ЭЛЕМЕНТНЫЕ ПРИМЕСИ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ИНГРЕДИЕНТАХ И ГОТОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВАХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ USP 232/233

УДК 543.51, 615.11
БАК 02.00.02

Рота Д. (Rota G.), Карнароглио Д. (Carnaroglio D.), Milestone,
Румянцева М., ООО "Си Си Эс Сервис", rumyantseva@ccsservices.ru

В 2017 году вступили в силу новые главы фармакопеи США (United States Pharmacopeia, USP): 232 "Элементные примеси: пределы" и 233 "Элементные примеси: процедуры". Изменения в требованиях по контролю за содержанием элементных микропримесей в активных фармацевтических ингредиентах (АФИ), наполнителях и готовых лекарственных средствах коснулись используемых методов анализа. Рассмотрим возможные приборные решения и методы, которые помогут фармацевтическим лабораториям соответствовать новым требованиям.

Согласно главе USP 233, методы анализа должны удовлетворять следующим требованиям:

- возможность анализировать все 24 элемента, определенные в главе USP 232;

- высокая специфичность метода анализа (минимизация интерференций между элементами);
- высокая скорость анализа и возможность одновременного определения всех интересующих элементов;
- высокая линейность и широкий динамический диапазон;
- использование для анализа небольшого количества образца.

Требованиям USP 232/233 удовлетворяют такие широко применяемые методы анализа, как атомно-абсорбционная, атомно-флуоресцентная и рентгено-флуоресцентная спектрометрии, но оптимальным решением признаны оптическая эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ИСП ОЭС) и масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ИСП МС). Оба метода являются многоэлементными и высокочувствительными, а также обеспечивают высокую производительность при возможности автоматизации процессов анализа.

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ В МИКРОВОЛНОВЫХ СИСТЕМАХ РЕАКТОРНОГО ТИПА

Согласно требованиям USP 233, в качестве метода подготовки фармацевтических образцов рекомендована микроволновая кислотная минерализация в закрытых автоклавах под давлением. Оборудование для этой технологии предлагают многие мировые производители. Однако, помимо классических автоклавов, для работы с фармацевтическими образцами большой интерес представляют новые системы реакторного

Рис.1. Реакторная система Milestone UltraWAVE

Рис.2. Держатель с 15 образцами для микроволновой реакторной системы Milestone UltraWAVE до и после минерализации

типа UltraWAVE (настольная) и UltraCLAVE (напольная) производства компании Milestone (Италия).

Реакторные системы обеспечивают ряд преимуществ именно при минерализации фармацевтических препаратов. Так, большинство традиционных автоклавов не позволяют проводить разложение при температуре выше 250°C и давлении более 100 атм. Однако при таких условиях некоторые АФИ не могут быть полностью минерализованы, что при последующем спектральном анализе приводит к возникновению интерференций из-за высокого остаточного содержания углерода в пробах.

Система Milestone UltraWAVE (рис.1) с технологией SRC (Single Reaction Chamber – единая реакционная камера) создает более жесткие условия: до 300°C и 199 атм., что обеспечивает более полное разложение органических матриц при доле остаточного углерода на уровне 1,5% и остаточной кислотности по азотной кислоте менее 1,04 моль/л.

Чтобы оценить применимость Milestone UltraWAVE для подготовки фармацевтических образцов к последующему анализу методом ИСП МС согласно требованиям USP 233, было проведено исследование процесса минерализации трех АФИ:

- примаксина – соединения из группы производных 8-аминохинолина;
- пропранолола – неселективного бета-адреноблокатора;
- сульфаметоксазола – антибиотика группы сульфаниламидов.

Рис.3. Эффективность минерализации по критерию остаточного содержания углерода при разложении навески 500 мг пропранолола, примаксина и сульфаметоксазола в реакционной смеси на основе 6 мл HNO_3 в классической автоклавной системе MultiWAVE (Anton Paar) и реакторной микроволновой системе UltraWAVE (Milestone)

Минерализацию проводили в реакторной системе с держателем-штативом на 15 позиций и стандартными кварцевыми виалами (рис.2). Для разложения использовали реакционную смесь на основе 1 мл воды и 5 мл 65% HNO_3 . Чтобы создать внешнее давление, уменьшить возможное перекрестное загрязнение между образцами и исключить потери летучих элементов, в реакторный сосуд объемом 1 л подавался азот.

