

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ RAYKOL – НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ПОДГОТОВКУ ПРОБ

Крылова Т.А., Чазова Л.В., к.х.н., ООО "ЭЛЕМЕНТ", info@element-msc.ru;
Шахнович О.А., ООО "ЛабПро Медиа"

Бурное развитие науки и технологий в области химии и материаловедения, создание широкого спектра качественно новых веществ и материалов, а также экспоненциальный рост антропогенного воздействия на окружающую среду во второй половине XX века привели к объективной необходимости более глубокого и всестороннего изучения химического состава, структуры и свойств объектов самой различной природы. Из стен исследовательских лабораторий химический анализ шагнул во все сферы человеческой деятельности, став настоящим массовым. Существенно возросли и требования к его точности, достоверности и воспроизводимости. Поэтому одной из актуальных задач инструментального сопровождения современной аналитической химии является автоматизация всего аналитического процесса, в том числе и его важнейшего предварительного этапа – подготовки проб. В статье рассказывается о наиболее интересных автоматизированных системах пробоподготовки для различных аналитических задач от компании Raykol Group.

Вторая половина XX века стала этапом взрывного развития науки и технологий в области тонкого химического синтеза, создания принципиально новых классов материалов, в том числе композитных и наноразмерных, молекулярных биотехнологий и др. Новые объекты анализа потребовали от химиков-аналитиков качественно иного уровня исследований и контроля химического состава. В области инструментального сопровождения в приоритете приборостроительных компаний долгое время оставалось создание и развитие оборудования и систем для собственно аналитических измерений. Появился широкий спектр новых решений – от простейших приборов для рутинного контроля до мощных исследовательских комплексов. Сегодня практически любой аналитический метод подкреплен инструментально: масс-спектрометры, хроматографы, различное спектральное оборудование, список можно существенно продолжить. Причем некоторые приборы по своим аналитическим характеристикам уже вплотную приблизились к физическим ограничениям реализованных в них аналитических методов.

Инструментальное обеспечение подготовки проб долгое время ускользало от внимания компаний-разработчиков аналитического и лабораторного оборудования, зачастую даже сегодня пробы готовят по старинке – вручную. В то же время пробоподготовка – решающий этап процесса химического анализа, а ситуация, когда, отбрав пробу, можно сразу приступить к аналитическим

измерениям, крайне редка. Главная цель любого аналитического процесса – получить максимально достоверные и воспроизводимые характеристики химического состава исследуемого объекта, и общий успех в большей степени зависит от того, насколько правильно выполнены наиболее сложные и трудоемкие предварительные стадии. К тому же, в отличие от аналитических измерений, операции пробоподготовки не всегда поддаются теоретическому описанию, хуже обеспечены технически, а на их выбор и оптимизацию влияет множество разнонаправленных факторов.

Пробоподготовка – это и один из наиболее длительных этапов анализа, а при ручном выполнении операций профессионализм лаборантов не может гарантировать точность и воспроизводимость. К примеру, в хроматографии на подготовку проб приходится до 61% общего времени аналитического процесса и 30% случаев недостоверных результатов. Помимо того, что ручная пробоподготовка является основным источником ошибок, длительное воздействие органических растворителей наносит вред здоровью персонала, а нерациональное использование рабочего времени и дорогостоящих реактивов существенно снижают рентабельность работ.

Объективная необходимость автоматизации этапа пробоподготовки привела в начале 2000-х гг. как к значительному росту инструментальных приложений от известных приборостроительных компаний, так и к появлению на рынке новых игроков. Компания Raykol



Рис.1. Компания Raykol Group имеет собственное современное серийное производство полного цикла, включая департамент исследований и разработок и хорошо оснащенные испытательные лаборатории

Group с головным офисом в городе Сямынь (провинция Фуцзянь, Китай) занимается исследованиями, разработкой и производством автоматизированного лабораторного оборудования с 2007 г. (рис.1). Группа состоит из шести дочерних компаний трех научно-исследовательских баз и научно-исследовательского института. В общей сложности в компании работает более 450 сотрудников. Raykol Group уделяет особое внимание научным и технологическим инновациям: в состав независимого экспертного комитета компании входит более 50 известных инженеров-разработчиков и ученых в области анализа и тестирования. Немаловажным показателем технологического уровня компании служит и тот факт, что в 2022 г. Raykol Group заключила договор стратегического партнерства для продвижения инноваций в области автоматизации лабораторий с региональным представителем крупнейшей в мире приборостроительной корпорации Agilent Technologies.

Автоматизированные лабораторные решения Raykol включают системы микроволнового разложения, упаривания, твердофазной и жидкостной

экстракции и применяются в процессе подготовки проб в пищевой промышленности, экологии, сельском хозяйстве, фармацевтике и многих других отраслях. Приборы компании для быстрой и эффективной подготовки проб различной природы и сложности помогают оптимизировать распределение ресурсов для повторяющихся задач и рабочего процесса в целом, повысить производительность лаборатории, уменьшить использование растворителей и образование опасных отходов. Высокая степень извлечения анализируемых веществ, устранение влияния мешающих примесей и эффективное концентрирование позволяют обеспечивать низкий предел обнаружения, точность, достоверность и воспроизводимость результатов химического анализа.

ПОДГОТОВКА ПРОБ ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА

Этапы и методы подготовки проб варьируются в зависимости от целевых анализов, выбранного метода исследования, а также природы анализируемых объ-

ектов. Для элементного анализа спектроскопическими методами с различными видами атомизации, в том числе индуктивно-связанной плазмой, а также для элементной масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой одним из наиболее эффективных методов пробоподготовки является микроволновое кислотное разложение. RayKol предлагает целый ряд решений в этой области – как высокопроизводительных, так и бюджетных, для небольших лабораторий.

Система микроволнового разложения RayKol XT-iMD

Микроволновая химия изучает химические превращения под воздействием энергии микроволнового поля. Микроволны действуют как высокочастотные электрические поля и нагревают любой материал, содержащий подвижные электрические заряды: полярные молекулы в растворителе или проводящие ионы в твердом теле. Микроволновые технологии получили широкое признание после публикации в 1986 г. статьи Ричарда Гедая, Фрэнка Смита, Кеннета Уэствея и др. "Использование микроволновых печей для быстрого органического синтеза", хотя первые работы по теме появились еще в 1950 гг.

Микроволновое излучение способно в десятки и сотни раз ускорять многие химические реакции, вызывать быстрый объемный нагрев жидких и твердых образцов, эффективно удалять влагу из твердых, в том числе и высокопористых материалов, модифицировать свойства различных сорбентов.

