

Таблица 1. Поступление ртути с продуктами питания в разных странах

Страна	Поступление $\mu\text{г}/\text{день}$	Содержание в продуктах	Литература
Бельгия	16	Рыба (20%)	Galal-Gorchev 1991
Финляндия	2,3	Рыба(85%)	Kumpulainen 1991
Голландия	11	Прод. зерновые(20%), Рыба (20%), мясо(20%)	Galal-Gorchev 1991
Испания	12	Рыба и прод. морские	Urieta i in. 1996
Япония	3,5	Рыба (54%), рис (21%), мясо (12%)	Tsuda i in. 1995
Польша	0,3-11		Ludwicki i Wiadowska 1992
Италия	12,5	Рыба (20%)	Galal-Gorchev 1991
Швеция	5,0		Langworth i in. 1991
США	4,0	Рыба (85%)	Gunderson 1988
Великобритания	3,0	Рыба (35%)	UNEP/GEMS 1992

Таблица 2. Дневное потребление селена с пищей в разных странах

Страна	Потребление, $\mu\text{г}/\text{день}$ предел (в среднем)	Год	Литература
Австралия	57 - 87		Reilly 1998
Австрия	24,4-48,0 (35,5)	1992	Pfannhauser 1992
Китай (низкий уровень Se в земле)	3 - 11		Reilly 1998
Китай (высокий уровень Se в земле)	3200 - 6690		Reilly 1998
Чехия	14 - 26 (20)		Kvičala 1996
Финляндия	25 - 60 (90)		Reilly 1998
Испания	(32,35)		Diaz-Alarcón i in. 1996
Канада	98 -224		Reilly 1998
Германия	33	1989-1994	Brüggemann i in. 1996
Новая Зеландия	6 - 70		Reilly 1998
Польша	93 - 223 (151)		Marzec i Buliński 1992
США	62 - 216		Reilly 1998
Венесуэла	86 - 500		Reilly 1998
Великобритания	30 - 41 (34)		Reilly 1998

каменная болезнь, болезни костно-опорного аппарата, отсутствие иммунитета и преждевременное старение организма, а также случаи кретинизма, вызванного изменениями в гормональном метаболизме щитовидной железы, обусловленным недостатком йода и селена. (Reilly 1998, WHO 1996). Считается, что недостаток селена усиливает токсическое действие в организме попадающих вирусов (Clark i in. 1991). Этиологические следствия этих заболеваний можно уменьшить, принимая соответствующие лекарственные препараты. Но главным источником его являются продукты питания.

В соответствии с нормами ВОЗ (1996) допустимые содержания селена в продуктах питания установлены следующими: в печени, почках и рыбе 0,4 – 1,5 мг/кг; хлебе и хлебобулочных изделиях 0,1 – 0,4 мг/кг; молочных продуктах < 0,1 – 0,8 мг/кг; < 0,1 мг/кг в овощах и фруктах. Высокое содержание селена зафиксировано в орехах, особенно бразильских (53 мг/кг).

В мире отмечается разное потребление продуктов питания, содержащего соли селена (таблица 2). Главные пути поступления селена начинаются с почвы. Поэтому растительные и животные продукты как бы отражают и разное содержание селена в пище, а также и нормы ежедневного потребления с едой. Имеет также значение привычки, время приготовления и технология термической переработки пищи (Nikonov i Urbanek- Karłowska 1987, Szteke i Ręczajska 1994, WHO 1996).

Проводимые авторами этой работы начальные исследования содержания селена в обедах для студентов в 1997 году, выявили очень низкое содержание этого вещества.

В исследованной пище содержание селена колебалось от < 10 до 17 $\mu\text{г}/\text{кг}$, в среднем 14 $\mu\text{г}/\text{кг}$, что в пересчёте на 2,5 кг съеденной пищи в день потребление селена в день составляло 35 $\mu\text{г}$ /на одного человека (Брылка и др. 1998).

