Прибавление в семействе

LCMS-8060 – новая модель в линейке сверхбыстрых масс-спектрометров Shimadzu

Рисунок 1: Модель LCMS-8060, которая демонстрирует высочайший уровень быстродействия в сочетании с уникальной чувствительностью

Корпорация Shimadzu была первой, кто реализовал высокоскоростные технологии в масс-спектрометрии, чтобы полностью удовлетворить потребности пользователей в быстродействующих и чувствительных масс-спектрометрических детекторах для систем сверхбыстрой хроматографии сверхвысокого разрешения (УВЖХ).

Модели линейки UFMS (Ultra Fast Mass Spectrometry, сверхбыстрая масс-спектрометрия), такие как LCMS-8040/8050 и GCMS-TQ8040, фактически установили новый стандарт быстродействия тандемных масс-спектрометров. Новая модель LCMS-8060 (рис. 1) также характеризуется высочайшим уровнем производительности и быстродействия и призвана изменить существующие представления о пределах чувствительности современных аналитических приборов.

От своего предшественника, модели LCMS-8050, новый масс-спектрометр унаследовал инновационную систему электрораспылительной ионизации с нагреваемым газом «Heated-ESI», возможность сверхбыстрого (5 мс) переключения полярности ионизации, быстродействующие квадрупольные анализаторы масс и ячейку соударительной диссоциации третьего поколения UFsweeper III. Оба прибора, LCMS-8050 и LCMS-8060, на сегодняшний день являются самыми быстродействующими тандемными жидкостными масс-спектрометрами: скорость сканирования полного диапазона масс достигает величины 30.000 а.е.м./с, а минимальное

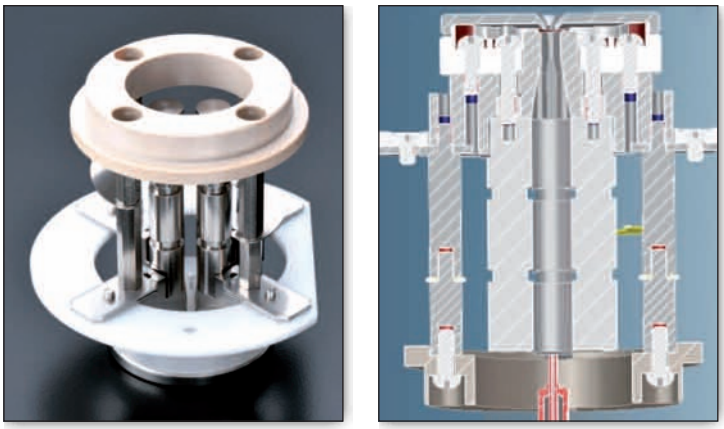

Рисунок 2: Система ионной оптики UF Qarray, обеспечивающая высочайшую чувствительность LCMS-8060

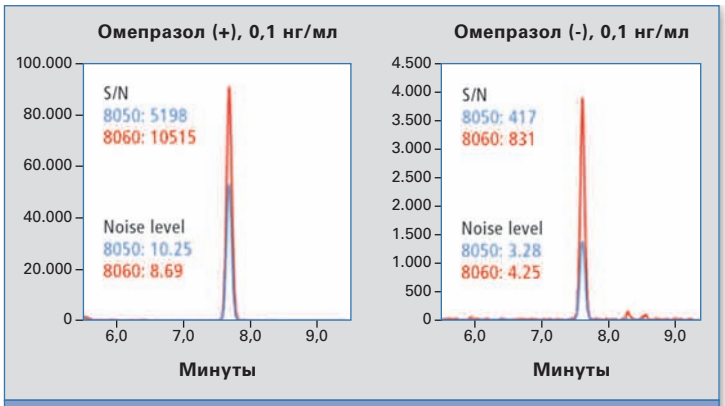

Рисунок 3: Сравнение величины соотношения «сигнал/шум» (S/N) при определении омепразола

время регистрации MRM-перехода составляет всего 0,8 мс.