Микроволновая подготовка проб известна как "технология экологически чистых химических реакций", отличительными характеристиками которой являются быстрое и полное разложение образцов, небольшая потеря летучих элементов, низкий расход реагентов, простота в эксплуатации, высокая эффективность обработки и низкий уровень загрязнения.

Автоматизированные микроволновые системы RayKol гарантируют высокую степень извлечения целевых соединений, отсутствие потерь и загрязнения образцов, подходят для любого типа объектов, в том числе со сложными матрицами, например вредных отходов, огнеупорных материалов, руд, полимеров, сплавов металлов, пищевых продуктов и др. С помощью предустановленных методов разложения образцы легко переводятся в состояние, пригодное для дальнейшего анализа.

Флагманская модель компании Raykol Group – автоматизированная система микроволнового разложения XT-iMD (рис.2) создана на основе десятилетнего опыта инноваций в технологиях контроля темпера-

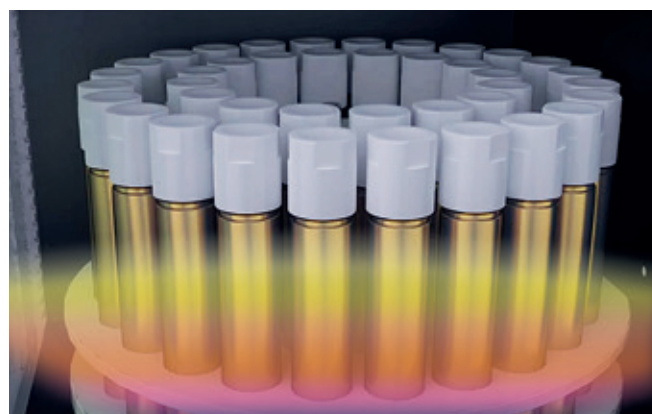
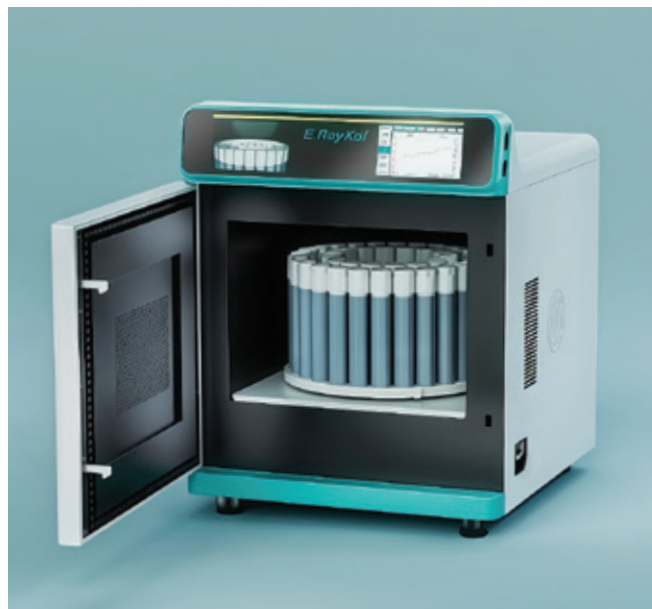


Рис.2. Высокопроизводительная автоматизированная система микроволнового разложения RayKol XT-iMD с 65-литровой камерой с фронтальной загрузкой и расположенным снизу источником микроволнового излучения для максимальной эффективности нагрева

туры в среднем инфракрасном диапазоне. Система предназначена для широкого спектра применений, обладает высокой эффективностью и снабжена 10 функциями активной и пассивной защиты. Фронтальная (традиционная) загрузка, мощность до 2400 Вт и 65-литровая стальная камера с коррозионностойким покрытием обеспечивают одновременную высокопроизводительную обработку до 42 образцов и до 16 образцов в сосудах высокого давления в соответствии со всеми требованиями аналитических измерений. Для мониторинга процессов в режиме реального времени в системе используются бесконтактные датчики температуры и давления, что обеспечивает

Табл.2. Сравнительные характеристики систем микроволнового разложения RayKol

Параметры	ХТ-9910	ХТ-9930	ХТ-iMD
Объем камеры, л	35	75	65
Мощность max, Вт	1000	2400	
Расположение источника излучения	Сбоку	Снизу	
Наличие веб-камеры	нет	нет	да
Максимальная загрузка (сосуды высокого давления 100мл; 5МПа)	8	–	
Максимальная загрузка (сосуды высокого давления 100мл; 6МПа)	–	16	
Максимальная загрузка (сосуды высокой производительности 55/75мл; 4 МПа)	–	42	
Расположение дверцы	Фронтальное	Вертикальное	Фронтальное
Загрузка сосудов	Возможность загрузки сосудов по одному (без извлечения ротора из системы)		
Диапазон регулирования температуры, °С	От комнатной до 400		
Контроль температуры	Бесконтактный датчик; контроль фактической температуры образца в режиме реального времени; отображение кривой изменения температуры		
Диапазон регулирования давления, МПа	0–10		
Контроль давления	Бесконтактное сканирование; механизм автоматического сброса		
Вращение ротора, 360°	Непрерывное		
Сканирование данных ротора	Определение типа ротора; типа сосуда; количества проб		
Удаление кислоты после разложения	Отдельный блок, входит в комплект поставки		
Система вентиляции, м ³ /мин	Скорость потока не менее 5,3		

надежность работы и всестороннюю защиту пользователей. В данной модели предусмотрена веб-камера для визуального контроля разложения, изображение с которой выводится на экран в левой части передней панели. Кроме того, RayKol ХТ-iMD предусматри-

вает комплектование различными роторами, в зависимости от потребностей пользователя и подходит для подготовки образцов со сложной матрицей, таких как пищевые продукты, почва, фармацевтические препараты, косметика.



Рис.3. Системы микроволнового разложения RayKol XT-9910 и XT-9930

Система RayKol XT-iMD оснащена интеллектуальным управлением с сенсорного экрана, на который в режиме реального времени выводятся текущие рабочие показатели: температура, давление и др. В памяти системы могут быть сохранены более 100 методов разложения для образцов различной природы в которые при необходимости можно в любое время внести изменения, а различные встроенные функции, такие как многоуровневое управление пользовательским интерфейсом, коррекция мощности, калибровка температуры и фиксирование действий в журнале, делают пробоподготовку при помощи RayKol XT-iMD максимально удобной для пользователя.

Помимо модели XT-iMD Raykol Group предлагает пользователям и другие системы микроволнового разложения – с различной мощностью, объемом загрузки и производительностью (рис.3). Небольшим лабораториям с ограниченным числом анализов подойдет бюджетная модель RayKol XT-9910 с 35-литровой рабочей камерой на 8 образцов и максимальной мощностью до 1000 Вт.С большим потоком проб легко справится модель RayKol XT-9930, особенностью данной модели является вертикальная загрузка сосудов с образцами (табл.2).

