

О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к биохимическому анализу*

Предварительное сообщение

М. С. Цвет

Сообщение в Биологическом отделении Варшавского общества естествоиспытателей, 8/21 марта 1903 г. (Труды Варшавского общества естествоиспытателей, отд. Биологии, 1903, т. 14, с. 20—39)

Введение

Понятие «адсорбция» в настоящее время соединяет явления, в своей сущности отчасти разнородные, но отвечающие следующему общему определению: сгущение на поверхности тел окружающих их газов, паров, жидкостей или растворенных в них веществ.

Следует ожидать, что всевозможные порошкообразные вещества способны оказывать адсорбционное действие на хлорофилловые пигменты в лигроиновых растворах. Это позволяет надеяться, что систематическое изучение данного вопроса прольет некоторый свет на сущность адсорбционных явлений и позволит создать на их основе новый метод физического отделения веществ. Эти соображения побудили меня предпринять обширный ряд опытов, главные результаты которых кратко излагаются ниже.

Эксперименты по изучению биологически активных веществ различными адсорбентами

Адсорбенты

В качестве адсорбентов исследовано более сотни ниже перечисленных веществ, выбранных среди самых различных химических классов. Таким образом, можно рассчитывать на получение общих представлений об адсорбционном действии независимо от строения молекул и на выяснение возможных химических воздействий различных веществ на пигменты хлорофилла.

Большая часть испытанных препаратов была взята из продукции производства немецких фирм Кальбаума, Мерка, Шеринга, Глюблера, некоторые препараты были предоставлены местным заводом Рутковского.

Простые тела: сера, кремний, магний, цинк, железо, свинец.

Окиси и гидраты окисей: окиси магния, железа, свинца, серебра, сурьмы, перекись марганца, гидрат окиси алюминия, едкий натр, едкий кальций, едкий барит, натронная известь.

Кислоты: борная, щавелевая, винная, мочева, пикриновая.

Соли хлористоводородной кислоты: соли натрия, калия, аммония, кальция, бария, магния, алюминия, железа, кобальта, меди, ртути.

Соли хлорной кислоты: соли калия и бария.

Соли бромистоводородной кислоты: соль калия.

Соли иодистоводородной кислоты: соль ртути.

Соли иодной кислоты: соль калия.

Соли сероводородной кислоты: соли калия и ртути.

Соли сернистой кислоты: одно- и двухосновная соли натрия.

Соли серной кислоты: соли калия, аммония, кальция, бария, магния, железа, марганца, меди, цинка, аммиачная серноокислая соль меди.

Соли азотной кислоты: соли калия, кальция, бария, меди, серебра, свинца, урана.

Соли фосфорной кислоты: одноосновная соль натрия, одно- и двухосновная соли калия, трехосновная соль аммония, соли кальция и железа.

Соли угольной кислоты: соли натрия, кальция, магния, железа и меди.

Соли кремниевой кислоты: соль калия, асбест.

Соли молибденовой кислоты: соль аммония.

Соли органических кислот: уксуснокислые соли свинца и меди, щавелевокислые соли аммония и марганца, сахарат гидрата окиси железа.

Цианистые соединения: железистосинеродистый и железосинеродистый калий.

Альдегиды: хлоральгидрат.

* Первая статья по хроматографии М.С. Цвета (см. М.С. Цвет «Хроматографический адсорбционный анализ. Избранные работы. Под ред. А.А. Рихтера и Т.А. Красносельской. Изд-во АН СССР. 1946, с 11—29). Данная сокращенная публикация подготовлена докт. хим. наук В.Г. Березкиным.

Амиды: аспарагин, мочеви́на.

Многоатомные спирты: маннит, дульцит.

Углеводы: сахара́за, галакто́за, инулин, крахмал, целлюло́за.

Производные бензола: резорцин, гидрохинон, пирогалло́л, фенолфта́леин.

Алкалоиды: хинин.

Альбуминоиды: овальбумин, пептон, гемоглобин (пепсин).

Красящие вещества: кармин, генцианофиолет, хризоидин, флуоресцеин.