Высочайшее быстродействие в сочетании с уникальной чувствительностью

При разработке нового масс-спектрометра основное внимание было уделено максимальному повышению чувствительности анализа. Система ионизации «Heated-ESI» существенно увеличивает эффективность ионизации и десольватации, поэтому для ещё большего увеличения чувствительности необходимо добиться минимального уровня потерь ионов на пути от источника ионизации до анализатора масс. На величину соотношения «сигнал/шум» и, соответственно, на чувствительность анализа также оказывает существенное влияние загрязнение камеры ионизации и элементов ионной оптики. Поэтому те элементы конструкции, которые ответственны за транспорт ионов, были существенно усовершенствованы в новой модели. Новая система ионной оптики UF Qarray (рис. 2), усовершенствованная линия десольватации и мощная система вакуумирования обеспечивают сфокусированный поток ионов с минимальными потерями.

Оптимизированные конструкции UF Qarray и линии десольватации к тому же существенно меньше подвержены загрязнению. Всё это в комплексе приводит к значительному усилению интенсивности сигналов целевых компонентов (рис. 3) при том, что интенсивность шума не возрастает и остаётся на уровне, характерном для предыдущих моделей масс-спектрометров. Таким образом, соотношение «сигнал/шум» достигает впечатляющих величин, что делает модель LCMS-8060 самым чувствительным тандемным жидкостным масс-спектрометром на рынке.

Такой уровень чувствительности позволяет количественно определять целевые соединения на следовом уровне. Это особенно важно при анализе образцов со сложной матрицей, например, биологических жидкостей или экстрактов из пищевых продуктов. Для снижения интерферирующего влияния матрицы такие образцы, как правило, разводят, и при этом, естественно, снижается концентрация определяемых целевых компонентов. Для наглядности можно привести пример количественного определения дейтерированного норадреналина (используется в качестве внутреннего стандарта при количественном определении катехоламинов и их метаболитов в плазме крови). Как видно из рисунка 4, d6-норадреналин количественно определяется в плазме в концентрации 5 ppt. Таким образом, новая модель в линейке масс-спектрометров UFMS может быть успешно использована для решения задач в области лабораторной медицины и может прийти на смену традиционным методам анализа.

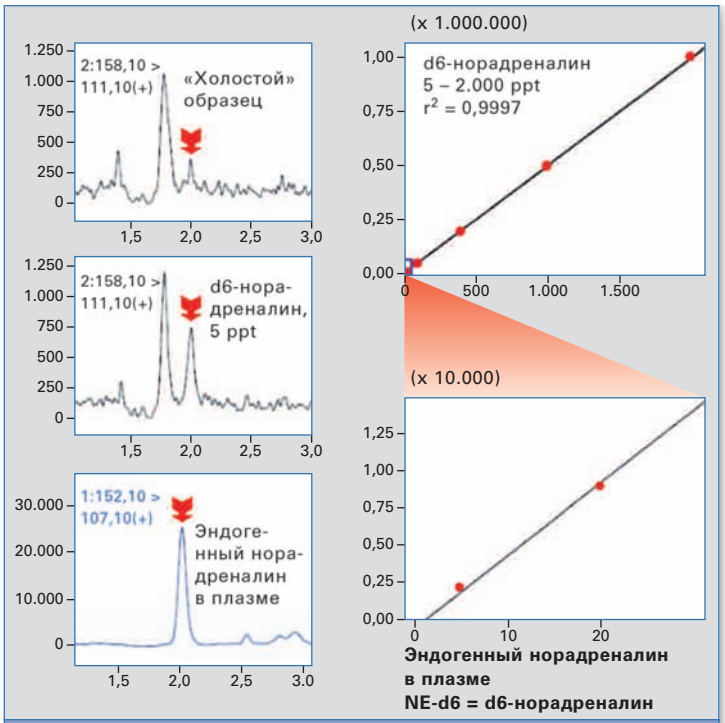

Рисунок 4: Определение d6-норадреналина в плазме (5 ppt). Калибровочная кривая в диапазоне 5 - 2.000 ppt

Унифицированное программное обеспечение

Тандемная масс-спектрометрия находит всё большее применение как точный, высокочувствительный и надёжный метод количественного и качественного анализа в самых различных областях: от охраны окружающей среды до клинических исследований.