Целью настоящих исследований была проба подтверждения выводов ранее проведённых исследований оценки по-

требления селена на основе исследования обедов для студентов в 1998 году. В исследования включили ртуть.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ.

Предметом исследования были обеды в студенческой столовой Высшей сельскохозяйственной школы в Варшаве. Исследования проводились в период с мая по июль 1998 года. Для подтверждения аналитических методов, применяемых для обнаружения ртути и селена, использованы сертификаты материалов для получения (CRM) в возможно широком пределе анализированных концентраций.

Аналитические методы, используемые для определения ртути и селена, опираются на метод микроволновой минерализации, а также на спектрометрические измерения (Jędrzejczaki in. 1994, 1996). Определение ртути проводилось методом атомно-абсорбционной спектрометрии с использованием охлаждённых паров (CVAAS) с помощью автоматического анализатора ртути фирмы LDC Analytical model 3200. Техника определения селена с помощью атомно-абсорбционной спектрометрии с использованием водорода (HGAAS) связана с использованием модели анализатора фирмы Philips PU 9285 с коррекцией D_2 (лампа дейтериевая) с системой постоянной генерации изотопов водорода PU 9360. В течение анализа соблюдались абсолютно высокие требования к чистоте.

Минерализация проб в количестве 0,1 – 0,3 г с добавкой HNO_3 + /без HCl проведена в закрытой микроволновой печи фирмы SEM MDS 2000. Для определения селена соединения Se (VI) восстанавливались до Se (IV) путём добавления до 10 мл анализированного раствора после микроволновой минерализации – 2 мл HCl при нагревании до 90 °C на водяной бане или в нагревателе в течение 30 минут.

Таблица 3. Оценка точности в определении состава ртути в соотношении принятых образцов

Вид принятого образца	Состав Hg, $\mu\text{g}/\text{kg}$		RSD, %
	В сравнении с эталоном	определённый ^a	
NBS CRM 1568 Rice flour	$6 \pm 0,7$	$7,2 \pm 1,0$	14,3
BCR No 281 Rye grass	$21,0 \pm 1,9$	$21,3 \pm 1,1$	5,1
BCR No185 Bovine liver	44 ± 3	$43,3 \pm 1,1$	4,5
CTA-VTL-2 Virginia Tobacco Leaves	48 ± 9	$44,3 \pm 2,5$	5,7
NBS CRM 1572 Citrus leaves	80 ± 20	$84,3 \pm 3,0$	3,6
NBS SRM 1571 Orchard leaves	155 ± 15	162 ± 9	5,7

^a $\bar{x} \pm \text{SD}$ (SD отступление от стандарта на уровне доверия 95% для $n=6$)

Таблица 4. Оценка точности в определении состава селена в соотношении принятых образцов.

Вид принятого образца	Состав Se, $\mu\text{g}/\text{kg}$		RSD, %
	В сравнении с эталоном	определённый ^a	
NBS SRM 1571 Orchard leaves	80 ± 10	80 ± 10	7,6
CRM No 189 Wholemeal flour	132 ± 10	120 ± 10	8,3
CTA-OTL-1 Oriental Tobacco Leaves	153 ± 18	150 ± 10	8,3
CL-1 Cabbage leaves	200 ± 30	200 ± 10	8,4
CRM 274 Single cell protein	1030 ± 50	1080 ± 40	4,2

^a $\bar{x} \pm \text{SD}$ (SD отступление от стандарта на уровне доверия 95% для $n=6$)

Проверка правильности аналитических процедур определения содержания ртути и селена проводилась при использовании сертификатов. Полученные результаты оказались в пределах допустимых погрешностей для сертификатов сравнения, а точность измерений колебалась для ртути – от 3,6 до 14,3%, для селена – от 4,2 до 8,4 %.

Результаты представлены в таблицах 3 и 4.

ВЫВОДЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты исследований содержания ртути и селена в обедах в студенческой столовой в Высшей сельскохозяйственной школе в Варшаве за период с мая по июль 1998 года, представлены в таблице 5 и рис. 1.

