

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКЦИИ И МЕТОДЫ ЕГО ПРОВЕДЕНИЯ

Эшимбетова Ю.Ж.1,  
1Студент Ташкентского государственного,  
медицинского университета  
esyzd11@gmail.com

Курбанова М.А.2  
2Доцент, кафедры Медицинской и биологической химии  
Ташкентского государственного медицинского университета,  
kurbanovamoxira@gmail.com

### Аннотация:

В данной статье рассматривается применение экстракции в в разделении в двух несмешивающихся жидкостях, который является эффективным методом разделения и очистки веществ, основанный на распределении компонентов между несмешивающимися фазами. Предлагаемый метод широко применяется в химической, фармацевтической и пищевой промышленности. Рассматриваются основные области применения экстракции, современное экстракционное оборудование и методы его проведения.

**Ключевые слова:** экстракция, жидкость-жидкость, твердое-жидкость, разделение веществ, массоперенос, экстракционное оборудование, смесительно-отстойные аппараты, колонные экстракторы.

### Introduction

В настоящее время области применения экстракции быстро расширяются, примере можно назвать аналитическую химию, радиохимию, ядерную технологию, технологию цветных и редких металлов. Кроме того, необходимо отметить большое значение экстракции для препаративных и аналитических целей в научных исследованиях, например при изучении процессов комплексообразования и состояния веществ в растворах. Развитие экстракционных методов достигло такой ступени, что в настоящее время можно экстрагировать любой элемент или разделить любую пару элементов путем применения тех или иных экстракционных систем или выбора соответствующих условий экстракции. Для прогнозирования экстракционной способности различных соединений используются достижения термодинамики, координационной химии, теории растворов, органической химии. Поэтому изучение экстракционных систем способствует развитию химии в целом.

Экстракция представляет собой процесс разделения веществ на основе их разной растворимости в двух несмешивающихся жидкостях (жидкостная экстракция) или из твердой фазы (твердофазная экстракция) с помощью растворителя (экстрагента). Основные принципы основаны на законе распределения, а виды включают однократную и многократную (разовую), а также непрерывную экстракцию (например, методом

Сокслета). Применение экстракции очень широко: в фармацевтике, пищевой и косметической промышленности, аналитической химии.

Успешное решение проблемы охраны биосферы, снижение отрицательного влияния индустриализации на состояние природной среды и многие другие глобальные проблемы непосредственно связаны с разработкой эффективных методов анализа. Состояние методов избирательного определения металлов не всегда удовлетворяет требованиям к нижним границам определяемых содержаний. Постоянно ощущается необходимость в простых по выполнению, точных, чувствительных методиках, которые позволяли бы определять компонент в сложной по составу смеси. Для решения этой проблемы ученые привлекли методы концентрирования, которые позволили в значительной степени устранить сложные ситуации. Более того, в некоторых случаях концентрирование расширило пределы применимости инструментальных методов (атомно-абсорбционной спектроскопии, хроматографии, спектрофотометрии, вольтамперометрии).

Одним из перспективных методов разделения и концентрирования является экстракция [1]. Давно известно, что многие вещества распределяются между двумя несмешивающимися жидкостями, причем характер разделения в известной степени зависит от растворимости веществ в индивидуальных фазах. Использование этого явления для разделения и очистки веществ стало одним из основных методов в органической химии. Долгое время в области неорганической химии экстракцией интересовались мало. Поэтому экстракцию принято считать относительно молодым методом. Это в значительной мере оправданно, особенно если принять во внимание, что наиболее мощный толчок развитие экстракции получило только в середине нынешнего столетия в связи с работами в области ядерной технологии. Работы в области экстракции микроэлементов проводились, конечно, и ранее. Элементарный бром экстрагировали еще в 1825 году. В 60-е годы прошлого века была предложена экстракция роданидов металлов. Этот метод применяется до сих пор. В 20-е годы Фишер исследовал экстракцию комплексов металлов с дитизоном и выявил зависимость распределения элементов от концентрации реагента, металла и ионов водорода.

Экстракцией в широком смысле называют процессы извлечения одного или нескольких компонентов из растворов или твердых тел с помощью избирательных растворителей (экстрагентов). При взаимодействии с экстрагентом в нем хорошо растворяются только извлекаемые компоненты и значительно слабее или практически вовсе не растворяются остальные компоненты исходной смеси.

