This is to compare with what had been resulted in the total mixed diets via other sampling/collection method. Meantime some further results are to be released for those trace elements whose data could not have been appeared before.

Введение

Достоверность результатов оценки потребления различных нутриентов зависит не только от чувствительности и точности методов анализа, но и от способа отбора проб и приготовления репрезентативного образа диеты. Химическая неоднородность диет определяет необходимость учета всех возможных критериев оценки и методологий для получения достоверных результатов. В данной работе проведено сравнение результатов трех методологий оценки уровня потребления: метода анкетирования (DR), метода дублирования проб (DD) и метода потребительской корзины (MD) (Parr, 1984; Parr, 1998; Iyengar, 1985; Unger, 1995). Обсуждаются также аспекты биологического действия и взаимодействия элементов между собой, как на уровне целостного организма, так и с учетом воздействия окружающей среды (Gharib, Fatemi, 2001; Gharib, Aminpoor, 2001).

В определенные периоды жизни микроэлементы представляются особенно важными для человека. В этой связи следует учитывать рост, вес, возраст, пол и оптимальное содержание элементов в различных тканях (Parr, Crowley, 1989; Recommended Dietary Allowance, 1989; WHO, 1996; Iyengar, 1987; Hattangadi, 1987).

Величина потребности в микроэлементах или максимально допустимая доза потребления может зависеть от географического положения, климата, характера почвы, химического состава воды и воздуха региона. То есть речь идет о природном кругообороте элементов, включающем пищевые продукты, человека, животных. Диетические привычки, стиль жизни, профессия, социальное поведение также могут влиять на потребности человека в различных природных продуктах питания, включая минеральные вещества (Buss, 1983; Tandon, 1995; Underwood, Mertz, 1986).

Другим важным вопросом является биодоступность микроэлементов, определяемая в соответствии с величиной абсорбции элемента тканями. Здесь влияние сложнее и включает воздействие биологических, физиологических, ферментативных функций тела и химических особенностей элементов. Вот почему потребление некоторых важных компонентов пищи, таких как белков (или специфического белка), пищевых волокон (для коррекции потребления энергии), фитата (в связи с его влиянием на биодоступность некоторых микроэлементов) и общего количества калорий, а также энергетической ценности продуктов питания может влиять на биодоступность микроэлементов. Влияние этих факторов на абсорбцию микроэлементов может быть как положительным, так и отрицательным.

Некоторые исследователи используют математические методы или моделирование для оценки биодоступности микроэлементов, используя данные потребления и экскреции элементов с ногтями, волосами, мочой и фекалиями при известном содержании последних в крови.

Большинство этих аспектов было принято во внимание при осуществлении программы, осуществляемой Научным Отделом Международного Агентства по Атомной Энергии (IAEA) (Iyengar, 1987; Kucera et al, 1994; Parr, 1990; Currie, Parr, 1990).

Настоящая работа посвящена: 1) различным методологиям оценки уровня потребления элементов с диетой, 2) определению некоторых элементов в индивидуальных продуктах питания, 3) результатам межлабораторных исследований.

Материалы и методы

Оценка уровня потребления с использованием различных методологий

Большая часть данного исследования осуществлена на основе использования метода анкетирования (DR). Этот метод включает оценку уровня суточного потребления элементов по данным анкетирования исследуемых групп населения, закодированных в соответствии с географическим расположением: Западный (IR-W), Восточный (IR-E), Северный (IR-N) и Центральный (IR-C). Соответствующие методики приведены в работах (Curri, Parr, 1990; Gharib, Fatemi et al., 2001).

Ниже приводится краткое описание применения различных методологических подходов к исследованию уровня потребления отдельными группами населения: национальными, религиозными и социальными, с разными диетическими привычками и т.д. В литературе описание подобных методологий осуществлено FAO, ВОЗ, IAEA и другими центрами питания, а также в соответствующих протоколах данного исследования (Parr, 1984; Iyengar, 1985; Underwood, Mertz, 1986; Gharib, Aminpoor et al, 2001).

Метод анкетирования (DR) основан на результатах опроса исследуемой группы населения о составе использованной в течение суток диеты и ее количестве. Анкетирование осуществляется в течение последовательных 4-5 дней (в том числе воскресных) и используется далее для получения образцов диеты в соответствующих лабораториях. Данный метод был широко использован для исследования уровня потребления элементов населением в Иране, а также некоторыми странами-участницами исследования.

Метод дублирования проб (DD) основан на использовании дублирующих порций каждого блюда или напитка в исследуемых группах населения за определенный период времени (такой же, что и в методе "DR"). В настоящей работе данный метод применялся только для оценки уровня потребления двух групп населения (студенты), хотя он достаточно широко используется в аналогичных исследованиях других стран.

Метод потребительской корзины (MB) учитывает все продукты питания, использованные в течение суток, и основан на данных анализа содержания в них исследуемых элементов и величине потребления каждого из продуктов. Этот метод используется в основном в западных странах и зависит от целей исследования. Иногда он может быть репрезентативным, иногда нет. Целесообразность использования метода может зависеть от размера исследуемой группы, сбора данных из центров торговли и/или из количества обследуемых семей. Тем не менее, учет этих факторов может стать решающим. В данной работе MB использовался для оценки содержания элементов в продуктах питания и сравнения его эффективности с эффективностью других методов.

Анализ индивидуальных продуктов питания в MB. В работе использовались данные отчета Национального института питания и пищевой промышленности Ирана по исследовательской программе «обзор потребления национальных продуктов питания в расчете на человека в день» на основе данных исследования потребления индивидуальных продуктов питания городским и сельским населением страны в течение трех последовательных дней (Institute of Nutrition, 1999). Результаты включают обследование 5591 семей (Gharib, 2000). Для достоверности сравнения оценки уровня потребления элементов методами MB, DR и DD был осуществлен дополнительный анализ нескольких микроэлементов (Gharib, 1992; Gharib, 2000).