Для изучения эффективности минерализации были взяты навески массой 100, 250 и 500 мг. Образцы взвешивали непосредственно в реакционных кварцевых виалах и добавляли по 6 мл реакционной смеси.

Были выбраны недостижимые в классических автоклавных системах условия минерализации: 270°C и 120 атм. Общая длительность программы разложения от момента взвешивания навесок и до получения минерализованных растворов составила около 45 мин.

Остаточное содержание углерода, элементные микропримеси и остаточную кислотность определяли после минерализации методами ИСП ОЭС, ИСП МС и потенциометрическим титрованием.

При указанных условиях разложения остаточное содержание углерода во всех образцах, в том числе и для максимальных навесок в 500 мг, составило менее 250 мг/л. Последняя величина – критический порог для ИСП МС из-за возможного возникновения полиатомных ионных интерференций при определении ^{52}Cr , ^{75}As и других элементов. Однако даже для навески 500 мг пропранолола – наиболее устойчивого из трех АФИ при разложении – остаточное содержание углерода составило всего 1,8% (рис.3),

Таблица 1. Полиатомные наложения, обусловленные наличием остаточного углерода. С увеличением количества остаточного углерода растут полиатомные интерференции

Изотоп	Реакторная система Milestone UltraWAVE		Традиционная автоклавная система		
	Остаточный углерод, мг/л				
	100	250	500	1000	2000
	Степень извлечения для аналита с концентрацией 4 мг/л (n=3), %				
⁵² Cr	97,4 ± 6,3	106 ± 8 0	131 ± 4	171 ± 3	239 ± 1
⁵³ Cr	101 ± 0,8	93,7 ± 3,3 1	100 ± 2	106 ± 2	116 ± 2
⁶⁰ Ni	98,3 ± 2,2	95,4 ± 2,4	102 ± 4	105 ± 6	117 ± 8
⁷⁵ As	102 ± 2	99 ± 3	112 ± 2	125 ± 3	152 ± 5

то есть 192 мг/л в подготовленном к спектральному анализу растворе.

Важный параметр качества минерализации – остаточная кислотность, которая при значениях более 20% может приводить к снижению аналитического сигнала для As, Cd и Hg. После минерализации в реакторной системе Milestone UltraWAVE остаточная кислотность составила всего 6% HNO₃ для навески 500 мг пропраналола. На этом уровне кислотности подавление аналитического сигнала при ИСП МС не наблюдалось ни для одного из определяемых согласно USP 232 элементов.

Общая степень извлечения микропримесей при минерализации с помощью Milestone UltraWAVE была значительно улучшена по сравнению с классическими автоклавными системами кислотного разложения. При извлечении ⁵²Cr, ⁵³Cr, ⁶⁰Ni и ⁷⁵As выполнялось сравнение с референсным раствором, содержащим углерод в концентрации от 125 до 2000 мг/л. Для всех исследуемых образцов в системе UltraWAVE остаточное содержание углерода было ниже указанного выше значения в 250 мг/л, что обеспечило эффективное извлечение целевых микропримесей (табл.1).

Чтобы оценить применимость реакторных микроволновых систем в качестве оборудования для подготовки фармацевтических образцов, процесс минерализации был валидирован относительно параметров, описанных в USP 233: точности, повторяемости, воспроизводимости.

Согласно требованиям статьи, степень извлечения стандартной добавки (spike recovery) должна находиться в пределах от 70 до 150% с относительными стандартными отклонениями повторяемости лучше 20% и воспроизводимости на уровне 25% и ниже. При минерализации с помощью реакторной системы Milestone

UltraWAVE были получены результаты, полностью удовлетворяющие указанным требованиям.