Содержание ртути колебалось в достаточно значительных пределах от 0,20 до 66,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ в среднем 6,03 $\mu\text{g}/\text{kg}$, а содержание селена от 10,9 до 52,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$, в среднем 27,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Наибольшее содержание ртути, которое превышает допустимое в пищевых продуктах, обнаружено в двух случаях обедов (табл. 5 № 29 и 31), в которых и содержание селена было высокое. Повышенное содержание ртути и селена было обнаружено в продуктах, приготовленных из рыбных продуктов: ртути - до 6,41 $\mu\text{g}/\text{kg}$, селена - до 66,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$, а также: ртути - до 37,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$, селена - до 52,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$. В остальных примерах приготовленных блюд в обеденное время содержание ртути и селена колебалось в пределах: от 0,20 до 2,91 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (среднее – 1,41 $\mu\text{g}/\text{kg}$) для ртути; от 10,9 до 34,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (среднее 22,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$) для селена.

С учётом веса приготовленных блюд, в среднем 1113 грамм, при колебаниях от 988 до 1262 грамма, количество ртути и селена, попадающее в организм людей с ежедневной порцией еды, составляет соответственно – для ртути 0,22 до 73,9 μg (в среднем 6,7 μg) и от 12,1 до 58,8 μg (в среднем 22,7 μg) для селена. Таким образом, в среднем в организм человека с едой попадает только ~ 16% ртути по сравнению с временно установленным максимально допустимым её содержанием, установленным ВОЗ для других стран (Galaj –Gorchev1991, таблица 1). В экстремальных случаях дневное загрязнение пищи ртутью может превышать допустимое содержание (таблица 5, № 29 и 31). Общее содержание ртути в пище, приготовленной из рыбы, составляло в среднем 21,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ в семи обедах при общем содержании ртути в других анализированных экземплярах обедов – 1,41 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Подобным было содержание селена в обедах, где в блюдах из рыбы его было больше (в среднем 45,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$), а в остальных почти в два раза меньше - 22,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$. В этом случае с пищей, приготовленной

из рыбы, в организм человека поступает ~ 50 μg селена ежедневно, а в другие дни (без рыбы) – 25 μg . Результаты этих исследований неплохо согласуются с сообщениями из других европейских стран (таблица 2) о низком уровне загрязнения продуктов питания и приготовленной пищи селеном. О существовании подобных проблем ранее сообщалось в ряде публикаций (Bryłka i in. 1998), хотя в них предупреждалось и об опасности относительно высокого содержания в блюдах не только ртути, но и селена - от 93 до 233 μg (Marzec i Bulliński 1992).

Авторы благодарят инженера Анну Жулек - заведующую столовой ВСХШ за помощь в проведении исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Brüggemann J., Dörfner H.H., Hecht H., Kumpulainen J.T., Westermair Th. Status of the trace elements in staple foods from Germany 1990-1994. Trace elements, natural antioxidants and contaminants in European foods and diets. FAO, MTT, Reu Technical Series 49, 5-58, 1996.
- Bryłka J., Jędrzejczak R., Weryńska M. Badania zawartości selenu w dietach studentów. Żywność, Żywnienie a Zdrowie, 1, 66-72, 1998.
- Buckell M., Hunter D., Milton R. Chronic mercury poisoning. Br J. Ind. Med., 50, 97-106, 1993.
- Clarck L.C., Cantor K.P., Allaway W.H. Selenium in forage crops and cancer mortality in U.S. Counties. Arch. Environ. Health, 46, 37-42, 1991.
- Clarkson T.W. Mercury. J. Am. Coll. Toxicol., 7, 1291-1295, 1989.
- Clarkson T.W. Major issues in environmental health. Environ. Health Persp., 100, 31-38, 1992.
- Galaj-Gorchev H. Dietary intake of pesticide residues: cadmium, mercury and lead. Food Addit. Contam., 8, 793-806, 1991.
- Gunderson E.L. FDA Total Diet Study, April 1982- April 1984, dietary intakes of pesticides, selected elements, and other chemicals. J. AOAC, 71, 1200-1209, 1988.
- Jędrzejczak R., Ręczajska W., Szteke B. Oznaczenie selenu w materiale roślinnym – badania porównawcze. Zesz. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko”, 8, 202-208 1994.
- Jędrzejczak R., Szteke B., Ręczajska W. Oznaczenie rtęci w żywności pochodzenia roślinnego techniką ASA z generacją zimnych par (CVAAS). Roczn. PZH, 47, 223-230, 1996.

