



Сверхчистая вода, адаптированная для элементного анализа

Широкий круг лабораторий по всему миру, начиная с полупроводниковой, энергетической и горнодобывающей промышленности, до лабораторий по мониторингу окружающей среды, контролю безопасности пищевой продукции и естественнонаучных лабораторий, используют микроэлементный анализ.

Чувствительность приборов, используемых для проведения анализов, такова, что любое загрязнение, присутствующее в реагентах, может повлиять на результаты анализа. Вода используется на многих стадиях аналитического процесса, и любое загрязнение, привнесенное с водой, может переноситься на протяжении всего анализа и поставить под угрозу результаты.

Устройство очистки и раздачи воды Milli-Q® IQ Element

Устройство Milli-Q® IQ Element специально разработано для соответствия самым строгим требованиям микроэлементного анализа. При подключении к системам Milli-Q® IQ 7, устройство гарантирует, что получаемая сверхчистая вода не содержит ионы, металлы и частицы.

Компоненты устройства Milli-Q® IQ Element подбирались тщательным образом, чтобы не только удалять загрязняющие вещества, но также препятствовать потенциальным загрязнениям:

- Картридж содержит комбинацию смешанной ионообменной смолы Jetpore® и инновационную ионообменную среду IQnapo™ для удаления ионов до следового уровня.
- 0.1 мкм финишный фильтр Optimizer LW™ гарантирует отсутствие частиц в получаемой воде
- Педаль-переключатель и устройство раздачи помогают предотвратить любой риск загрязнения воды из окружающей среды



Качество воды

Для оценки эффективности комбинации систем очистки воды серии Milli-Q® IQ 7 с устройством Milli-Q® IQ Element были проведены анализы методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) **в двух независимых лабораториях (Таблицы 1 и 2)**. В обеих лабораториях устройство Milli-Q® IQ Element подсоединялось к системе Milli-Q® IQ 7005 в чистом помещении для минимизации загрязнений из среды лаборатории. Сверхчистую воду собирали после слива по меньшей мере 10 л воды, а пробоотборные бутылки несколько раз промывали водой, подлежащей испытанию.

Результаты показывают, что эта вода содержит только чрезвычайно низкие уровни тестируемых элементов и соответствует самым строгим требованиям современных приборов ИСП-МС к чистоте.

Таблица 1. Анализ ИСП-МС, выполненный с водой, полученной из устройства Milli-Q® IQ Element, подсоединенного к системе очистки воды Milli-Q® IQ 7005. Данные экспериментов любезно предоставлены компанией **Agilent Technologies**, Токио, Япония. © Agilent Technologies, Inc. Reproduced with Permission, Courtesy of Agilent Technologies, Inc.

Изотоп	Элемент	ВЕС (нг/л)	Образец (нг/л)	DL (нг/л)	Режим ячейки
7	Литий (Li)	0.04	< DL	0.04	[Холодный NH ₃]
11	Бор (B)	1.55	1.15	0.27	Без газа
23	Натрий (Na)	0.56	0.68	0.11	[Холодный NH ₃]
24	Магний (Mg)	0.03	0.01	0.01	[Холодный NH ₃]
27	Алюминий (Al)	0.08	0.07	0.04	[Холодный NH ₃]
28	Кремний (Si)*	215.16	198.65	4.98	[H ₂]
39	Калий (K)	0.60	0.54	0.16	[Холодный NH ₃]
40	Кальций (Ca)	0.50	< DL	0.57	[Холодный NH ₃]
47	Титан (Ti)	0.60	0.61	0.51	[O ₂]
51	Ванадий (V)	0.03	0.03	0.01	[NH ₃]
52	Хром (Cr)	0.10	0.08	0.02	[Холодный NH ₃]
55	Марганец (Mn)	0.01	0.01	0.02	[Холодный NH ₃]
56	Железо (Fe)	0.66	< DL	0.50	[Холодный NH ₃]
59	Кобальт (Co)	0.00	< DL	0.01	[Холодный NH ₃]
60	Никель (Ni)	0.03	< DL	0.16	[Холодный NH ₃]
63	Медь (Cu)	0.16	< DL	0.04	[Холодный NH ₃]
66	Цинк (Zn)	0.43	< DL	0.48	[NH ₃ горячий]
69	Галлий (Ga)	0.10	< DL	0.14	[Холодный NH ₃]
70	Германий (Ge)	0.47	0.43	0.11	[H ₂]
75	Мышьяк (As)	0.03	0.06	0.04	[O ₂]
85	Рубидий (Rb)	0.01	< DL	0.03	[Холодный NH ₃]
88	Стронций (Sr)	0.01	< DL	0.05	[Холодный NH ₃]
90	Цирконий (Zr)	0.04	< DL	0.09	[O ₂]
95	Молибден (Mo)	0.07	< DL	0.10	[NH ₃]
107	Серебро (Ag)	0.50	0.55	0.17	[Холодный NH ₃]
111	Кадмий (Cd)	0.02	< DL	0.08	[NH ₃ горячий]
118	Олово (Sn)	0.71	0.64	0.60	[NH ₃]
121	Сурьма (Sb)	0.00	< DL	0.02	[NH ₃]
133	Цезий (Cs)	0.00	0.01	0.00	[Холодный NH ₃]
138	Барий (Ba)	0.04	< DL	0.05	[NH ₃]
182	Вольфрам (W)	0.01	< DL	0.07	[H ₂]
208	Свинец (Pb)	0.09	< DL	0.08	[NH ₃ горячий]