Потребление алюминия, кальция, магния и марганца рассчитывали из данных содержания их в индивидуальной диете и из данных других методов оценки потребления.

Работа проводилась в лабораториях исследовательского центра атомной энергии Ирана.

Анализ образцов и участие аналитических центров

Подробные данные по этому вопросу приведены в статьях (Gharib, Fatemi, 2001; Gharib, Aminpoor et al, 2001). В данной работе дано лишь краткое описание. На основании протокола и принципиального соглашения приготовленные диеты направлялись в исследовательский центр атомной энергии Ирана в отдел науки о жизни. Там все образцы диеты еще раз гомогенизировались, стерилизовались и расфасовывались для отправки в другие аналитические центры. Часть каждого образца сохраняли путем глубокой заморозки для проведения других анализов, например, содержания пестицидов, мутагенов и/или витаминов в последующей работе.

Выбор аналитических центров — участников исследования — осуществляли в соответствии с их экспериментальным опытом, специализацией на анализе одного или нескольких микроэлементов в сложных пищевых матрицах и использования наиболее современных методов анализа. Ниже приводится список лабораторий-участников, исследуемые элементы и наименование методов анализа.

Основные исследуемые компоненты пищи: макроэлементы Ca, Cl, K, Mg, Na, P; эссенциальные микроэлементы Cr, Cu, Co, F, Fe, I, Mn, Mo, Se, Zn; токсические микроэлементы As, Cd, Hg, P; нетрадиционные в биологическом отношении элементы Ni, Sn, V; количество потребляемой энергии, пищевых волокон, фитата.

Использованные аналитические методы: нейтронно-активационный анализ (инструментальный/эпитермальный/радиохимический); метод индуктивно связанной плазмы, ICP, AES/MS; атомно-абсорбционная спектроскопия, AAS.

Лаборатории, осуществлявшие анализы: IAEA, Международное Агентство по Атомной Энергии, Австрия; NBS, Национальное бюро стандартов, США; Любляна, Институт Жозефа Стефана, Югославия; Галифакс, Аналитический Исследовательский Центр Микроэлементов, Канада; Мадрид, Опто, Аналитический Центр; Йокиойнен, Сельскохозяйственный Исследовательский Центр, Финляндия; Абердин, Исследовательский Центр Роветта, Англия; Белтсвилл, Центр Питания Человека, США; Торонто, Лаборатория Медицинской Физики, Канада; Варенлиген, Научно-исследовательский Институт Реакторов, Швейцария; Организация Атомной Энергии Ирана.

Исследовательские группы и страны-участники

Все исследовательские группы Ирана из разных регионов страны приведены в табл. 1. В начале исследований в работе приняло участие 11 стран, но

затем их количество возросло до 15: Австралия, Бразилия, Канада, Китай, Иран, Италия, Япония, Норвегия, Португалия, Испания, Судан, Швеция, Таиланд, Турция, США (коды стран соответственно AU, BR, CA, CH, IR, IT, JA, US). Большая часть этих стран в основном участвовали в сборе данных, но некоторые страны выступали также в качестве аналитических центров.

Результаты и их обсуждение

В соответствии с планом работы участвующие лаборатории оценивали содержание в суточной диете 24 биологически важных элемента (Gharib, Fatemi, 2001; Gharib, Aminpoor et al, 2001).

Исследовались также менее важные элементы для IR-F-D и R-M-D групп (студенты), представленные в табл. 2.

Метод потребительской корзины (МВ) использовался только для большой по численности группе IR-P-M в связи с тем, что: а) целью было сравнение потребления наиболее значимых элементов б) оценка уровня потребления элементов должна была быть осуществлена также другими методами в) так как последующих совместных исследований не ожидалось, то все текущие анализы осуществлялись лабораториями Иранского исследовательского центра атомной энергии (АЕОИ). Результаты этих исследований представлены в табл. 3. Сравнительные данные потребления элементов, установленные согласно трем методологиям, приведены в табл. 4. В табл. 5 представлены коэффициенты корреляции между наиболее важными элементами диеты иранцев (IR-«DR»).

На рис. 2–5 представлены сравнительные данные потребления некоторых других микроэлементов (I, Mn, Mo, Pb, Se, Zn) различными группами населения из разных географических регионов Ирана. Подробности исследования приведены в работах (Gharib, Fatemi, 2001; Gharib, Aminpoor et al, 2001). Табл. 1 помогает уяснить различие между исследуемыми группами населения.

Заключение

Рис. 1 иллюстрирует роль используемой методологии оценки потребления населением различных элементов (Al, Ca, Mg и Mn) в интервале 10–1000 мг/день/человек. Аналогичные диаграммы могут быть построены при более низком уровне потребления.

Следует помнить, что каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, влияющие на оценку истинного уровня потребления микроэлементов с диетой. Очевидно, что та или другая методология оценки может оказаться более подходящей для исследования уровня потребления элементов определенной группой населения или общества. Следует обратить внимание на усредненные данные сухого веса пищи и содержание элементов в диете.