Соответственно, перед производителями аналитического оборудования встаёт задача сделать работу с приборами, включая и обработку полученных результатов, максимально простой и удобной. Специалисты Shimadzu уделяют особое внимание постоянному совершенствованию как конструкции масс-спектрометров, так и программного обеспечения.

Как и в предыдущей модели, LCMS-8050, в новом масс-спектрометре пользователь может заменять источник ионизации (например, систему электрораспылительной ионизации на систему химической ионизации при атмосферном давлении и наоборот) за считаные минуты. При этом не требуется отключать кабели или отсоединять подводящие трубки. Замену линии десольватации также можно провести быстро и без сброса вакуума. Оптимизированная конструкция ионной оптики UF Qarray обеспечивает лёгкость профилактического обслуживания и минимизирует время простоя прибора.

2015 LCMS-8060
Модель, которая меняет представления о пределах чувствительности аналитических приборов

2013 LCMS-8050
Первый в мире масс-спектрометр, в котором была реализована скорость сканирования 30.000 а.е.м./с, а время переключения полярности ионизации было сокращено до 5 мс. При этом чувствительность возросла в 30 раз по сравнению с моделью LCMS-8030

2012 LCMS-8040
Усовершенствованная версия модели LCMS-8030 с увеличенной в пять раз чувствительностью

2010 НАЧАЛО
LCMS-8030
Первый в мире масс-спектрометр со скоростью сканирования 15.000 а.е.м./с и временем переключения полярности ионизации 15 мс