В химической технологии экстракция из растворов экстрагентами более распространена, чем экстракция из твердых тел. Экстракция из твердых веществ или квазитвердых материалов (например, из тканей растительного сырья) применяется главным образом в лесохимической, пищевой и фармацевтической промышленности. В химической технологии используют в основном экстракцию из твердых пористых веществ водой или водными растворами кислот и щелочей (процессы выщелачивания). [2].

Разделение веществ с помощью экстракции существует с древних времен. Известно, что еще в вавилонской и египетской цивилизациях ее применяли для производства

бальзамов и благовоний. С XIX века область применения способа значительно расширилась за счет появления инновационных инструментов и материалов, которые позволили сделать экстракцию автоматической. К числу таких инноваций относится экстрактор Сокслета. В основе его работы лежит метод Франца фон Сокслета, изобретенный еще в 1879 году, который не теряет актуальности и пользуется огромной популярностью и в настоящее время.

Экстракция сегодня является частью анализа, который состоит из нескольких этапов, различающихся в зависимости от продукта. Например, одна из самых частых схем анализа твердых веществ включает следующие процедуры:

- гомогенизация;
- экстракция;
- очистка;
- концентрирование;
- анализ.

Рассмотрим принцип процедуры на примере зерна. Оно состоит из твердых составляющих (нерастворимый компонент) и жира (растворимый компонент). Продукт смешивается с растворителем. Смесь разделяется на остаток из нерастворимых компонентов и раствор экстракта. Далее процесс многократно повторяется, и жира в растворе становится все больше. Экстракт дистиллируется и остается чистый жир. [3].

Экстракция - сложный физико-химический процесс. Теория экстракции находится на стыке различных разделов химии: химической термодинамики, теории растворов, химической кинетики, органической химии и координационной химии. Для описания экстракционных процессов необходимо также использовать теорию массопереноса. Задача экстракции состоит в том, чтобы полно и селективно перевести компонент из водной фазы в органическую. Для этого необходимо подобрать условия образования подходящих соединений (например, комплексов металлов), в виде которых компонент может находиться в органической фазе [4].

Промышленное экстракционное оборудование позволяет извлекать ценные соединения, скрытые в природных материалах. Автоматизированное экстракционное оборудование применяется в фармацевтической и косметической промышленности для извлечения активных соединений из лекарственных растений и трав. Например, для экстракции каннабиноидов из растений каннабиса. Однако этот процесс также имеет основополагающее значение для пищевой промышленности, позволяя извлекать различные компоненты, такие как ароматизаторы, олеорезины и белки. При выборе подходящей технологии экстракции следует учитывать тип обрабатываемого растительного материала, термочувствительность экстракта и объём производства.

В химической промышленности наиболее распространена экстракция в системах жидкость-жидкость. Жидкостная экстракция предусматривает две технологические операции: - контактирование исходной смеси с растворителем, в ходе которого осуществляется собственно массообменный процесс, т.е. переход компонента через границу раздела из одной фазы в другую; - отделение полученного раствора от оставшейся жидкой смеси. Таким образом, жидкостная экстракция предполагает

неполную взаимную растворимость исходной смеси и растворителя – в противном случае вторая операция неосуществима. Операция контактирования фаз обычно проводится путём распределения (дробления) одной фазы в виде капель в объёме другой. Разделение жидких смесей экстрагированием ведётся при низких температурах, что даёт возможность разделить смесь, состоящую из термически нестойких компонентов. Экстрагированием можно разделить азеотропные смеси, а также смеси, состоящие из близкикипающих компонентов. Экстрактом называется экстрагент, содержащий извлечённый компонент и часть исходного растворителя. Исходная смесь, обеднённая извлекаемым компонентом и содержащая некоторое количество экстрагента, называется рафинатом. Экстрагент должен обладать селективностью, лёгкой регенерируемостью, отличаться от исходного раствора по плотности и вязкости, обеспечивающих процесс расслоения фаз. Кроме того, экстрагент должен по возможности быть малолетучим, нетоксичным, доступным и с низкой стоимостью.