Таблица 5. Состав ртути и селена в студенческих обедах в ВСХШ в 1998 года.

№	Обеденное меню	Время взятия образцов	Наличие Hg μг/кг	Наличие. Se μг/кг
1	Суп из помидор с галушками, гуляш, каша ячменная, свекла тушёная, зелёный горошек, компот	5.05	0,66	27,5
2	Суп гороховый, стек с луком, картофель, морковный салат, кисель	6.05	0,47	16,8
3	Требуха, голубцы с мясом, картофель, салат из кукурузы и горошка, компот	7.05	1,54	28,7
4	Суп из пора, рыба панированная, соус по-гречески, картофель, салат из капусты, кисель	8.05	6,41	42,4
5	Суп из требухи, зразы, салат из редиски, морковка с горошком, компот	11.05	0,87	20,4
6	Овощной суп, котлеты, картофель, салат из квашеной капусты, капуста тушёная, кисель	12.05	2,01	13,5
7	Фасолевый суп, птица, рис, морковь тушёная, салат из красной капусты, компот	13.05	2,77	15,7
8	Суп из листьев свеклы, фасоль по-бретонски, картофель, салат из кислых огурцов, кисель	14.05	0,74	10,9
9	Суп из зелёного горошка с рисом, рыбный филет, картофель, фасоль, салат из квашеной капусты, желе	15.05	5,91	46,9
10	Грибной суп, куриная котлета, гречневая каша, свекла, зелёный салат, компот	18.05	1,58	21,5
11	Суп из помидор, котлеты, рис, овощной салат, морковь тушёная, кисель	19.05	1,53	23,5
12	Картофельная похлёбка, капуста, тушённая с мясом, картофель, салат из кукурузы, компот	20.05	0,67	20,0
13	Суп с укропом, свиная отбивная, рис, фасоль, морковный салат, компот	21.05	1,88	24,4
14	Суп гороховый, котлеты рыбные, соус по-гречески, картофель, салат из красной капусты, компот	22.05	5,64	37,8
15	Грибной суп, стек в соусе, картофель, капуста тушёная, салат из репы, компот	25.05	1,75	21,9
16	Суп из помидор, гуляш, гречневая каша, огурец, компот	26.05	2,57	29,3
17	Суп из пора, свиная отбивная, рис, морковь тушёная, салат из красной капусты, кисель	27.05	0,20	20,2
18	Похлёбка картофельная, бифштекс, картофель, морковный салат, свекла, компот	28.05	0,47	13,7
19	Суп из крупы, рыба панированная, картофель, салат из капусты, зелёный горошек, компот	29.05	10,1	49,8
20	Овощной суп, зразы, картофель, салат с майонезом, свекла, компот	15.06	1,93	20,5
21	Фасолевый суп, капуста, тушённая с мясом, картофель, помидоры с луком, компот	16.06	2,12	21,2
22	Суп из листьев свеклы, шашлык, картофель, зелёный горошек, салат с яблоком и перцем, кисель	17.06	2,91	25,8
23	Украинский борщ, гуляш, гречневая каша, консервированный горошек, помидор, компот	18.06	2,31	34,3
24	Рыба панированная, картофель, фруктовый салат, компот ананасовый	19.06	10,3	41,8
25	Суп с укропом, свиная отбивная, картофель, капуста тушёная, консервированный огурец, компот	22.06	1,97	34,1
26	Требуха, форшмак, картофель, зелень, компот	23.06	0,97	25,8
27	Суп протёртый, филе индюка, картофель, морковный салат, зелёный горошек, кисель	24.06	0,50	25,9
28	Рассольник, котлеты, картофель, морковь, салат из редиски, компот	25.06	0,63	26,2
29	Суп из крупы, рыба панированная, картофель, салат из репы, овощи, компот	26.06	48,2	44,3
30	Фасолевый суп, свиная печень, картофель, капуста тушёная, салат из редиски, компот	30.06	0,83	23,2
31	Суп из помидор, рыба панированная, картофель, салат из редиски, фасоль, компот	3.07	66,4	52,8