Таблица 1. Коды и некоторая спецификация диетического потребления элементов иранцами в пилотных исследованиях, координируемых Международным Агентством по Атомной Энергии (IAEA)

Большая исследуемая группа	Стандартная и исследуемая группа	Подгруппы		Метод оценки	Сухой вес потребляемой в сутки пищи	Пол	Возраст, лет	
		Локальный код	Код IAEA					
IR-DR	IR1	С образованием	IR-C-12	IR-1-01	DR	851	В соответствии с составом семьи	Взрослое население
			IR-C-13	IR-1-02	DR	730		
			IR-C-14	IR-1-03 IR-1-01/6	DR	639		
			IR-C-15	IR-1-04 IR-C-1	DR	664 803		
			IR-C-16	IR-1-05	DR	873		
			IR-C-17	IR-1-06	DR	1082		
			IT-N-1	IR-1-07	DR	1019		
			IR-E-1	IR-1-08	DR	633		
			IR-W-1	IR-1-09	DR	1005		
	IR-S-1	IR-1-10	DR	691				
	IR2	Без образования	IR-C-22	IR-2-01	DR	1194	В соответствии с составом семьи	Взрослое население
			IR-C-23	IR-2-02	DR	902		
			IR-C-24	IR-2-03 IR-2-01/6	DR	896		
			IR-C-25	IR-2-04 IR-C-2	DR	819 821		
			IR-C-26	IR-2-05	DR	964		
			IR-C-27	IR-2-06	DR	752		
			IR-N-2	IR-2-07	DR	1540		
			IR-E-2	IR-2-08	DR	687		
			IR-W-2	IR-2-09	DR	1116		
	IR-S-2	IR-2-10	DR	699				
	IR3	Сельское население	IR-C-32	IR-3-01	DR	997	В соответствии с составом семьи	Взрослое население
			IR-C-33	IR-3-02	DR	694		
			IR-C-34	IR-03-03 IR-3-01/6	DR	657 906		
			IR-C-35	IR-03-04 IR-C-3	DR	1220		
			IR-C-36	IR-03-05	DR	913		
			IR-C-37	IR-03-06	DR	862		
			IR-N-3	IR-03-07	DR	1413		
IR-E-3			IR-03-08	DR	1007			
IR-W-3			IR-03-09	DR	816			
IR-S-3	IR-03-10	DR	1040					
IR-DD	IR4	Студенты	IR-F-D	IR-F-D	DD	630	ж	20
			IR-M-D	IR-M-D	DD	792	м	22
IR-MB	IR5	Населения в целом	IR-P-M		MB	426	ж м	

DR: метод анкетирования, DD: метод дублирования проб, MB: метод потребительской корзины.

Таблица 2. Содержание и потребление элементов с Иранской диетой для IR-F-D и IR-M-D групп населения

Код		Элементы														
		Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	Ni	P	Pb	Rb	Se	Zn
IR-F-D	C	1420	0.43	0.024	0.079	2.93	28.1	0.090	666	11.3	0.316	2390	0.145	3.0	0.174	19.7
	I	895	0.027	0.015	0.05	1.85	17.7	0.057	420	7.12	0.199	1506	0.091	19.0	0.110	12.4
IR-M-D	C	—	0.058	0.026	0.063	—	25.2	0.022	—	—	0.46	—	0.138	2.6	0.14	20.7
	I	—	0.046	0.021	0.050	—	20.0	0.017	—	—	0.36	—	0.109	2.1	0.11	16.4

C — концентрация в мг/кг; I — потребление в мг/день/человек.

Таблица 3. Индивидуальные продукты питания населения Ирана (IR-P-M), минеральный состав, суточное потребление в мг/кг и в мг/день/человек согласно методу «Потребительской корзины»

Продукты питания	Суточное потребление пищи, г	Минеральный состав, мг/кг				Потребление элементов, мг/день/человек			
		Al	Ca	Mg	Mn	Al	Ca	Mg	Mn
Зерновые	484	27	485	1205	6.6	13.1	234.7	583.2	3.2
Хлеб	351	19	388	783	4.9	6.7	136.2	274.8	1.7
Рис	121	11	40	214	13	1.3	4.8	25.9	1.6
Макаронны	12	24	420	993	59	0.3	5.0	11.9	0.7
Овощи	278	44	306	563	20	12.2	85.1	156.5	5.6
Фрукты	191	—	—	—	—	—	—	—	—
Молоко и диетические продукты	167	0.25	570	54	0.076	0.042	95.2	9.0	0.0013
Мясо и мясные продукты	111	12.5	569	772	0.57	1.4	63.2	85.7	0.063
Жир и масло	39	—	—	—	—	—	—	—	—
Бобовые	21	380	1935	1378	23.3	7.98	40.6	28.9	0.489
Орехи и семечки	10	24.3	2498	2569	34.2	0.24	25.0	25.7	0.34
Сахар и сладости	70	—	—	—	—	—	—	—	—
Вода	500	0.48	36	10.2	0.002	0.24	18.0	5.1	0.0012
Другое	10	331	1325	2013	93	3.3	13.3	20.1	0.93
Итого	2365	—	—	—	—	46.79	721.1	1226.9	14.6

Средняя относительная влажность 70%, средний сухой вес 426 г.

Таблица 4. Потребление некоторых макро- и микроэлементов согласно различным методологическим подходам

Методология	Сухой вес диеты, г	Суточное потребление (мг/день/человек)			
		Al	Ca	Mg	Mn
Анкетирование (DR)	891	25.5	1329	733	15.9
Метод дублирования проб (DD)	711	—	895	419	7.1
Метод потребительской корзины (MB)	426	46.7	721	1227	14.2
Среднее		36.1	982	793	12.4

Эти два фактора в наибольшей степени определяют результат оценки. Из табл. 4 видно, что масса сухой пищи может различаться более, чем в 2 раза, однако, вариации содержания элементов в диете могут быть, во-первых, не столь значительны и, во-вторых, остаются неясным, как эти параметры влияют друг на друга. Тем не менее, рис. 1 показывает, что величина

потребления различных элементов с диетой, оцененная различными методами, варьирует не столь значительно. На рис. 1 хорошо видно, что средний уровень потребления ближе к данным, полученным с использованием метода дублирующих проб (DD), в котором потребление пищи в расчете на сухой вес наиболее умеренно.