ПОДГОТОВКА ПРОБ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Развитие биохимических и полимерных технологий, синтез новых веществ и создание новых классов материалов привели к необходимости точного количественного и качественного определения широкого спектра органических соединений в различных природных и технологических объектах, в том числе следовых содержаний компонентов в образцах со сложными матрицами. Далеко не всегда удается провести химический анализ без предварительного выделения определяемых соединений. Даже такой мощный метод, как хромато-масс-спектрометрия, не может решить любую аналитическую задачу в лоб – в подавляющем большинстве случаев только качественная предварительная подготовка пробы может обеспечить оптимальное измерение аналитического сигнала.

В основные этапы пробоподготовки для определения органического состава образца методами хроматографии и масс-спектрометрии входят гомогенизация (достижение однородности пробы), удаление мешающих примесей (повышение селективности) и обогащение (концентрирование). Рассмотрим лучшие решения компании Raykol Group в этой области.



Рис.4. Автоматизированная станция подготовки жидких проб RayKol AP 300



Рис.5. Технологии, реализованные в RayKol AP 300, делают процедуры дозирования и разбавления простыми и удобными: а – высокоточные шприцевые насосы на 100 мкл, 1 мл и 10 мл; б – станция многократной промывки игл; в – платформа для образцов с модулями охлаждения и перемешивания и возможностью работы с пробирками разного размера; г – управление с ПК по Wi-Fi; д – высокоточный модуль для отбора проб

Станция подготовки жидких проб RayKol AP 300

Станция подготовки жидких проб RayKol AP 300 (рис.4) предназначена для автоматического разбавления, дозирования и разведения стандартных растворов для построения калибровочных кривых. Станция выполняет сложные трудоемкие процессы: подготовку стандартных растворов, интегрированное добавление жидкости, быстрое дозирование. Установка оснащена 8 портами ввода реагентов и удовлетворяет всем требованиям к пипетированию для обычных лабораторных объемов.

Три высокоточных шприцевых насоса (рис.5а) на 100 мкл, 1 мл и 10 мл, диапазон каждого соответственно: 5–100 мкл, 50 мкл – 1 мл, 0,5–1 мл и объем перекачки от 5 мкл до 1 мл позволяют добиться многократного точного разбавления без замены шприца и промежуточного раствора.

Конструкция модуля для отбора проб четко определяет положение крышки и дна любого флакона для максимальной точности ввода (рис.5д). В работе могут использоваться различные типы игл для органических и неорганических, а также пипетки для биохимических

образцов. Допустимый объем пробирок варьируется от 2 до 100 мл. Максимальная вместимость станции: 288 хроматографических виал объемом 2 мл, 84 пробирки для центрифуги 50 мл или 96 пробирок 20/40 мл (рис.5в).

Для сохранения оптимальной температуры термочувствительных растворов платформа для образцов оснащена элементом охлаждения Пельтье и может поддерживать температуру от 10 °С при комнатной температуре окружающей среды. Кроме того, в платформу встроен модуль перемешивания, что позволяет сократить время промежуточных стадий и повысить точность и удобство приготовления растворов.

Для автоматической очистки после завершения цикла система оборудована четырехканальной станцией многократной промывки игл: три канала – для погружной промывки и одна – для проточной, что практически полностью исключает перекрестную контаминацию (см. рис.5б). После промывки иглы высушиваются в воздушном потоке. Для сброса отходов установка имеет расположенные снаружи перистальтические насосы.

Система управляется ПО с интуитивно понятным интерфейсом и всем необходимым набором рабочих функций. Операции выбора нужных параметров, управления и контроля, а также сохранения данных осуществляются с ПК по Wi-Fi (рис.5г).

Гомогенизаторы RayKol АН-50 и АН-40

Автоматизированный высокопроизводительный гомогенизатор RayKol АН-50 (рис.6) полностью изменяет утомительный, рутинный, занимающий много времени и ненадежный процесс ручной гомогенизации,



Рис.6. Автоматизированные высокопроизводительные гомогенизаторы RayKol АН-40 (а) и АН-50 (б)

эффективно решая задачу одновременного измельчения и экстракции. Прибор идеально подходит для подготовки к анализу по определению остаточных пестицидов или ветеринарных препаратов в образцах сельскохозяйственной и пищевой продукции, в том числе с высоким содержанием влаги, жира или клетчатки. RayKol АН-50 может быть использован в подготовке проб для органического анализа биологически активного сырья в лабораториях фармацевтических и косметических производств, в экологических исследованиях, в биологии и медицине и многих других отраслях.

Максимальная загрузка RayKol АН-50 – 36 образцов. Обработка каждого образца производится в полностью автоматическом режиме: от добавления растворителя до очистки ножей по окончании процесса, система также позволяет свободно комбинировать различные методы. Все параметры подготовки пробы

Табл.3. Сравнение характеристик гомогенизаторов RayKol АН-50 и RayKol АН-40

Параметры	АН-50	АН-40
Размеры ножей, мм	19×204; 10×108 – для пробирок 15 мл	
Скорость, об/мин	3000–25 000, регулируется программно	
Движение ножей	Возможность вертикального движения при гомогенизации, глубина погружения регулируется в зависимости от объема пробирок	
Вместимость для пробирок 10–200 мл, шт.	12–36	8–32
Автоопределение типа ротора	Да	Нет
Дозирование реагентов	3 типа растворителей	Нет
Промывка ножей	3 режима: вода, органический растворитель, ультразвук	
Каналы подачи воды для промывки	Два: водопроводная, очищенная	Один
Защита от капель	Есть	Нет
Управление	встроенный сенсорный экран, 10"	С ПК по Wi-Fi, экран 8"
Габариты (Ш × Г × В, см)	40 × 57 × 79	35 × 50 × 80

настраиваются и сохраняются с помощью встроенного сенсорного экрана. В АН-50 используются штативы для лабораторных пробирок разного объема, а также для центрифужных пробирок.

Прибор абсолютно герметичен и оснащен автономной системой воздухоотвода, что снижает загрязнение воздуха органическими растворителями и освобождает пространство вытяжного шкафа. Весь процесс можно наблюдать онлайн благодаря прозрачной передней дверце и подсветке. В случае неправильного положения ножа, перегрева двигателя, неправильной загрузки пробы и т.д. срабатывает автоматическая система аварийной остановки.

Более экономичным решением для лабораторий с большой рабочей нагрузкой может стать еще одна модель автоматического гомогенизатора – RayKol АН-40. Сравнение характеристик приборов дано в табл.3.