Экстрагирование включает следующие основные операции: 1) смешение исходной смеси веществ и экстрагента с целью более тесного контакта между ними; 2) механическое разделение двух несмешивающихся фаз на так называемые экстракт и рафинат; 3) удаление и регенерацию экстрагента из экстракта и рафината. Разделение образовавшихся фаз может происходить вследствие разности плотностей, либо под действием поля центробежных сил. Регенерация экстрагента из рафината и экстракта может производиться дистилляцией, ректификацией, выпариванием и другими методами. Промышленные методы экстрагирования могут осуществляться в аппаратуре периодического и непрерывного действия. В первых исходная смесь и растворитель 2 загружаются периодически, и в процессе экстракции непрерывно может выделяться только один компонент исходной смеси. В установках непрерывного действия загрузка исходной смеси и растворителя осуществляется непрерывно, и непрерывно выделяются оба компонента разделяемой исходной смеси. В настоящее время жидкостная экстракция применяется в химической технологии, гидрометаллургии, аналитической химии для извлечения, разделения, концентрирования и очистки веществ. Экстракционные процессы используются в производстве органических продуктов, антибиотиков, пищевых продуктов, редкоземельных элементов, ряда редких, цветных и благородных металлов, в технологии ядерного горючего, при очистке сточных вод. [5-7].

Разделение жидких веществ с помощью оборудования для двухфазной экстракции это жидкостно-жидкостная экстракция (ЖЖЭ) разделяет несмешивающиеся растворители и используется для очистки соединений. Этот тип экстракции обычно проводится с использованием одной водной фазы и одной органической фазы с минимальной растворимостью в воде, например, диэтилового эфира или дихлорметана.

Промышленное оборудование для экстракции жидкости жидкостью контактирует между двумя фазами, вызывая разделение слоев.

Увеличение контакта между фазами, повышает получение более высокую степень экстракции жидкости жидкостью. Чем выше контакт, тем эффективнее процесс. Поэтому

экстракционная технология обычно оснащается перемешивающим устройством для облегчения взаимодействия фаз.

Промышленное оборудование для жидкостно-жидкостной экстракции в основном используется в фармацевтической и химической промышленности для извлечения активных ингредиентов. Однако оно также применяется в пищевой промышленности для очистки пищевых масел и удаления нежелательных соединений.

Последнее время широко распространены три способа определения содержания жира:

**1. Метод Сокслета.** Колба с растворителем подогревается, и его пары поднимаются в конденсор по боковой трубке, обходя при этом камеру с образцом. Пары конденсируются, и конденсат стекает в камеру. Когда уровень поднимается выше колена сифонной трубки, он переливается в колбу. Таким образом, образец каждый раз экстрагируется при низкой температуре свежедистиллированным растворителем. Преимуществом метода является мягкий процесс при низкой температуре, высокая воспроизводимость и аналитическая безопасность.

**2. Метод Рэндалла (горячая экстракция).** В данном способе продукт и экстракт находятся в одной емкости. Образец помещают в кипящий растворитель. Пары поднимаются в конденсор, и конденсат стекает обратно на образец. Преимуществом метода является большая скорость, минимальный расход растворителя.

**3. Метод Твиссельмана (непрерывная экстракция).** Колба с растворителем подогревается, но, в отличие от первого метода, пары собираются в конденсор не по боковой трубке, а через камеру с образцом. Преимуществом метода является небольшой расход растворителя за счет двойного взаимодействия с образцом, удобство.



**Рис.1. Пищевые добавки очищенные методом экстракции.**

Оборудование для экстракции жидкости и твердого вещества используются, чтобы выдавить молекулы из матрицы.

Метод жидкостно-твердой экстракции (ЖТЭ) позволяет разделять нелетучие компоненты, такие как глицерин, соль и сахароза. Он также подходит для извлечения тонкодисперсных веществ из твердых веществ, например, кофеина из кофе.

Оборудование для экстракции твердой жидкости смешивает растворители в ячейках под давлением из нерастворимой твердой матрицы. Традиционные методы включают мацерацию и перколяцию, но новые технологии используют сверхкритические флюиды и принципы ускоренной экстракции растворителем для достижения более высоких выходов, также для повышения эффективности в нетрадиционных экстракционных оборудованьях повышают до более высоких температур.

Как и традиционные методы экстракции, нетрадиционные системы основаны на диффузии для отделения биологически активных соединений от твердой матрицы. Растворители уменьшают гранулометрию твердой фазы и увеличивают сродство к соединениям. Однако новые технологии облегчают диффузию, применяя более высокие температуры без агрессивного воздействия.