Таблица 5. Коэффициенты корреляции между важнейшими элементами Иранской диеты (IR)

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	I	Mn	Mo	Pb	Se	Zn
As	1,0000 25 0,000											
Cd	0,1897 25 0,346	1,0000 30 0,000										
Co	0,1689 19 0,489	0,6266 21 0,002	1,0000 21 0,000									
Cr	0,3143 21 0,165	-0,0926 25 0,660	-0,1169 21 0,614	1,0000 25 0,000								
Cu	0,2802 25 0,175	0,5240 30 0,003	0,4418 21 0,045	0,2446 25 0,239	1,0000 30 0,000							
Fe	0,1706 25 0,415	0,2145 30 0,253	-0,0703 21 0,762	0,0618 25 0,769	0,2360 30 0,209	1,0000 30 0,000						
I	0,1694 19 0,488	0,2234 19 0,358	-0,3234 18 0,190	0,7724 18 0,000	0,1179 19 0,633	0,2701 19 0,263	1,0000 19 0,000					
Mn	0,0785 24 0,716	0,0006 29 0,997	0,4936 21 0,023	-0,0335 25 0,874	0,4083 29 0,028	0,1302 29 0,501	-0,4482 18 0,062	1,0000 29 0,000				
Mo	0,0079 25 0,990	0,6272 27 0,000	0,7840 19 0,000	-0,1865 22 0,406	0,7173 27 0,000	0,0596 27 0,768	-0,0168 19 0,945	0,3029 26 0,133	1,0000 27 0,000			
Pb	0,4585 25 0,021	-0,1271 30 0,503	0,0584 21 0,801	0,2336 25 0,261	0,1963 30 0,299	0,2811 30 0,132	0,3006 19 0,211	-0,1616 29 0,402	-0,1676 27 0,403	1,0000 30 0,000		
Se	0,1313 25 0,531	0,4033 30 0,027	0,1630 21 0,480	0,4757 25 0,016	0,6362 30 0,000	0,2538 30 0,176	0,5676 19 0,011	0,2122 29 0,269	0,1388 27 0,490	0,1872 30 0,322	1,0000 30 0,000	
Zn	0,4290 25 0,032	-0,0892 30 0,639	0,0995 21 0,668	0,4154 25 0,039	-0,0583 30 0,760	0,0414 30 0,828	0,4845 19 0,036	-0,1631 29 0,398	-0,3896 27 0,045	0,4909 30 0,006	0,4397 30 0,015	1,0 30 0,0

C = коэффициент корреляции; < = количество проб; D = значение P.

На рис. 2–4 показано: а) потребление I, Mn, Mo, Pb, Se, Zn с диетой исследуемыми подгруппами центрального района страны (IR-C) б) стандартными исследуемыми группами IR-1, IR-2, IR-3, представляющими население Ирана, (IR), в) региональными исследуемыми группами населения для центральной части, севера, запада, востока и юга страны соответственно. В отдельных случаях потребление микроэлементов сравнивалось между студентами и студентками (IR-F-D и IR-M-D группы). На рис.5 представлены результаты определения уровня потребления различных элемен-

тов в различных странах, включая Иран. Эти данные могут дать читателю некоторые конструктивные идеи.

Элементы, представленные на рис. 5, имеют особое значение, поскольку их недостаток чаще вызывает хронические, чем острые заболевания (не говоря о токсикозах при их избытке в диете), что определяет необходимость более внимательно подходить к достижению адекватного и эффективного потребления компонентов пищи, как основного фактора, определяющего здоровье отдельного человека и населения в целом.