Автоматический вертикальный осциллятор/гомогенизатор RayKol V20

Процедура QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe – быстрый, простой, дешевый, эффективный, точный, надежный) – метод обработки проб, основанный на технологии экстракции и матричной дисперсии твердых фаз, впервые был предложен М. Анастасиадисом и соавторами в 2003 г.

Этот универсальный подход позволяет извлечь остаточные количества органических соединений, принадлежащих к разным классам, за один прием в несколько простых этапов. Образец гомогенизи-



Рис.7. Автоматический вертикальный осциллятор/гомогенизатор RayKol V20, слева – наборы для пробоподготовки методом QuEChERS



Рис.8. Подготовка растительных образцов методом QuEChERS на RayKol V20: а – гомогенизация ягод дерезы обыкновенной (*Lycium barbarum*); б – измельчение не очищенного от отрубевой оболочки зерна риса (*Oryza sativa*)

руют, центрифугируют с реагентом и перемешивают. Используемые реагенты зависят от типа анализируемого образца. QuEChERS широко используется для анализа остатков пестицидов, ветеринарных препаратов и микотоксинов в пищевых и сельскохозяйственных продуктах и др.

Во время процесса QuEChERS обычно используют вихревой/обычный шейкер или ручное встряхивание, что, однако, не может обеспечить удовлетворительной эффективности – для достижения нужных результатов требуется значительное время, кроме того, ручная подготовка пробы не гарантирует воспроизводимости результатов. Автоматическая остановка прибора при нештатном открытии обеспечивает полную безопасность персонала.

Для максимально эффективного измельчения и перемешивания автоматический истритель RayKol V20 (рис.7, 8, табл.4) использует вертикальное встряхивание маятникового типа, имитирующее дугообразную траекторию движения искусственной руки. Эта технология соответствует самым современным требованиям к методу предварительной обработки QuEChERS. Широкий спектр настроек и разнообразие спецификаций держателей для образцов позволяют проводить подготовку различных проб в точном соответствии с целевой задачей. Система универсальна и может использоваться для измельчения, перетирания, гомогенизации и перемешивания практически любых как твердых, так и жидких образцов. Для измельчения вязких и очень твердых проб предусмотрены специальные металлические ёмкости объёмом 50 мл, в кото-



Рис.9. Металлические контейнеры для охлаждения и измельчения вязких и твердых образцов

рых образец может быть предварительно охлаждён или заморожен с помощью жидкого азота. В систему одновременно можно загрузить до 4-х таких ёмкостей (рис.9).

Для пробоподготовки методом QuEChERS компания Raykol Group предлагает также широкую номенклатуру наборов реагентов.

Мультипробирочный платформенный вортекс Raykol MTV 3000

Настольный мультипробирочный платформенный вортекс MTV3000 (рис.10) используется для гомогенизации и перемешивания различных образцов: реакционных смесей, биологических материалов, клеточных культур и др. Система широко используется в молекулярной биологии, клеточной биологии, химической, фармацевтической и пищевой промышленности.

Табл.4. Основные характеристики Raykol V20

Параметры	Значение
Скорость встряхивания, об/мин	100–1800, регулируется программно
Максимальная амплитуда колебаний, мм	32
Максимальная загрузка, кол-во проб × мл	20 × 50; 38 × 15; 10 × 100; 54 × 2; 96-луночный планшет
Программное управление	Встроенный сенсорный экран, 7"
Габариты, Ш × Г × В, см	37 × 52 × 69
Вес, кг	70

Raykol MTV3000 отличается высокой производительностью: максимальная загрузка составляет 66 образцов при объеме пробирки 2 мл. В приборе предусмотрены несколько режимов работы, в каждом методе можно запрограммировать до 4 ступеней. Есть функция установки отложенного старта (табл.5).

Фиксаторы для штативов с пробирками регулируются по высоте, что позволяет использовать центрифужные пробирки различного типа объемом от 2 до 100 мл. Для безопасной работы предусмотрены кнопка аварийной остановки и световой индикатор текущего состояния. Информация о работе вортекса, а также сведения об ошибках выводятся на экран на передней панели. Звуковой сигнал оповещает оператора о завершении программы.



Рис.10. Мультипробирочный платформенный настольный вортекс MTV3000

Табл.5. Основные характеристики Raykol MTV 3000

Параметры	Значение
Скорость встряхивания, об/мин	500–3000, регулируется программно
Максимальная амплитуда колебаний, мм	3,6
Максимальная загрузка, кол-во проб × мл	18 × 50; 50 × 15; 15 × 100; 66 × 2
Программное управление	Встроенный сенсорный экран, 7"

Высокопроизводительная система жидкостной экстракции при повышенном давлении RayKol HPFE 06SD

Извлечение органических соединений из сложных матриц – достаточно сложная проблема. Представляющие интерес аналиты, например полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и полихлорированные дифенилы (ПХД), могут легко адсорбироваться на матрицах образцов, что приводит к нарушению разделения при использовании обычной жидкостной экстракции. Кроме того, традиционные методы жидкостной экстракции, например экстракция по методу Сокслета, являются довольно длительными и дорогими из-за большого расхода растворителя.

Жидкостная экстракция под давлением – новый метод извлечения аналитов из сложного твердого или полутвердого образца матрицы – значительно сокращает как время процесса, так и расход реагентов. Высокопроизводительная система экстракции RayKol HPFE 06SD (рис.11) позволяет проводить экстракцию целевых компонентов из твердых и полутвердых образцов. За счет одновременного повышения давления и температуры растворимость и диффузионная способность целевых соединений существенно увеличиваются, что сокращает время экстракции с 10 часов до 15–30 минут и снижает расход растворителя с 200 мл до 20–50 мл.

Жидкостной экстрактор RayKol HPFE 06SD способен одновременно нагревать до 6 экстракционных ячеек в диапазоне температур от комнатной

до 200 °С и с точностью ± 1 °С. Предусмотрен независимый контроль (включение/отключение) каждого из 6 каналов. В системе могут использоваться экстракционные ячейки объемом 11, 22, 34 мл и емкости для сбора экстракта от 60 до 370 мл. Для обеспечения высокой скорости и равномерности экстрагирования термокамера RayKol HPFE 06SD спроектирована таким образом, чтобы экстракционные ячейки равномерно нагревались со всех сторон. Благодаря автовыравниванию перед герметизацией и закрытой конструкции ячеек минимизируется риск утечек. Немаловажно, что уплотнительное кольцо экстракционной ячейки является частью запорного механизма, а число использований для каждой позиции фиксируется программой. По истечении ресурса надежности уплотнительного кольца система напоминает о необходимости его замены (рис.12). В сравнении с вариантом с закручивающейся крышкой RayKol HPFE 06SD имеет меньший риск повреждений и более длительный срок службы.