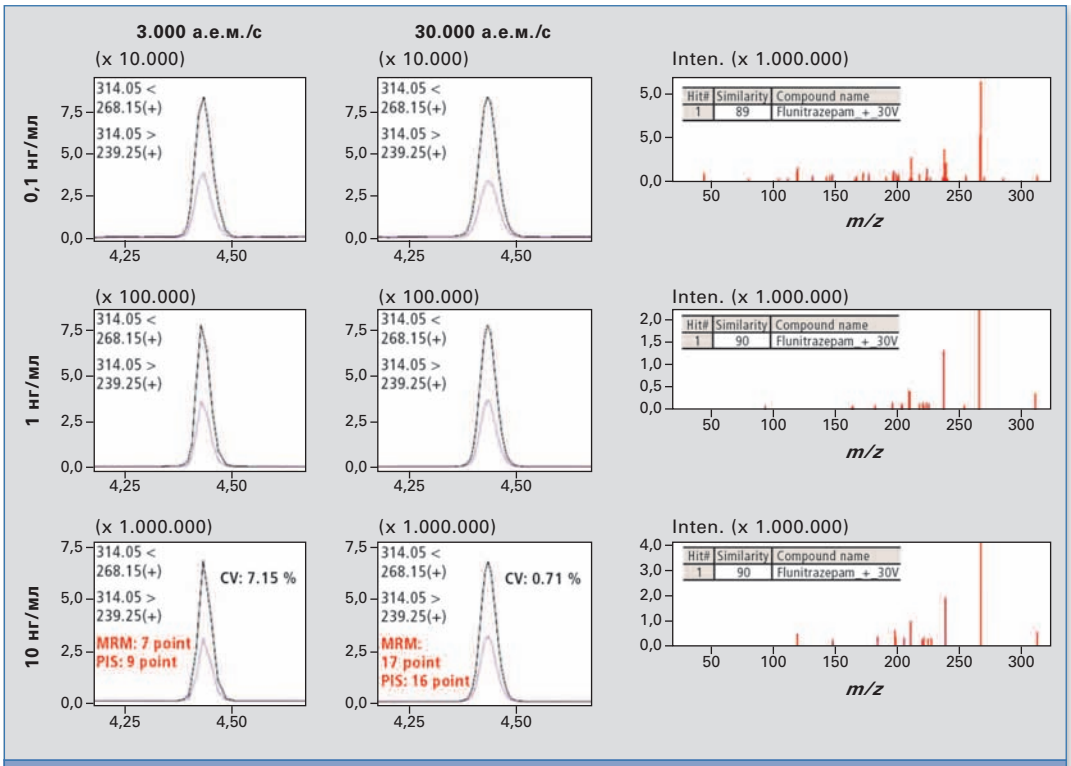

Рисунок 5: Определение флунитразепама в цельной крови

Все масс-спектрометры линейки UFMS комплектуются программным обеспечением серии LabSolutions с унифицированным пользовательским интерфейсом. Для облегчения и интенсификации обработки больших массивов количественных данных может быть использован новый программный пакет LabSolutions Insight, который позволяет буквально в несколько кликов мышью выбрать из сотен результатов именно те, которые представляют интерес для пользователя.

Дополнительные возможности

Быстродействие масс-спектрометров UFMS позволяет приборам в ходе одного анализа работать в комбинированных режимах измерения. Так, например, режим синхронизированного сканирования, «Synchronized Survey Scan», позволяет одновременно с регистрацией MRM-переходов получать полные масс-спектры продуктов фрагментации (режим работы MRM/Product ion Scan). Режим сканирования продуктов фрагментации автоматически запускается по достижении заданного уровня интенсивности MRM-сигнала целевого компонента. Таким образом, в ходе исследования одного образца пользователь получает как точные количественные данные (MRM), так и подтверждающие качественные результаты, позволяющие надёжно идентифицировать целевое соединение за счёт анализа масс-спектра продуктов фрагментации последнего. Это существенно увеличивает точность и информативность анализа.

Разумеется, использование комбинированного режима измерения не сказывается на качестве получаемых результатов (воспроизводимости, чувствительности и т.п.). Это видно из рисунка 5, где приведены результаты качественного и количественного определения флунитразепама в образце цельной крови. В левой части рисунка показаны хроматографические пики флунитразепама, полученные в режиме регистрации MRM-переходов, а в правой части – масс-спектры продуктов фрагментации лекарственного средства. Как видно, даже при максимальной скорости сканирования (30.000 а.е.м./с) не наблюдается снижение интенсивности сигналов, более того, высокие скорости сканирования и регистрации MRM-переходов (второе слева изображение) способствуют увеличению воспроизводимости получаемых результатов: чем выше скорость регистрации MRM-переходов, тем большее количество точек данных приходится на один пик целевого соединения.

Повышение эффективности работы

Для интенсификации и облегчения работы аналитических лабораторий жидкостные хромато-масс-спектрометры Shimadzu могут комплектоваться готовыми пакетами аналитических методик (Method Packages). Пакеты методик представляют собой комплексное решение аналитической задачи, включая метод-файлы с условиями хроматографического разделения и работы масс-спектрометра в режимах регистрации MRM-переходов и Product ion Scan и библиотеки масс-спектров продуктов фрагментации целевых соединений. В настоящее время пользователям предлагается более десяти вариантов пакетов методик для использования в различных областях: охрана окружающей среды, токсикология и судебная медицина, фармацевтика, биохимия и др.

Как правило, анализ образцов с помощью тандемной масс-спектрометрии предусматривает предварительную настройку многочисленных параметров работы прибора и задание условий анализа, что может стать достаточно сложной задачей для неподготовленного пользователя. Функция автоматической оптимизации условий регистрации MRM-переходов существенно сокращает и облегчает подготовку к исследованию. Теперь пользователю достаточно всего лишь указать интересующие целевые соединения. Программное обеспечение автоматически рассчитает массы соответствующих ионов (протонированные/депротонированные варианты и варианты с возможными аддуктами) и будет учитывать их в процессе автоматической оптимизации режима измерения (выбор дочерних ионов с максимальной интенсивностью сигнала в зависимости от энергии соударительной диссоциации).

LCMS-8060 на сегодняшний день является, пожалуй, самым совершенным жидкостным тандемным масс-спектрометром на рынке и демонстрирует уникально высокие чувствительность и производительность в сочетании с выдающейся надёжностью и удобством эксплуатации.

YouTube
@ShimadzuEurope