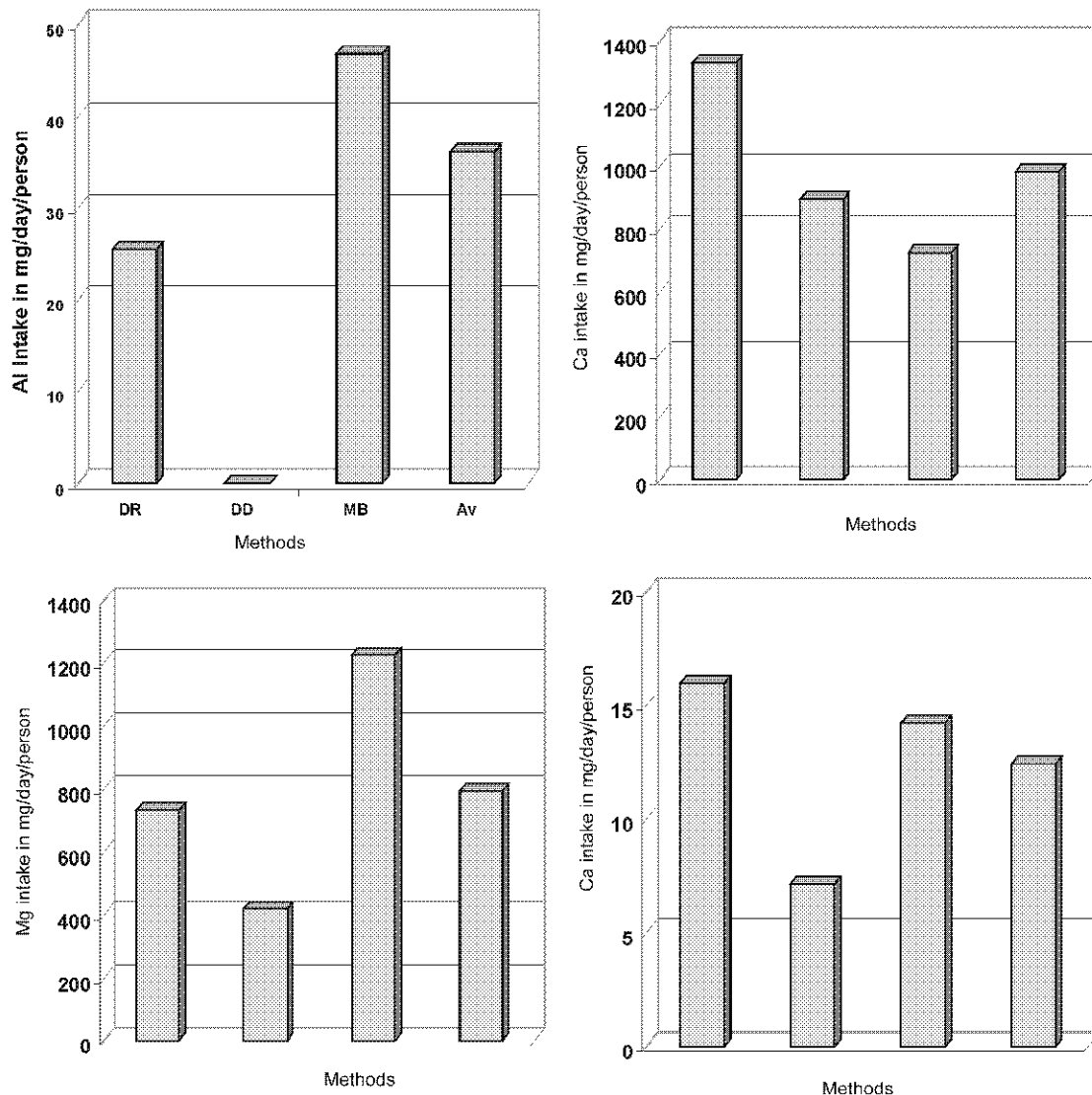


Рис. 1. Сравнительные уровни потребления некоторых элементов с иранской диеты, приготовленной с использованием различных методологий/методов.

DR — метод анкетирования, DD — метод дублирования проб, MB — метод потребительской корзины, Av — в среднем.

Особое внимание должно быть уделено систематическому мониторингу содержания элементов в продуктах питания. В отдельных случаях может потребоваться обогащение традиционных видов пищи такими элементами, как Fe, F, I и др.

Качество и безопасность пищи, в том числе уровень потребления микроэлементов, представляют собой важнейший фактор, определяющий жизненный прогресс и экономический рост общества.

Работа осуществлена в соответствии с программой «Потребление человеком с диетой природных микроэлементов» по инициативе Международного Агентства по Атомной Энергии (ИАЕА). Авторы

благодарят д-ра З.М.Парр, координатора этой программы и главу исследовательской секции ИАЕА по влиянию окружающей среды на здоровье населения. Мы также благодарим других участников программы, в особенности тех, кто предоставил аналитические данные. Авторы благодарят также всех иранских коллег, принявших активное участие в выполнении программы.

Литература

Aminpoor A. 1988. Preparation of Total Daily Diets of Iranian Communities (Persian). Int. Report, Institute of Food and Nutrition. Tehran. P.1–24.