Жидкостной экстрактор RayKol HPFE 06SD компактен, герметичен, оснащен системой удаления паров и защитой от превышения температуры, давления и протекания жидкостей. Прибор автоматически предупреждает о любых сбоях и ошибках. Все этапы подготовки проб фиксируются в электронном журнале. В ПО предусмотрено редактирование параметров и программируемый запуск. Экстрактор оснащен встроенным 10-дюймовым сенсорным экраном с возможностью управления в одно касание и интуитивно понятным интерфейсом.



Рис.11. Высокопроизводительный жидкостной экстрактор RayKol HPFE 06SD



Рис.12. Модуль нагрева RayKol HPFE 06SD, внизу справа – индикация ресурса уплотнительных колец экстракционных ячеек

Системы упаривания в токе азота RayKol Auto EVA

Широко распространенной техникой концентрирования проб является отгонка (упаривание). В основе всех методов отгонки лежит различие в давлении паров разделяемых компонентов, т.е. разные коэффициенты распределения макро- и микрокомпонентов в системах жидкость–пар. Метод отгонки основан на образовании летучих соединений, под которыми понимают вещества, существующие в газообразном состоянии при температуре и давлении проведения процедуры. Для удаления лишней воды или органических растворителей из жидких проб наиболее часто используют отгонку в токе инертных газов, как правило – азота.

Приборы серии Auto EVA компании Raykol Group – безопасные, высокопроизводительные и высокоскоростные системы упаривания в токе азота с низким расходом газа. Флагманская модель – RayKol Auto EVA 80 – используется в подготовке проб для определения содержания остаточных пестицидов и ветеринарных препаратов в пищевых продуктах и объектах окружающей среды, в биохимических и фармацевтических исследованиях, во многих других приложениях (рис.13, табл.6). Высокая степень автоматизации, концентрирование до 80 образцов одновременно, равномерный нагрев и поддержание оптимального расстояния между кончиком иглы для продувки азотом и поверхностью пробы гарантируют стабильный результат.

В приборе реализована автоматическая функция контроля оптимального расстояния между кончиком иглы и уровнем жидкости в пробирках, скорость движения иглы задается при выборе параметров и в случае необходимости корректируется в процессе упаривания: пользователь может мгновенно изменить положение иглы, если это необходимо, например, чтобы предотвратить ее погружение в образец. Максимальный вертикальный ход иглы составляет 160 мм с точностью до 0,1 мм.

Каждый из 8 каналов подачи газа управляется автономно и контролируется индивидуально клапаном пропорциональной регулировки с помощью программной функции "Поток" для выбора оптимальной скорости обдува. Оригинальная запатентованная игла из нержавеющей стали имеет сужающуюся на конус форму наконечника, что обеспечивает одинаковую скорость и строго вертикальное направление потока газа по центру пробирки для эффективной отгонки и предотвращения контаминации проб. Извлечение игл для очистки (в том числе ультразвуковой) не требует специальных инструментов (рис.14).



Рис.13. Система упаривания в токе азота RayKol Auto EVA 80

В комплектации прибора имеются универсальные штативы для образцов, совместимые с автоматизированной системой ТФЭ Fotector Plus, из которой после проведения экстракции штатив просто переставляется в систему упаривания Auto EVA 80. Водяная баня наполняется автоматически, а прозрачные стенки позволяют контролировать процесс выпаривания визуально.

Система Auto EVA 80 имеет встроенный сенсорный экран диагональю 10 дюймов. Интуитивно понятный интерфейс и интеллектуальное ПО позволяют гибко настраивать все параметры. Оператор может контролировать процедуру в режиме реального времени и при необходимости проводить корректировку непосредственно во время работы как через программное обеспечение на ПК, так и с помощью сенсорного экрана прибора. Все

Табл.6. Основные характеристики RayKol Auto EVA 80

Параметр	Значение
Количество каналов	8
макс. количество образцов	80
Объем пробирок, мл	От 10 до 100
Диапазон расхода газа, л/мин	до 3 с точностью 0,1
Управление	Программное; 10" встроенный сенсорный экран