Таким образом, Milestone UltraWAVE может применяться для минерализации сложных для кислотного разложения органических образцов АФИ массой до 500 мг при подготовке проб для дальнейшего анализа методом ИСП МС.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНЫХ МИКРОПРИМЕСЕЙ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ОБРАЗЦАХ СОГЛАСНО USP 232/233 МЕТОДОМ ИСП МС

Согласно рекомендациям USP 233, для анализа микроэлементных примесей в АФИ, наполнителях и готовых лекарственных средствах оптимален метод ИСП МС. Он имеет следующие достоинства:

- возможность многоэлементного анализа;
- производительность до нескольких сотен проб в день;
- пределы определяемых концентраций на уровне ppt (нг/л) и даже ppq (пг/л);
- диапазон определяемых концентраций – десять и более порядков, от следовых до процентных содержаний элементов;
- воспроизводимость результатов на уровне 1% при стабильности во времени;
- возможность анализа содержания стабильных изотопов.

Одна из лучших представленных на рынке систем ИСП МС – Analytik Jena Plasma Quant MS (рис.4). Эта модель продолжает серию приборов с трехмерным параболическим ионным зеркалом разработки фирмы Varian (теперь патент принадлежит компании Analytik Jena). Высокоэффективная ионная оптика и особая

конструкция квадруполь позволили улучшить отделение и фокусировку анализируемых ионов, повысить чувствительность, разрешение и точность изотопного анализа, добиться эффективного удаления фоновых сигналов и устранения интерференций. Инновационный высокочастотный генератор обеспечивает получение стабильной плазмы при расходе аргона менее 10 л/мин.

Чтобы оценить эффективность применения PlasmaQuant MS для анализа 24 элементных микропримесей в соответствии с требованиями USP 232/233 были проведены измерения трех готовых лекарственных средств: растворимого порошка аспирина, спрея биосептина и таблеток метформина. PlasmaQuant MS был укомплектован автосемплером ASPQ 3300 и системой ввода проб OneFAST (Elemental Scientific). Условия проведения анализа представлены в таблице 2 для двух разных газов, применяемых в реакционно-столкновительной ячейке, – гелия и водорода.

Навески образцов массой 0,2 г были предварительно минерализованы в традиционной автоклавной системе в реакционной смеси на основе HNO_3 с добавлением H_2O_2 при общем факторе разбавления 250. В измерениях использовался метод внешней калибровки со стандартными растворами с тем же фактором разбавления. Стандарты содержали все 24 элемента, определенные в USP 232, в концентрациях, соответствующих максимально допустимой суточной дозе. Внутренняя стандартизация проводилась с использованием Sc, Y, Tb и Bi в концентрациях 50 нг/г.

Для лучшего понимания возможности применения метода измерения к конкретной аналитической задаче важно учитывать значение допустимой суточной дозы (Permitted Daily Exposure, PDE) для каждого целевого элемента, а также целевое значение концентрации в подготовленном образце (J-value, J). Последнее определяет максимально допустимый предел концентрации аналита. Например, если значение допустимой суточной дозы Cd в препарате для орального применения определено в USP 232 на уровне 5 мкг/день, то при максимальной суточной дозе препарата 10 г допустимое содержание Cd в медикаменте составит 0,5 мкг/г. После минерализации 0,2 г образца и разведении до 50 мл с фактором разбавления 250 мы получим $J = 2$ мкг/л.

USP рекомендует калибровки, основанные на двух стандартах: 0,5J и 1,5J. В рассматриваемом случае концентрация Cd в первом стандарте будет равна 1 мкг/л, во втором – 3 мкг/л. В таблице 3 приведены диапазоны калибровки для разных элементов в соответствии со значениями J.