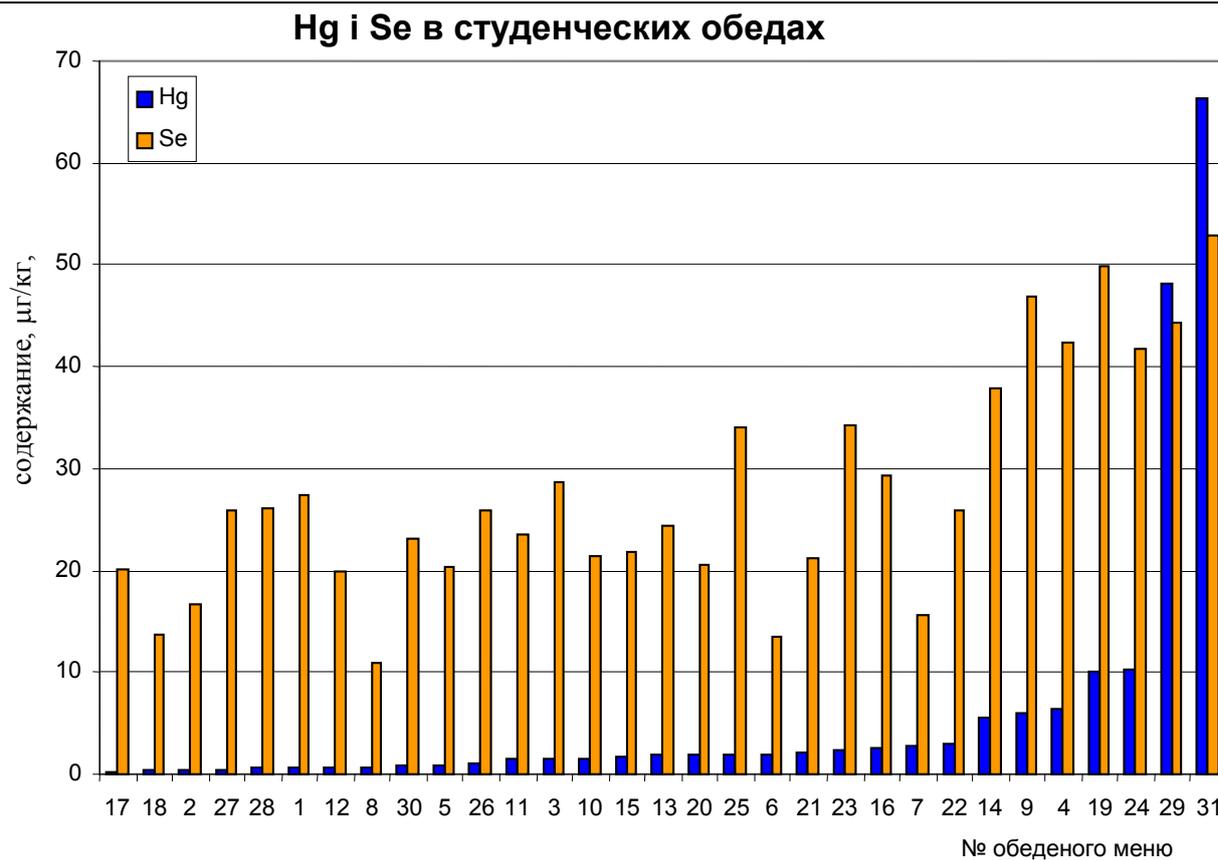


Рис. 1. Содержание Hg и Se в студенческих обедах.