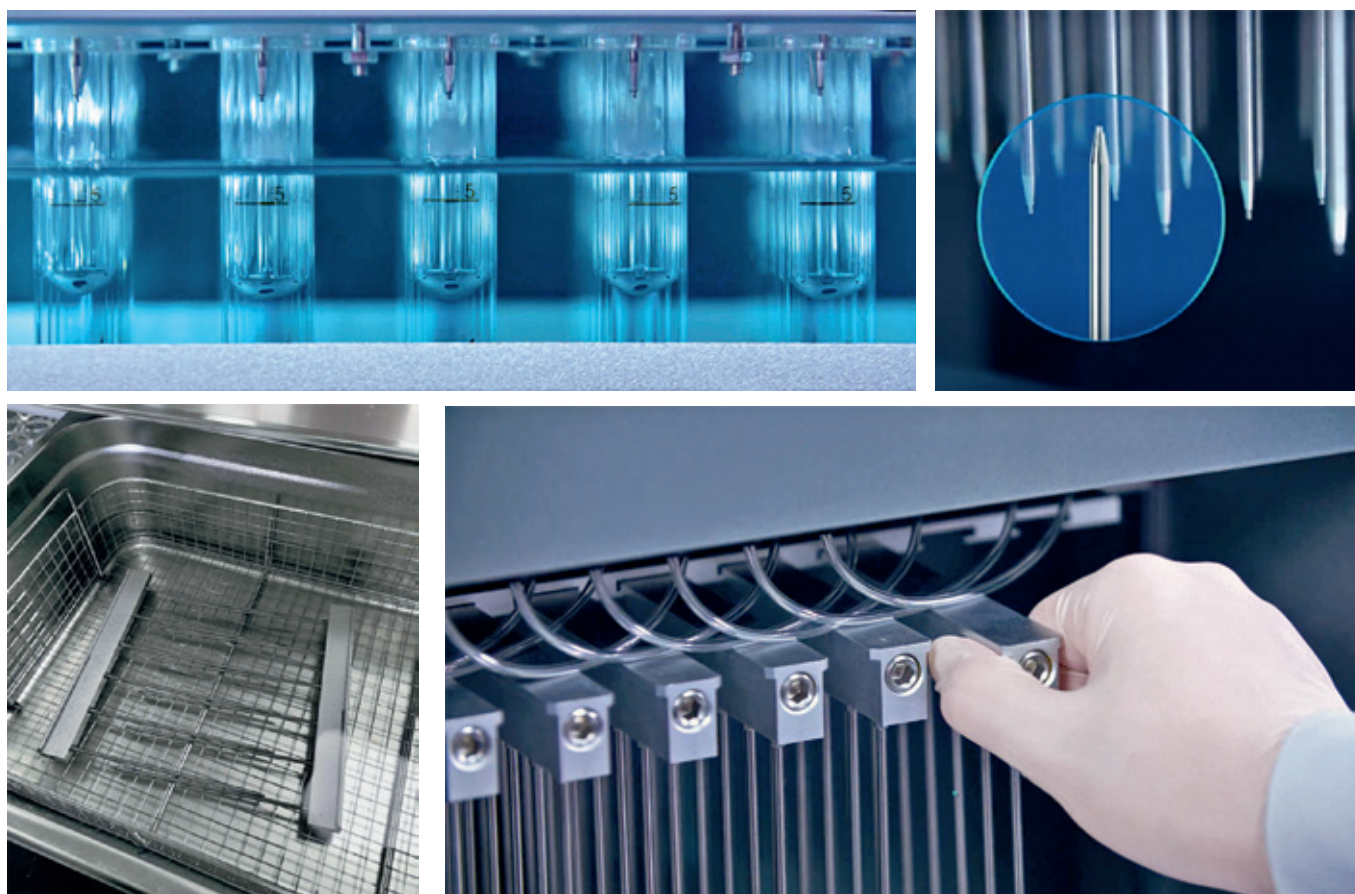


Рис.14. Оригинальная запатентованная игла из нержавеющей стали обеспечивает одинаковую скорость и строго вертикальное направление потока газа по центру пробирки. Внизу: извлечение игл для очистки не требует специальных инструментов

заданные характеристики сохраняются в электронном журнале и могут быть использованы повторно.

Прибор оснащен встроенным вытяжным вентилятором, что сводит к минимуму риск воздействия реагентов. Модули продувки азотом и нагрева водяной бани полностью изолированы для максимальной безопасности операторов. Предусмотрен онлайн-контроль параметров и автоматическое отключение системы при низком давлении или недостаточном уровне воды в водяной бане, звуковая сигнализация, а также функция блокировки закрытия системы при попадании посторонних предметов между водяной баней и верхней частью прибора.

Системы упаривания в токе азота RayKol Auto EVA 36, Auto EVA 60 и Auto EVA 100 имеют конструкцию отличную от модели Auto EVA 80, но те же достоинства: каждая модель представляет собой закрытую систему упаривания, управляемую с помощью встроенного сенсорного экрана. Как и в модели Auto EVA 80, поддерживаются одинаковые условия во время всего процесса

упаривания образцов, параметры могут быть скорректированы во время упаривания. Модули с иглами для продувки азотом легко вынимаются и устанавливаются обратно в гнезда, без необходимости использовать какие-либо специальные инструменты. Водяная баня имеет выдвижную конструкцию с прозрачным окошком с подсветкой в передней стенке. Также предусмотрены функции безопасности работы с системой. Цифра в наименовании модели указывает на максимальную загрузку системы – 36/60/100 образцов соответственно. Еще один прибор серии, на который стоит обратить внимание, – автоматическая система упаривания в токе азота RayKol Auto EVA 12A (рис.15), которая предназначена для концентрации различной природы образцов большого объема: экологических (почвы, воды, донных отложений), сельскохозяйственного и пищевого сырья и готовой продукции, фармацевтических и косметических компонентов и др. для определения содержания в них следового содержания токсичных органических примесей.



Рис.15. RayKol Auto EVA 12A: вверху – общий вид; внизу – точный объем жидкости в конечной точке концентрирования контролирует оптоволоконный датчик (а); автоматический режим ополаскивания стенок пробирок (б)

К преимуществам системы RayKol Auto EVA 12A можно отнести большую емкость рабочей камеры и 12 независимых каналов подачи азота: в каждом цикле можно одновременно обработать до 12 образцов во флаконах объемом 65 или 260 мл. Наполнение и опорожнение водяной бани осуществляется автоматически, а весь процесс упаривания легко контролировать визуально благодаря стеклянным стенкам.

Для снижения давления над растворителями и максимально мягкого и быстрого испарения в приборе реализованы технологии градиентной продувки с постепенным усилением расхода газа и регулируемого угла наклона игл, создающие вихревой поток нужной интенсивности. Точно заданный объем пробы в конечной точке концентрирования контролирует оптоволоконный датчик (рис.15а). Его расположение вне водяной бани обеспечивает качественное измерение и длительный срок службы.

К еще одному уникальному преимуществу системы RayKol Auto EVA 12A можно отнести автоматический режим ополаскивания стенок пробирок (рис.15б) для исключения потери целевых аналитов в результате их частичного испарения и последующего конденсирования. Это улучшает регенерацию и на 10–15% увеличивает эффективность извлечения целевых аналитов.

Вакуумные испарители RayKol MPE и MPE Pro

Для получения точных и надежных результатов определения следовых количеств компонентов, определения витаминов А, D, Е, холестерина, жирнокислотного состава, трансизомеров жирных кислот и т.п. применяется быстрое концентрирование методом испарения в вакууме. Традиционно для этого используется ротационный испаритель, который имеет целый ряд существенных недостатков, в частности – возможность подготовки только одной пробы. Вакуумные испарители RayKol MPE (рис.16а) и MPE Pro (рис.16б) в зависимости от модели могут концентрировать до 48 проб одновременно. Это значительно экономит время, а также исключает путаницу при работе с большими партиями образцов.

Высокопроизводительные вакуумные испарители RayKol серии MPE и MPE Pro одновременно вакуумируют, нагревают и перемешивают пробу, за счет чего концентрирование происходит быстро и бережно к окружающей среде. Испаряющийся растворитель собирается с помощью прямого холодильника или специальной системы рекуперации растворителей MPE ASR (рис.19б) для повторного использования. Важным преимуществом приборов серии MPE является то, что для проведения процедуры не требуется азот, что существенно снижает себестоимость пробоподготовки.



Рис.16. Высокопроизводительные вакуумные испарители: RayKol MPE 16 (а); MPE Pro 20 Standart с системой рекуперации растворителей MPE ASR (б)

Герметичная конструкция водяной бани гарантирует равномерный, непрерывный и одновременный нагрев всех образцов. Система обеспечивает эффективное и быстрое упаривание до 48 образцов в пробирках различных форм объемом до 800 мл. Для визуального контроля стенки водяной бани выполнены из прозрачного стекла.