Рис.4. Масс-спектрометр с ИСП Analytik Jena Plasma Quant MS

Таблица 2. Настройки системы ИСП MC AnalytikJena Plasma Quant MS при анализе микропримесей

Параметр	Значение
Скорость потока плазменного газа, л/мин	9,0
Скорость потока вспомогательного газа, л/мин	1,25
Скорость потока распыляющего газа, л/мин	1,05
Газ в реакционно-коллизионной ячейке	He и H_2
Мощность ВЧ-генератора, кВт	1,30
Минимальное время измерения, мс	20
Число сканов в реплике	20
Число реплик для образца	3
Скорость насоса, об./мин	15
Настройка ионной оптики	Автоматическая оптимизация
Температура распыления, °C	3

Таблица 3. Значения J и рекомендованные концентрации стандартов для элементов в препаратах для перорального применения в максимальной дозировке не более 10 г в сутки

Элемент	Предельная концентрация, мкг/г	Значение J при разбавлении 0,2 г образца до 50 мл, мкг/л	Рекомендованные концентрации калибровочных стандартов, мкг/л	
			0,5J	1,5J
Кадмий	0,5	2	1	3
Свинец	0,5	2	1	3
Мышьяк (неорганический)	1,5	6	3	9
Ртуть (неорганическая)	3	12	6	18
Кобальт	5	20	10	30
Ванадий	10	40	20	60
Никель	20	80	40	120
Таллий	0,8	3,2	1,6	4,8
Золото	10	40	20	60
Палладий	10	40	20	60
Иридий	10	40	20	60
Осмий	10	40	20	60
Родий	10	40	20	60
Рутений	10	40	20	60
Селен	15	60	30	90
Серебро	15	60	30	90
Платина	10	40	20	60
Литий	55	220	110	330
Сурьма	120	480	240	720
Барий	140	560	280	840
Молибден	300	1200	600	1800
Медь	300	1200	600	1800
Олово	600	2400	1200	3600
Хром	1100	4400	2200	6600

Таблица 4. Пределы обнаружения метода и значения J для контролируемых микропримесей

Изотоп	Предел обнаружения метода, мкг/л	J, мкг/л
⁷ Li	0,17	220
⁵¹ V	0,28	40
⁵² Cr	0,53	4400
⁵⁹ Co	0,01	20
⁶⁰ Ni	0,09	80
⁶⁵ Cu	0,30	1200
⁷⁵ As	0,04	6
⁷⁸ Se	0,01	60
⁹⁸ Mo	0,01	1200
¹⁰¹ Ru	0,02	40
¹⁰³ Rh	0,01	40
¹⁰⁵ Pd	0,03	40
¹⁰⁷ Ag	0,03	60
¹¹¹ Cd	0,001	2
¹¹⁸ Sn	0,49	2400
¹²¹ Sb	0,08	480
¹³⁷ Ba	0,16	560
¹⁸⁹ Os	0,44	40
¹⁹³ Ir	0,11	40
¹⁹⁵ Pt	0,01	40
¹⁹⁷ Au	0,09	40
²⁰² Hg	0,05	12
²⁰⁵ Tl	0,001	3,2
²⁰⁸ Pb	0,03	2

В таблице 4 указаны пределы обнаружения метода для каждого из 24 определяемых изотопов. Низкие значения этой характеристики особенно важны для высокотоксичных элементов As, Cd, Hg и Pb. Предел обнаружения определялся в стандартных лабораторных условиях на основании двух серий измерений 12 холостых растворов, выполненных с перерывом в несколько дней, с последующим расчетом тройного стандартного отклонения.

Точность метода ИСП МС оценивалась на основании измерения стандартной добавки. Критерий приемлемости, определенный в USP 232, соответствует извлечению в диапазоне от 70 до 150%. Рисунки 5 и 6 показывают, что при проведении измерений на PlasmaQuant MS данный критерий полностью выполняется: результаты извлечения добавки для всех трех исследуемых аналитов находятся в пределах от 80 до 110% при использовании стандартов 0,5J и 1,5J.