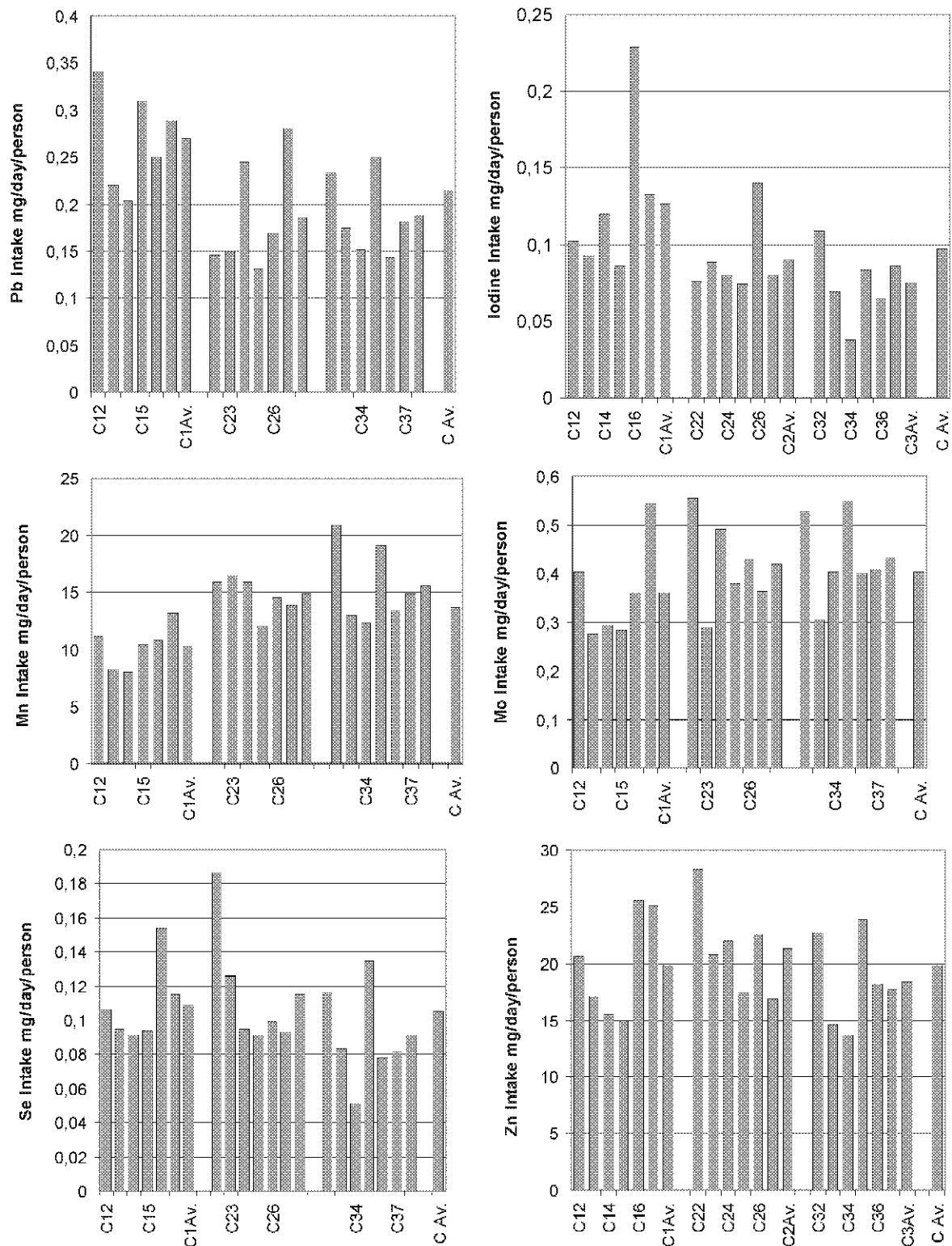


Рис. 2. Сравнительные уровни потребления некоторых микроэлементов I, Mn, Mo, Pb, Se, Zn центральными исследовательскими группами Ирана.

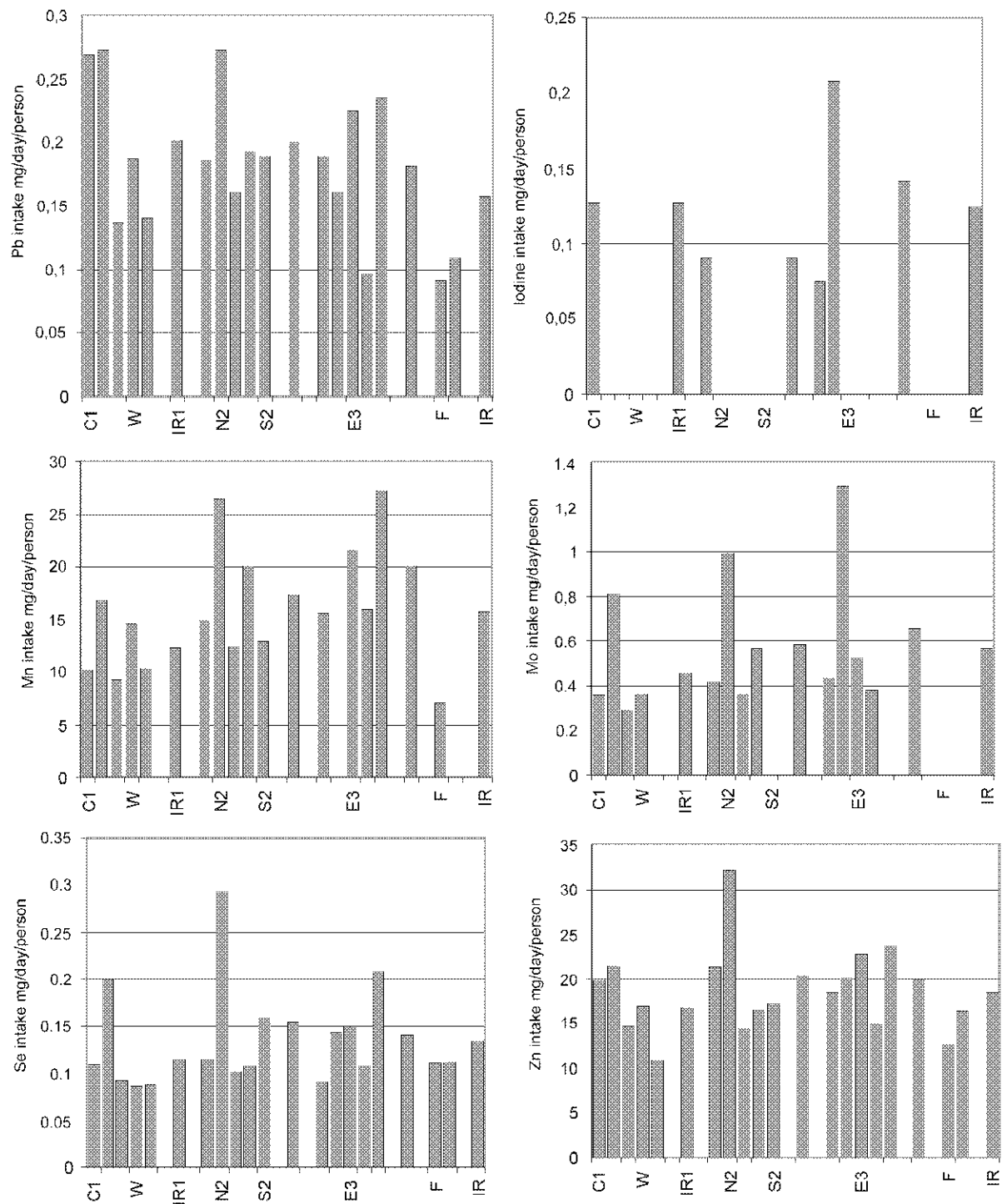


Рис. 3. Сравнительные уровни потребления некоторых микроэлементов I, Mn, Mo, Pb, Se, Zn классическими исследуемыми группами населения (1,2,3) из различных районов страны в сравнении с двумя другими исследуемыми группами.