В конструкции уплотнительных крышек, которые выбираются в соответствии с размерами флаконов, предусмотрен обогрев с целью предотвращения конденсации паров растворителя и ускорения концентрации. Система отвода паров с отдельным каналом для каждого образца исключает перекрестное загрязнение. Равномерное круговое встряхивание, нагрев и контроль вакуума позволяют избежать закипания. Высокочувствительный датчик определяет степень вакуумирования в режиме реального времени, чтобы избежать выпаривания целевого компонента вместе с растворителем из-за слишком низкого давления. Настройка всех параметров (температура, вакуум, время, частота встряхивания, градиентный режим испарения) осуществляется с помощью встроенного сенсорного экрана.

В модели MPE Pro реализовано несколько инновационных решений: сенсорный экран стал больше и мобильнее, изменились возможности ПО. Полностью изменена конструкция верхней крышки: для легкого закрывания используется откидной демпфирующий механизм, удерживающий крышку в любом положении, что исключает непроизвольное захлопыва-

ние. Сама крышка оснащена магнитным механизмом для герметизации (без необходимости затягивания винтов для фиксации). Модель MPE Pro 12 Standart разработана специально для плоскодонных пробирок большого объема (800мл). В модель MPE Pro 20 IR добавлена функция упаривания до конечного объема (0,5 мл или 1 мл). Специальная модель MPE Pro 20 Separate оснащена 20-позиционным штативом с индивидуальными крышками, благодаря чему можно извлечь любую пробирку, не прерывая упаривания в остальных.

Автоматизированная система твердофазной экстракции Fotector Plus

Метод твердофазной экстракции (ТФЭ) основан на извлечении целевых соединений из экстрактов жидких и газообразных образцов путем их адсорбции на малых количествах адсорбционных материалов. Ручной процесс ТФЭ является громоздким, отнимает много времени, имеет нестабильную воспроизводимость. Точность результатов испытаний не может быть гарантирована из-за нестабильной скорости потока и различных условий работы колонки, а высокая проницаемость и токсичность органических реагентов наносит вред здоровью персонала.

Система твердофазной экстракции RayKol Fotector Plus (рис.17) предназначена для крупных лабораторий с большим потоком проб. Процедура ТФЭ в приборе полностью автоматизирована, обеспечивает минимальный расход реагентов, строго параллельную

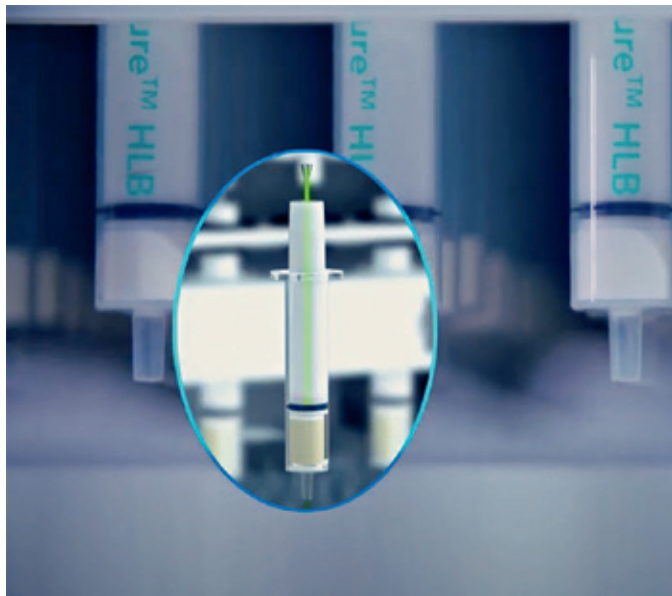


Рис.17. Автоматизированная система твердофазной экстракции Fotector Plus, слева – высокоточный шприцевой насос с уникальным запатентованным плунжером

обработку проб с соблюдением всех заданных параметров, точность и воспроизводимость результатов. Система идеально подходит для пробоподготовки при определении содержания остаточных пестицидов и ветеринарных препаратов в пищевых продуктах, вредных органических соединений в объектах окружающей среды, токсичных веществ в крови и моче и т.д.

В зависимости от природы образца и аналитической задачи RayKol Fotector Plus может проводить автоматическую адсорбцию как целевого соединения, так и примесей (рис.18).

Непрерывная обработка больших партий выполняется одновременно, параллельно по нескольким каналам, с использованием одного метода и строгим контролем всех параметров. В случае сложных образцов могут быть выбраны специальные параметры ТФЭ. Для анализов на обнаружение токсинов предусмотрены специальные картриджи иммуноаффинной очистки. При экологических испытаниях быстросъемные загрузочные модули позволяют увеличить пропускную способность системы до более чем 60 непрерывно обрабатываемых проб воды.

RayKol Fotector Plus оснащена многопортовыми клапанами для выбора растворителей. Высокоточный шприцевой насос полностью герметичен, уникальный запатентованный плунжер плотно прилегает к стенкам картриджа ТФЭ, что гарантирует стабильную скорость потока и высокую воспроизводимость резуль-

татов. Пробозаборная игла изготовлена из химически инертных материалов, а вся система спроектирована таким образом, чтобы полностью исключить возможность контаминации.

Интеллектуальное ПО контролирует весь процесс в режиме реального времени с автоматическим формированием журналов мониторинга, данные которых можно сохранять для последующей работы.

Система твердофазной экстракции RayKol Auto SPE-06D

Система Auto SPE-06D (рис.19) разработана специально для подготовки образцов больших объемов (до 20 л) для анализа качества питьевой, водопроводной, природной воды. В системе реализованы два метода пробоподготовки: метод ТФЭ (диски, картриджи) и последующее упаривание пробы. Это идеальное решение для экстракции пестицидов, антибиотиков, ПАУ, ПХД, полуволетучих органических соединений, различных токсичных и взрывчатых веществ из водных растворов в соответствии с потребностями каждой лаборатории.

Auto SPE-06D одновременно обрабатывает до 6 образцов. Система оборудована высокоточным датчиком давления, который автоматически предупреждает о его повышении <0,6 МПа. Керамические, стойкие к коррозии дозирующие насосы обеспечивают равномерный и точный объем вводимой пробы. Встроенный модуль отгонки существенно экономит