Таблица 5. Тест на повторяемость на примере метформина

Изотоп	Целевое значение, мкг/л	Среднее значение, мкг/л	Стандартное отклонение	Относительное стандартное отклонение, %
⁷ Li	220	221	3,04	1,37
⁵¹ V	40,0	40,2	0,41	1,02
⁵² Cr	4400	4381	57,8	1,32
⁵⁹ Co	20,0	19,8	0,32	1,59
⁶⁰ Ni	80,0	78,7	0,80	1,01
⁶⁵ Cu	1200	1173	12,4	1,06
⁷⁵ As	6,00	5,34	0,11	2,13
⁷⁸ Se	60,0	51,7	0,46	0,88
⁹⁸ Mo	1200	1171	15,5	1,32
¹⁰¹ Ru	40,0	38,8	0,39	1,01
¹⁰³ Rh	40,0	39,1	0,38	0,97
¹⁰⁵ Pd	40,0	38,8	0,35	0,89
¹⁰⁷ Ag	60,0	60,4	0,61	1,01
¹¹¹ Cd	2,00	1,90	0,04	1,98
¹¹⁸ Sn	2400	2342	24,5	1,04
¹²¹ Sb	480	471	6,28	1,33
¹³⁷ Ba	560	548	4,94	0,90
¹⁸⁹ Os	40,0	46,8	1,13	2,42
¹⁹³ Ir	40,0	40,8	0,36	0,88
¹⁹⁵ Pt	40,0	38,7	0,37	0,95
¹⁹⁷ Au	40,0	43,0	0,66	1,53
²⁰² Hg	12,0	11,8	0,14	1,16
²⁰⁵ Tl	3,20	3,18	0,04	1,25
²⁰⁸ Pb	2,00	2,03	0,04	2,11

Для оценки повторяемости в шесть алиquot от каждого из трех образцов был добавлен стандарт с концентрацией, равной значению J. В таблице 5 показаны результаты теста на повторяемость для образца метформина. Относительное стандартное отклонение менее 2,5% для всех 24 элементов, измеренных в шести образцах метформина, свидетельствует о высокой надежности метода, так как, согласно USP

233, критерий приемлемости равен 20%. Для образцов аспирина и биосептина отклонение повторяемости при таких же условиях измерения составило около 3,5%.

Также было проведено по две серии измерений шести алиquot каждого из трех аналитов с добавлением стандарта на уровне одного J с перерывом в несколько дней. Серии проводили разные операторы

Рис.5. Степень извлечения при использовании стандарта 0,5J для аликвот трех аналитов

Рис.6. Степень извлечения при использовании стандарта 1,5J для аликвот трех аналитов

анализ элементных микропримесей в АФС, наполнителях и ГЛС согласно статьям USP <232>/<233> и руководству ICH Q3D

Посетите наш стенд на выставке
PHARMTECH-2018 Москва
ВЦ «Крокус-Экспо», 20-23 ноября 2018
стенд 127 Павильон №2 Зал №7

РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИСП-ОЭС и ИСП-МС
ANALYTIK JENA PLASMA QUANT и
МИКРОВОЛНОВЫХ СИСТЕМ ПРОБОПОДГОТОВКИ
MILESTONE UltraWAVE и **ETHOS**

analytikjena
An Endress+Hauser Company

MILESTONE
HELPING
CHEMISTS

**КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ
ААС, ИСП-ОЭС и ИСП-МС СПЕКТРОМЕТРИИ**

**ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ
В СООТВЕТСТВИИ С ЗАДАЧАМИ и БЮДЖЕТОМ**

**ПОСТАВКА, ЗАПУСК, ОБУЧЕНИЕ,
СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

- ✓ Одновременный многоэлементный анализ
Определение всех интересующих микроэлементов из
одной пробы (24 элемента)
- ✓ Минимальные межэлементные интерференции:
высокая специфичность
- ✓ Пределы обнаружения на уровне ppq
- ✓ Высокая линейность и широкий динамический диапазон
- ✓ Небольшое время, требуемое для анализа нескольких элементов
- ✓ Широкие возможности автоматизации
- ✓ Высокая устойчивость к различным компонентам образцов
- ✓ Небольшое количество образца, необходимое для
соответствия требованиям USP <232>
- ✓ Минерализация без потерь легколетучих элементов и
с минимальным содержанием остаточного углерода
- ✓ Оборудование обеспечено IQOQPQ документацией