DL - предел обнаружения; ВЕС -эквивалентная концентрация холостой пробы

*Как известно, Si трудно определить методом ICP-MS. При измерении GF-AAS, это было < DL (0.5 ppb).

Условия эксперимента (Таблица 1):

Реагенты: Азотная кислота: TAMAPURE AA-10 (Tama Chemicals Co. Ltd., Kanagawa, Япония)
DL и BEC: Получены с водой из устройства Milli-Q® IQ Element и стандартными добавками 0.05% азотной кислоты.
Образец: Среднее 6-ти значений (каждый из 3х образцов был измерен дважды).

Прибор	Agilent 8900 ICP-QQQ
Распылитель	MFN100
Горелка	Кварцевая горелка (в.д. 2.5 мм)
Конус	Пробоотборный конус, скиммер
Режим настройки (выбор реакционного газа)	Холодный NH ₃ / NH ₃ / NH ₃ (горячий) / O ₂ / без газа / H ₂
Режим детектирования	MS/MS
Мощность ВЧ-генератора (Вт)	630 (Холодный NH ₃), 1600 (NH ₃ , NH ₃ горячий, O ₂ , без газа, H ₂)
Распылительный газ (л/мин)	0.7
Вспомогательный газ (л/мин)	0.7 (Холодный NH ₃ и NH ₃), 0.85 (NH ₃ горячий), 0.7 (O ₂ , без газа, H ₂)
Напряжение экстракционной линзы 1 (В)	-120
Напряжение экстракционной линзы 2 (В)	-10.5
Амплитуда смещения напряжения омега линз (В)	-80
Напряжение омега линз (В)	2.2 (Холодный NH ₃), 7.5 (NH ₃ , NH ₃ горячий, O ₂ , без газа, H ₂)
Напряжение 1-го квадруполя (В)	-7.5 (Холодный NH ₃), -6.5 (NH ₃ , NH ₃ горячий, O ₂ , без газа, H ₂)
Скорость потока He (мл/мин)	1 (Холодный NH ₃ , NH ₃ , NH ₃ горячий), 0 (O ₂ , без газа, H ₂)
Скорость потока NH ₃ (мл/мин)	15 (Холодный NH ₃ , NH ₃ , NH ₃ горячий), 0 (O ₂ , без газа, H ₂)
Осевое ускорение (V)	1.5 (Холодный NH ₃ , NH ₃ , NH ₃ горячий, O ₂), 0 (без газа, H ₂)
Дискриминация по ионной энергии (В)	-5 (Холодный NH ₃), -7 (NH ₃ , NH ₃ горячий, O ₂), 4 (без газа), 0 (H ₂)

Таблица 2. Анализ методом ИСП-МС, проведен с высокочистой водой, полученной из модуля Milli-Q® IQ Element, подсоединенного к системе очистки воды Milli-Q® IQ 7005. Полученные данные любезно предоставлены **UT2A**, Pau, France.