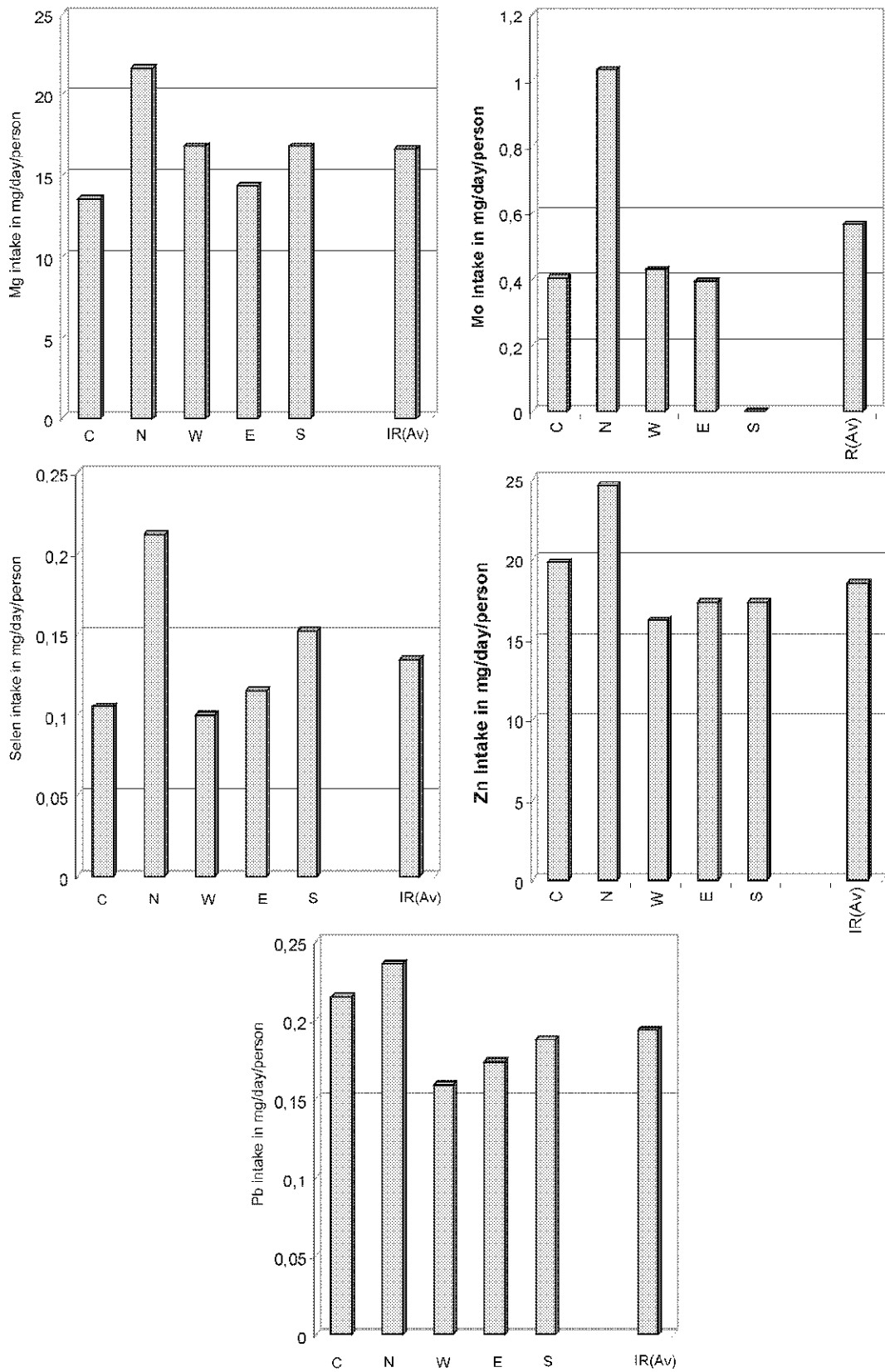


Рис. 4. Сравнительные уровни потребления некоторых микроэлементов Mn, Mo, Pb, Se, Zn всеми важнейшими региональными группами населения Ирана.