CCS SERVICES - эксклюзивный
представитель и сервисный центр
компании Milestone Srl (Италия)
в России и странах СНГ

000 «Си Си Эс Сервис» - центральный офис
121351 Москва, ул. Ивана Франко, д. 48Г, стр.4,
тел. (495) 626 59 43, факс (495) 564 80 52
<http://www.ccsservices.ru>, info@ccsservices.ru

Таблица 6. Тест на воспроизводимость во времени на примере аспирина

Изотоп	Среднее значение, мкг/л	Стандартное отклонение	Относительное стандартное отклонение, %
⁷ Li	235	6,27	2,67
⁵¹ V	40,8	0,32	0,78
⁵² Cr	4541	86,4	1,90
⁵⁹ Co	20,6	0,20	0,97
⁶⁰ Ni	82,5	0,97	1,17
⁶⁵ Cu	1236	15,4	1,24
⁷⁵ As	6,39	0,25	3,97
⁷⁸ Se	66,1	3,48	5,26
⁹⁸ Mo	1220	25,0	2,05
¹⁰¹ Ru	40,3	1,03	2,56
¹⁰³ Rh	40,2	0,72	1,80
¹⁰⁵ Pd	40,4	0,97	2,40
¹⁰⁷ Ag	60	1,34	2,22
¹¹¹ Cd	1,97	0,02	1,23
¹¹⁸ Sn	2380	20,4	0,86
¹²¹ Sb	485	4,52	0,93
¹³⁷ Ba	552	7,69	1,39
¹⁸⁹ Os	35,3	2,18	6,17
¹⁹³ Ir	40,2	0,73	1,81
¹⁹⁵ Pt	39,5	0,91	2,31
¹⁹⁷ Au	40,4	2,78	6,88
²⁰² Hg	11,8	0,18	1,55
²⁰⁵ Tl	3,19	0,03	0,92
²⁰⁸ Pb	2,03	0,03	1,51

с предварительной калибровкой прибора и оптимизацией параметров анализа. В таблице 6 приведены результаты измерения для аспирина. Отклонение точности не выше 7% при определении всех элементов намного превосходит значение критерия приемлемости, установленного в USP 233 на уровне 25%. Для двух других аналитов получены аналогичные данные, что свидетельствует об очень высокой надежности метода.

Анализ трех аналитов на реальное содержание контролируемых элементов показал концентрации микропримесей либо ниже уровня детектирования прибора, либо значительно меньше допустимого предельного содержания элементов для данной лекарственной формы в соответствии с требованиями USP 232.

Таким образом, можно сделать вывод, что метод ИСП МС, реализованный в спектрометре Analytik

Jena Plasma Quant MS, удовлетворяет всем требованиям к оборудованию и методике измерений 24 элементных микропримесей в фармацевтических субстанциях.

* * * *

Проведенное исследование показало, что комплект аналитического оборудования на основе микроволновой системы подготовки проб реакторного типа Milestone UltraWAVE и прибора ИСП МС Analytik Jena Plasma Quant MS является высокоэффективным решением для анализа элементных микропримесей в фармацевтической продукции в соответствии с требованиями USP 232/233. ■

При подготовке статьи использовались материалы компании Analytik Jena

БИОТЕХНОЛОГИЯ И НАУКИ О ЖИЗНИ

ВЫСТАВКА И ФОРУМ

25-27 ФЕВРАЛЯ 2019

МОСКВА | ГОСТИНЫЙ ДВОР

ОСНОВНЫЕ ПОТОКИ ФОРУМА

- Бионанотехнологии в медицине
- Постгеномная медицина
- Геномное редактирование в агротехнологиях
- 3D биопринтинг
- Современная иммунология
- Регенеративная и клеточная медицина
- Персонализированная медицина
- Биоматериалы в биотехнологиях и медицине
- Качество жизни и активное долголетие
- Функциональные продукты питания
- Омиксные технологии в клинической онкологии
- Вакцины нового поколения
- Внеклеточные везикулы и циркулирующие микроРНК
- Инновационные технологии и оборудование в биофармацевтике
- Биокатализ и промышленное производство
- Биологическая трансформация загрязнений в окружающей среде