Промышленное экстракционное оборудование в этой категории включает ультразвуковую экстракцию (УЭ), ультразвуковую экстракцию (УЗЭ) и микроволновую экстракцию (МВЭ).

Контроль температуры имеет решающее значение при экстракции эфирного масла. Многие компоненты эфирных масел и масел КБД становятся нестабильными при высоких температурах, поэтому экстракционное оборудование для этого применения специально разработано для сохранения соединений.

Традиционные системы гидродистилляции нагревают растение до тех пор, пока его молекулы не перейдут в пар и не будут собраны в конденсаторе. Передовые технологии экстракции, такие как системы с использованием микроволн, позволяют измельчать сырье, не подвергая ингредиенты экстремальному нагреву.

Системы быстрого извлечения устраняют градиент давления, ускоряя отток жидкости. Быстрая динамическая экстракция «твердое тело-жидкость» (RSLDE) предлагает новый подход (2). Вместо диффузии или осмоса система экстракции создаёт отрицательный градиент давления между клеточной стенкой и окружающей средой.



**Рис.2. Оборудование RSLDE предлагаемая для быстрой динамической экстракции «твердое тело-жидкость».**

Этот «активный процесс» заставляет жидкости вытекать из твердой матрицы с меньшим сопротивлением, чем при пассивных методах. [8].

Масло и масло выходят из маслопрессового оборудования. Экстракционное оборудование используется для извлечения 5-6% масла, оставшегося в кунджаре. Процесс экстракции проводят с использованием гексана или этанола 95%. Масло экстрагируют из мицелл нагреванием и вакуумом. В полученном шроте остается 0,5-1% жира. Поскольку процесс экстракции осуществляется с использованием этилового спирта, полученное из него масло можно употреблять путем рафинации и дезодорации. Этиловый спирт быстро и полностью испаряется из масла. Оборудование полностью оснащено противозрывными щитами и двигателями. Работы, которые должен выполнить покупатель для экстракционного оборудования:

Резервуар для хранения растворителя (гексан или этанол выше 95%) и монтажные трубы: вода для охлаждения и градирни или чиллер для конденсации, помпа, специальное пространство по запросу для бетонных конструкций и отдельных работ. [9].

Проблема разделения смесей и выделения в чистом виде индивидуальных химических соединений имеет огромное практическое значение. В последние десятилетия интерес к этой проблеме усилился в связи с развитием металлургии цветных и редких металлов, полупроводниковой техники. Усовершенствование методов разделения и концентрирования стимулируется также развитием других областей производства, таких, как нефтяная, химическая, фармацевтическая промышленность.

В заключение можно сказать что, основными преимуществами экстракционного метода являются высокая избирательность и чистота разделения, возможность работы как с большими, так и с самыми малыми концентрациями, отсутствие загрязнений продуктов, легкость технологического и аппаратного оформления, возможность осуществления непрерывного процесса, автоматизации и, наконец, высокая производительность. Эти особенности делают экстракционный метод перспективным для применения в различных отраслях промышленности.

### Используемая литература

1. Золотов Ю.А., Кузьмин Н.М. Концентрирование микроэлементов. М.: Химия, 1982. 288 с.
2. [http://elib.kstu.kz/fulltext/Skachen/Ekstrakt\\_Ritchi.pdf](http://elib.kstu.kz/fulltext/Skachen/Ekstrakt_Ritchi.pdf)
3. <https://vicomp.ru/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8/%D0%B2%D1%8B%D0%B1%D0%BE%D1%80-%D0%BC%D0%B5%>
4. Золотов Ю.А. Экстракция внутрикомплексных соединений. М.: Наука, 1968. 313 с.
5. Лекции по курсу «Основные процессы и аппараты химической технологии»: учебно-методическое пособие / составители: Ж.Т. Ешова, Д.Н. Акбаева. – Алматы: Казак университеті, 2017. – 392 с. – 40 экз.
6. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1973. – 752 с.
7. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. Методы расчёта процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи). – Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2009. – 544 с.

8. <https://making.com/technologies/extraction#:~:text=Industrial%20extraction%20equipment%20unlocks%20the,extracting%20cannabinoids%20from%20cannabis%20plants>.
9. <https://afex.uz/ru/product/ekstraksionnoye-oborudovaniye/?srsltid=AfmBOormRnqvqasB-q7HzplyUH9OD29HT7Jg36Z-oybeUNR0ApxIVWe6>.