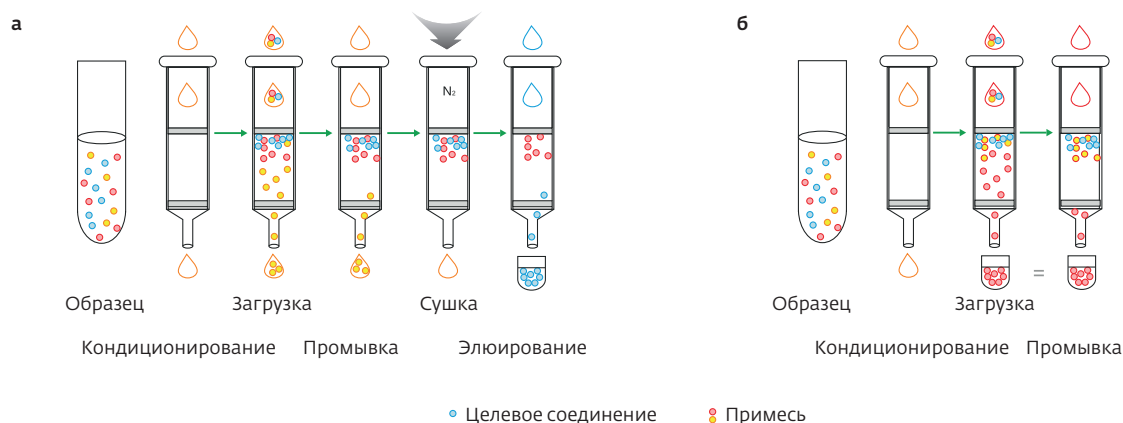


Рис.18. Схема процедуры ТФЭ: адсорбция целевого соединения (а); примесей (б)

время пробоподготовки. Шприцевые насосы для промывки проб значительно улучшают воспроизводимость. Объем образца после концентрирования контролируется инфракрасным датчиком.

Компактная конструкция прибора позволяет с легкостью разместить его в вытяжном шкафу. Отдельные каналы для сбора водных и органических отходов, а также встроенная вентиляция для отвода паров

растворителей делают эксплуатацию системы максимально безопасной. А полная автоматизация процесса без участия оператора гарантирует высокое качество пробоподготовки и существенно снижает стоимость работ.

"Инновации создают ценности, знания оптимизируют лабораторию" – этот девиз в полной мере реализован в инструментальных решениях компании Raykol Group. Системы автоматизированной пробоподготовки Raykol используют самые современные технологии, вносят весомый вклад в эффективность лабораторной практики, сохраняют здоровье человека. Качество – основа всего, что делает компания: Raykol Group сертифицирована по стандарту ISO, соответствует требованиям международных регламентов и строит свой бизнес на основе честного и долгосрочного партнерства с каждым потребителем.

Автоматизированные системы пробоподготовки Raykol, а также расходные материалы и комплектующие предоставляет официальный представитель Raykol Group в России компания "ЭЛЕМЕНТ". Сервисная служба компании проводит пуско-наладку, обучает специалистов заказчика работе на системах Raykol, осуществляет гарантийное и постгарантийное обслуживание, дооснащает уже имеющееся оборудование. Специалисты компании по запросу пользователей организуют дополнительные семинары и тренинги по работе с приборами и всегда готовы оказать квалифицированную техническую и консультационную поддержку.



Рис.19. Система твердофазной экстракции Raykol Auto SPE-06D

ПОДГОТОВКА ПРОБ RAYKOL

Гомогенизация

MTV3000

Мультипробирочный платформенный вортекс

Гомогенизация и перемешивание различных образцов – реакционных смесей, биологических материалов, клеточных культур и пр. – вертикальным встряхиванием.

Высокая производительность — максимальная загрузка до 66 образцов (пробирки 2 мл). В системе предусмотрены регулируемые фиксаторы для штативов с пробирками, поэтому она может вместить центрифужные пробирки с образцами различного типа и объёма, от 2 до 100 мл.



Вортекс мультипробирочный платформенный MTV3000

V20

Вертикальный осциллятор/гомогенизатор

Работает и как вортекс, и как истиратель, и как встряхиватель. С помощью данной системы проводятся следующие этапы подготовки образцов: быстрое перемешивание и встряхивание, гомогенизация, разрушение клеток и пр. Система V20 используется для работы с самыми разнообразными материалами – как с растворами, так и с твёрдыми образцами, включая фрукты, семена, ткани животных, клеточные культуры, корни растений, стебли, листья, цветы и пр.



Вертикальный осциллятор и гомогенизатор V20

Экстракция

HPFE 06S

Система жидкостной экстракции под давлением

Извлечение органических соединений (ПАУ, ПХБ) из сложных матриц – сложная проблема при подготовке образцов. Обычные методы, например, экстракция Сокслета, требуют большого расхода растворителя и длительного времени. Одновременная экстракция 6 проб полутвёрдых образцов при повышенном давлении и температуре позволяет сократить время процесса до 15–30 минут и снизить расход растворителя с 200 мл до 20–50 мл.



Система жидкостной экстракции под давлением HPFE 06S

Подробная информация на сайте:



Концентрирование в токе азота и в вакууме

MPE Pro

Высокопроизводительный вакуумный испаритель

Быстрое удаление (испарение) растворителя в условиях пониженного давления (вакуума), высокой температуры и непрерывного перемешивания упариваемого образца из пробирок различного объема. Надежное и точное управление вакуумом, перемешивание и равномерный нагрев на водяной бане, чтобы исключить потери целевого компонента и обеспечить точность и воспроизводимость анализа за счет создания одинаковых условий упаривания для всех образцов.



Высокопроизводительный вакуумный испаритель MPE Pro

Auto EVA 36/60/100

Автоматические системы упаривания в токе азота

Безопасные, высокопроизводительные, высокоскоростные системы с низким расходом азота. Равномерный нагрев с помощью водяной бани или полого нагревательного штатива, а также продувки газообразным азотом из пробирок различного объема и уникальная технология отслеживания уровня жидкости обеспечивают точное параллельное концентрирование проб. Весь процесс упаривания в режиме реального времени можно отслеживать на планшете или смартфоне.



Автоматические системы упаривания в токе азота Auto EVA

Auto EVA mini

Автоматическая система упаривания в токе азота

Разработана для концентрирования образцов малого исходного объема из виал и пробирок 2мл / 5мл или 96-луночных планшетов с помощью быстрой продувки азотом и одновременным равномерным нагревом. Уникальная конструкция обеспечивает стабильный поток через каждую иглу для продувки. Во время упаривания игла автоматически опускается внутрь пробирок, сохраняя одинаковое расстояние до уровня жидкости, что обеспечивает одинаковые условия в течение всего процесса.



Высокопроизводительный вакуумный испаритель MPE Pro

Очистка

Серия Fotector

Автоматизированные системы ТФЭ

Извлечение органических соединений (ПАУ, ПХБ) из сложных матриц – сложная проблема при подготовке образцов. Обычные методы, например, экстракция Сокслета, требуют большого расхода растворителя и длительного времени. Одновременная экстракция 6 проб полутвердых образцов при повышенных давлении и температуре позволяет сократить время процесса до 15–30 минут и снизить расход растворителя с 200 мл до 20–50 мл.



Автоматизированная система ТФЭ Fotector Plus