СЕКЦИЯ БИЗНЕС

- Биолаб-дизайн
- Перспективы выхода на рынок новых лекарственных средств, в том числе, на основе моноклональных антител
- “Умные” продукты питания
- Современные технологические решения для биофармацевтических производств
- Биотехнологии для современной косметической индустрии
- Разработка и регистрация биотехнологических лекарственных средств
- Сценарии перехода к новому сельскому хозяйству и функциональному питанию: в поисках путей реализации приоритета научно-технической политики РФ

РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

БИОФарма

Фармацевтические и бифармацевтические компании.
Лекарственные препараты для онкологии, иммунологии, офтальмологии, кардиологии, неврологии и других сфер применения.
Изделия медицинского назначения и вакцины.
Фитопрепараты и витаминные комплексы.
Субстанции и ингредиенты для ГЛС.

Функциональные продукты питания

БИОпродукты пищевой промышленности и агропромышленного комплекса.
БИО-питание и органические продукты.
Биологически активные добавки и герпротекторы.
Здоровое и детское питание.
БИО-спорт. Спортивное питание.

АНАЛИТИКА

Лабораторно-аналитическое оборудование.
“Умные” (smart) лаборатории.
Реактивы.
Расходные материалы.

БИОЛаб

Биоаналитические комплексы.
Биологические и генетические тесты.
Процессы и аппараты для биотехнологических производств и лабораторных исследований (биореакторы и измерительное оборудование).
Реактивы и наборы.
Питательные среды.

БИОСофт

Программные продукты для биотехнологии.
Большие массивы данных - Big Data.
Облачные технологии и сервисы.
Банки данных в биотехнологии.
IT-решения для биологических задач.

БИОМед

Life Science
Персонализированная диагностика и лечение.
Продукция и услуги биотехнологических компаний для конечного пользователя.
Мобильные технологии и индивидуальное диагностическое оборудование.
Медицинские продукты питания.
Биофармацевтика и фармацевтические компании.
Биочипы и биосенсоры.
Генетическая инженерия и биосовместимые материалы.
Биомедицинские и роботические технологии.
Биопрепараты для медицины и косметологии, а также готовые продукты на их основе.

БИОАгро

Весь спектр биопродуктов для агропромышленного комплекса.
Технологии производства.
Продукция и услуги биотехнологических компаний для конечного пользователя.
Биологические средства защиты растений, агрохимикаты, фунгициды, препараты для рекультивации почв.
Ферментные препараты для кормовой, хлебопекарной, химической, спиртовой и др. видов промышленности.
Биопрепараты, вакцины, пробиотики.
Кормовые добавки и ингредиенты.

БИОвенчур, Стартапы, Кластеры, Технопарки

Венчурные фонды и программы поддержки новых компаний в биотехнологической сфере.

Промышленная биотехнология

Биопрепараты и технологии для ликвидации загрязнений почвы, грунта и водоемов.
Оборудование и технологии для организации биотехнологического производства.
Чистые линии: водо- и воздушнонабжение, проектирование и строительство, хранение и перевозка биотехнологической продукции.
Весь спектр биопродуктов для пищевой промышленности, биогеологии, промышленных производств, а также биоагенты для охраны и восстановления окружающей среды.
Альтернативные источники энергии, в т.ч. из возобновляемого сырья.
Биобезопасность.

БИОЛаб Драйв

Лабораторная мебель
Проектирование лабораторных помещений
Презентация оборудования

CleanBiotech

Очистка воздуха, почвы, воды.
Регенерация.
Биоотходы.

Бионика

Разработка и создание бионических систем, биопротезирование, экзоскелеты.

БИОФранчайзинг

Зона франчайзинговых предложений, связанных с биотехнологиями, лабораториями, системами анализов.