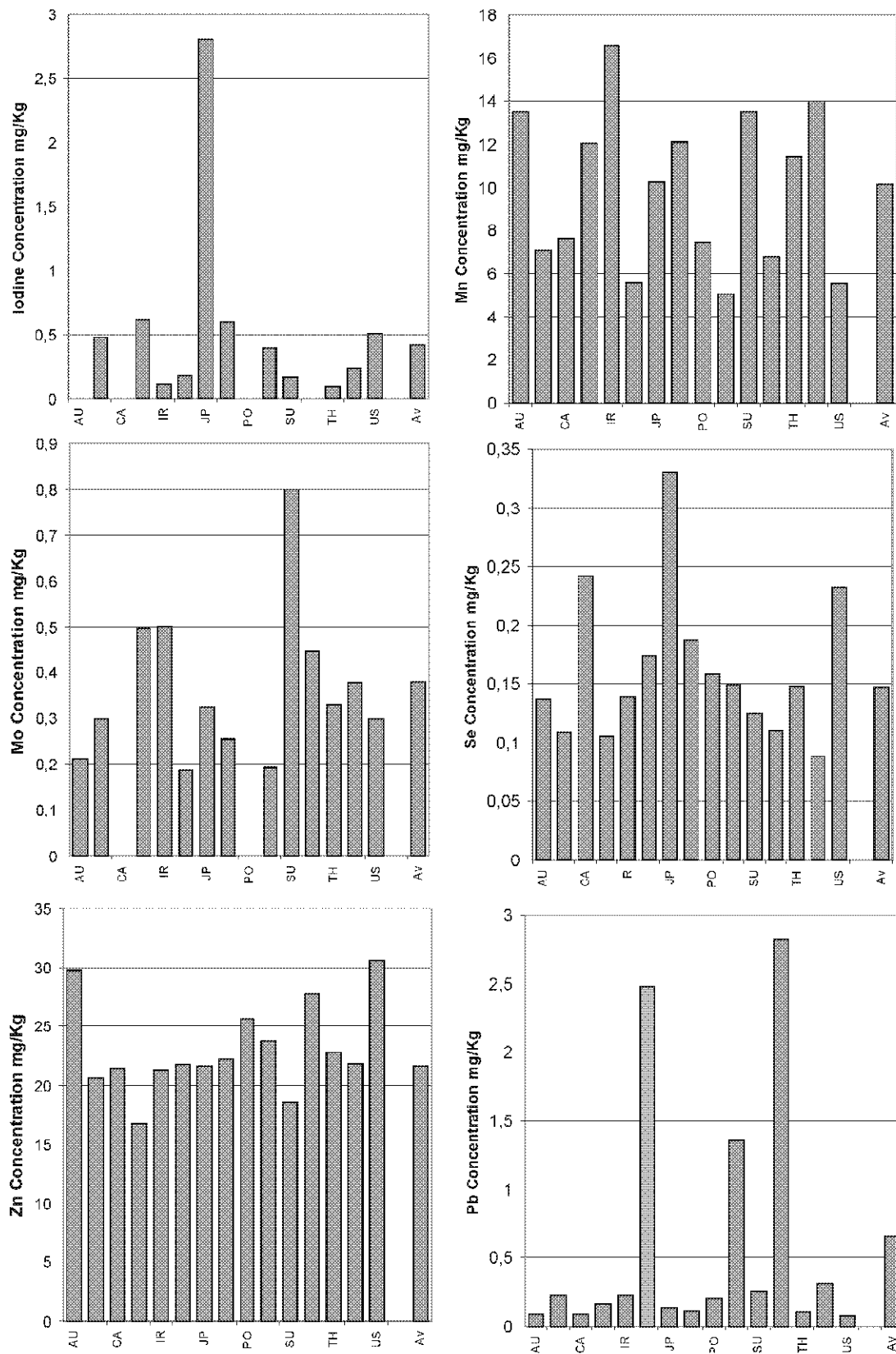


Рис. 5. Сравнительная концентрация некоторых микроэлементов I, Mn, Mo, Pb, Se, Zn в диете различных стран-участниц программы.

- Buss D.H. 1983. Essential Trace Minerals in the U.K. Diet, Chemistry and Industry. P.496–498.
- Currie L.A., Parr. R.M. 1990. Exploration of Inter and Intra Regional Multivariable Patterns in the IAEA Global Daily Diet Data. Euro-analysis VII. Vienna.
- Gharib A.G. 1992. A preliminary Report on Human Daily Dietary Intakes of Nutritionally Important Trace Elements as Measured by Nuclear and other Techniques from Iran- Teheran for IAEA.
- Gharib A.G. 2000. Internal Report, AEOI, Teheran. Iran. March. P.1–72.
- Gharib A.G. Aminpoor A., Ahmadianir A. 2001. // J. Radioanal. Nucl. Chem. Vol.249. No.1. P.47–60.
- Gharib A.G., Fatemi K., Madadi M., Rafiee H., Darabizadeh Sh. 2001. // J. Radioanal. Nucl. Chem. Vol.249. No.3. P.551–563.
- Hattangadi S. 1987. Tracing what you eat // Industrial Chemist. Vol.8. No.10. P.46–49.
- Institute of Nutrition and Food Industry of Iran, The National Study of Food Consumption Raw Material Report. 1999. Teheran. No.761.
- Iyengar G.V. 1985. Protocol for sample collection and handling procedure. Joint FDA-IAEA-NBS-USDA.
- Iyengar G.V. 1987. // Analytical Approaches in Clinical Nutrition by St. Louis. C.V. Mosby Company. Vol.6. No.3. P.105–117.
- Kucera J., Obrusnik J., Sabbioni E. 1994. Nuclear Analytical Method in the Life Sciences. New Jersey: Humana Press. P.415–481, 651.
- National Research Council. Recommended Dietary Allowance. 1989. Washington DC: Nat. Acad. Press. Vol.10. P.195.
- Parr R.M. 1984. The Research Protocol. IAEA.
- Parr R.M. 1990. Dietary Intakes of Trace Elements and Related Nutrients in Eleven Countries. ТЕМА, Dubrovnik. P.1–7.
- Parr R.M. 1998. // Newsletters. IAEA. No.4.
- Parr R.M., Crowley H. 1989. Dietary Intakes of Minor and Trace Elements. A Global Survey. IAEA. Vienna.
- Rennington J.A.T. 1983. Revision of the Total Diet Study // J. Amer. Dietetic Ass. Vol.82. No.2. P.166–173.
- Tandon H.L.S. 1995. Micronutrients in Soils, Corps and Fertilizers. New Delhi. P.4.
- Underwood E.J., Mertz W. 1986. Introduction in Trace Elements in Human and Animal Nutrition. Vol.1. / W. Mertz (ed.). New York: Acad.Press. P.1–19.
- Unger L.D. 1995. // Trace Elements in Nutrition for the Hospitalized patient / Horisian M.T (ed.). Publ. by M.Dekker INC. P.167–182.
- WHO. 1996. Trace Elements in Human Nutrition and Health. Geneva. P.47–228.