- Kumpulainen J. Ch. 6. Intake of heavy metals: comparison of methods. Monitoring dietary intakes. Ed. Ian Macdonald. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, 117-125, 1991.
- Kvičala J. Selenium status and intake estimation by analyses of selenium indices of inhabitants in three regions of the Czech Republic. in Proceedings of the Technical Workshop on trace elements, natural antioxidants and contaminants ed. J.T. Kumpulainen, FAO UN, Rzym, 119-137, 1996.
- Langworth S., Elinder C.-G., Göthe C.-J., Vesterberg O. Biological monitoring of environmental and occupational exposure to mercury. Arch. Occup. Environ. Health, 161-167, 63, 1991.
- Levander O.A. Scientific rationale for the 1989 recommended allowance for selenium. J. Am. Diet Assoc., 91, 1572-1576, 1991.
- Ludwicki J.K., Wiadrowska B. Rтeć w żywności. Rтeć w środowisku – problemy ekologiczne i metodyczne. Zeszyty Naukowe PAN, 4, 19-25, 1992.
- Marzec Z., Buliński R. Wartość odżywcza całodziennych racji pokarmowych odtwarzanych w kilku regionach kraju. Cz. VII. Ocena pobrania kobaltu, chromu, niklu i selenu. Roczn. PZH, 43, 135- 138, 1992.
- MZiOS. Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej w sprawie wykazu substancji dodatkowych dozwolonych i za nieczyszczeń technicznych w środkach spożywczych i używkach. Dz. Urz. R.P. Nr 22 p. 233, z dn. 31 marca 1993r.
- Nikonorow M., UrbaneK-Karłowska B. Toksykologia żywności. PZWL Warszawa, 367-374, 1987.
- Reilly C. Metal contamination of food. Elsevier Sci. Publ. Ltd. Ch.6 Mercury and cadmium 131-140, 1991.
- Reilly C. Selenium: A new entrant into functional food arena. Trends in Food Science & Technology, 9, 114-118, 1998.
- Schweinsberg F. Risk estimation of mercury intake from different sources. Toxicology Letters, 72, 345-351, 1994.
- Szteke B., Ręczajska W. Arsen i selen w żywności i paszach. Zesz. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko”, 8, 82-93, 1994.
- Tsuda T., Inoue T., Kojima M., Aoki S. Market basket and duplicate portion estimation of dietary intake of cadmium, mercury, arsenic, copper, manganese, and zinc by Japanese adults. J. AOAC Int., 78, 1363-1368, 1995.
- UNEP/GEMS The contamination of food. Mercury. Environmental Library No. 5, 22-24, 1992.
- Urieta I., Jalon M., Eguileor I. Food surveillance in the Basque Country (Spain). II. Estimation of the dietary intake of organochlorine pesticides, heavy metals, arsenic, aflatoxin M₁, iron and zinc through the Total Diet Study, 1990/1991. Food Addit. Contam., 13, 29-52, 1996.
- WHO. Trace elements in human nutrition and health. 6. Selenium. 105-122, 1996.

УДК 628.162.1

Житенёв Б.Н., Наумчик Г.О.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ФИЛЬТРОВ С МЕМБРАННЫМ ПОДДЕРЖИВАЮЩИМ СЛОЕМ (ФМПС)

Конструкция фильтра обезжелезивания включает, наряду с фильтрующим слоем, поддерживающий слой, который чаще всего выполнен из щебня, крупностью 2...40 мм, и в котором расположен трубчатый дренаж. Высота поддерживающего

Наумчик Григорий Остапович, ассистент каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета.
Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.