Изотоп	Элемент	Образец (нг/л)	DL (нг/л)	Режим ячейки
9	Бериллий (Be)	< DL	0.20	Без газа
11	Бор (B)	< DL	0.50	Без газа
40	Кальций (Ca)	< DL	0.29	H ₂
45	Скандий (Sc)	0.59	0.53	H ₂
70	Германий (Ge)	< DL	0.10	H ₂
71	Галлий (Ga)	< DL	0.13	Без газа
78	Селен (Se)	< DL	0.57	H ₂
88	Стронций (Sr)	< DL	0.02	Без газа
89	Иттрий (Y)	< DL	0.02	Без газа
90	Цирконий (Zr)	< DL	0.05	Без газа
93	Ниобий (Nb)	< DL	0.03	Без газа
101	Рутений (Ru)	0.42	0.20	Без газа
103	Родий (Rh)	< DL	0.01	Без газа
105	Палладий (Pd)	< DL	0.34	Без газа
107	Серебро (Ag)	0.40	0.15	Без газа
115	Индий (In)	< DL	0.01	Без газа
118	Олово (Sn)	< DL	0.15	Без газа
126	Теллур (Te)	0.08	0.07	Без газа
139	Лантан (La)	< DL	0.02	Без газа
140	Церий (Ce)	< DL	0.03	Без газа
141	Празеодим (Pr)	< DL	0.02	Без газа
146	Неодим (Nd)	< DL	0.08	Без газа
147	Самарий (Sm)	< DL	0.13	Без газа
153	Европий (Eu)	< DL	0.04	Без газа
157	Гадолиний (Gd)	< DL	0.13	Без газа
159	Тербий (Tb)	< DL	0.02	Без газа
163	Диспрозий (Dy)	< DL	0.07	Без газа
165	Гольмий (Ho)	< DL	0.02	Без газа
166	Эрбий (Er)	< DL	0.11	Без газа

Изотоп	Элемент	Образец (нг/л)	DL (нг/л)	Режим ячейки
169	Тулий (Tm)	< DL	0.03	Без газа
172	Иттербий (Yb)	< DL	0.09	Без газа
175	Лютеций (Lu)	< DL	0.02	Без газа
178	Гафний (Hf)	< DL	0.11	Без газа
181	Тантал (Ta)	< DL	0.03	Без газа
185	Рений (Re)	< DL	0.09	Без газа
189	Осмий (Os)	< DL	0.14	Без газа
193	Иридий (Ir)	< DL	0.05	Без газа
195	Платина (Pt)	0.18	0.16	Без газа
197	Золото (Au)	< DL	0.43	Без газа
202	Ртуть (Hg)	5.1	1.52	Без газа
205	Таллий (Tl)	< DL	0.05	Без газа
209	Висмут (Bi)	< DL	0.06	Без газа
232	Торий (Th)	< DL	0.04	Без газа
238	Уран (U)	< DL	0.04	Без газа

DL, Предел обнаружения

Условия эксперимента (Таблица 2):

Реагенты: Реагенты аналитического качества Suprapur®. Азотная кислота: Ultrex® (J.T. Baker®, Avantor)

Образец: Средняя концентрация в воде из Milli-Q® IQ Element (10 измерений)

Прибор	Agilent AT 7900 ICP-MS
Распылитель	Перфторалкоксидный (тефлоновый) микропотоковый распылитель (200 мкл/мин) с перфторалкоксидными (тефлоновыми) трубками и зондом
Ввод пробы	Режим распыления пробы (без перистальтического насоса)
Распылительная камера	Тефлоновая распылительная камера Скотта
Горелка / Инжектор	Кварцевая горелка со съемным инжектором (скапфир 2.5 мм)
Конусы	Ni конус скиммера S-линзы и Ni конус пробоотборного конуса
Линзы	Линзы S-типа
Распылительный газ	0.75 л/мин
Вспомогательный газ	0.50 л/мин
Плазмообразующий газ	15 л/мин
Мощность плазмы	1500 W
Режим октупольной реакционной ячейки	Без газа; H ₂ : Реакция синтеза на изотопах водорода (5 мл/мин)
Время измерения	1 сек
Продуваний	100
Повторений	5

Выводы

Объединение устройства Milli-Q® IQ Element с системами очистки воды Milli-Q® IQ 7 позволяет получать сверхчистую воду, пригодную для микроэлементного и ультраэлементного анализа. Такая высококачественная сверхчистая вода может быть использована для критической очистки, для холостых растворов, для разведения образцов или для подготовки стандартных растворов даже для таких чувствительных методов анализа как ИСП-МС или ААС-ГФ.

Для размещения заказа или получения дополнительной информации, пожалуйста, обращайтесь:

ООО «Мерк»

115054, г. Москва, ул. Валовая, д. 35

Тел.: +7 (495) 937-33-04

E-mail: mm.russia@merckgroup.com

MERCKmillipore.com/labwater