Материалы неопределенного состава: стеклянная вата, триппель, огородная земля, наждак, костяной и кровяной уголь.

Методика опытов

Адсорбент в виде тонкого порошка, полученного путем тщательного растирания в совершенно сухой ступке, всыпали в узкогорлую воронку, на кончик которой прикреплялся колпачок из фильтровальной бумаги. Для изготовления такой воронки нижнюю часть обыкновенной пробирки вытягивали в пламени бунзеновской горелки в узкую шейку (диаметр 1 мм) и на кончик привязывали колпачок из шведской бумаги. Порошок плотно и равномерно тассировался с помощью стеклянной палочки. В воронку с сорбентом непосредственно наливали лигроиновый раствор хлорофилла или же через порошок предварительно пропускали для вытеснения воздуха чистый лигроин. Фильтрование производили под небольшим положительным или отрицательным давлением.

Адсорбция пигментов хлорофилла

Все испытанные вещества без исключения показали способность адсорбировать часть или совокупность пигментов хлорофилла.

Сначала я опишу результаты опытов с инулином, как наиболее типичные, и затем приведу те особенности, которые были выявлены при исследовании других адсорбентов.

Препарат производства фирмы Кальбаума использовался в виде тонкого порошка с диаметром крупинок около 2 мкм.

Особенно полезные результаты дало наблюдение адсорбционных явлений, происходящих при фильтрации через порошок. Из нижнего конца воронки вытекает сначала бесцветная, потом желтая (каротин) жидкость, между тем как в поверхностных слоях инулинового столба возникает интенсивное зеленое кольцо, на нижнем крае которого быстро дифференцируется желтая кайма. При последующем пропускании через инулиновый столб чистого лигроина оба кольца, зеленое и желтое, значительно расширяются и распространяются вниз до известного предела. Это доказывает, что и здесь (как в известных у же

разных случаях адсорбции) количество адсорбированного вещества зависит от концентрации и осмотического давления его в растворе, но не пропорционально ему, так как не сводится к нулю при осмотическом давлении, равном нулю.

Если фильтрация осуществляется через столб порошка, недостаточный для адсорбционного удерживания всего красящего вещества, то желтое кольцо в своем нисходящем движении может достигнуть бумажного колпачка, закрывающего нижнее отверстие воронки, и тогда начинает вытекать лигроин, окрашенный в желтый цвет. Спектроскопическое исследование вытекающего лигроина показывает, что пигмент желтого кольца есть ксантофилл α .

В самой зеленой полосе тоже происходит дифференциация, а именно: на сине-зеленую нижнюю и желто-зеленую верхнюю зоны.

В экспериментах с углекислым кальцием, гидратом окиси алюминия, сахаром и многими другими адсорбентами сделаны точно такие же наблюдения, как в опыте с инулином. В других случаях были отступления от вышеописанного.

Адсорбция других веществ из органических растворов

Несколько кубических сантиметров раствора лецитина пропускали через слой инулина. Сначала вытекала бесцветная жидкость, затем желтая, которая содержала много жирного вещества. Далее через слой инулина пропускали ток чистого лигроина до тех пор, пока жидкость не перестала вытекать желтой и давать при испарении капли на шелковой бумаге жирное прозрачное пятно. После этого через фильтр подавали ток лигроина с примесью спирта. При этом из слоя сорбента вытекал бледно-желтый раствор, сухим остатком которого оказалось воскообразное вещество. Это вещество обладает двойным лучепреломлением, разбухает в воде с образованием миелитических форм и разжижается в концентрированном водном растворе резорцина, т.е. проявляет характерный для лецитина комплекс свойств.

Опыт показывает, что лецитин адсорбируется инулином из лигроинового раствора и что этим свойством можно воспользоваться для отделения его от обыкновенно сопутствующих ему жировых веществ.

Без сомнения дальнейшее исследование механизма адсорбции позволит усовершенствовать ее аналитические применения. Эмпирическая оценка адсорбционных свойств различных встречающихся в организмах и растворимых в органических жидкостях веществ позволит выработать применительно к конкретным практическим задачам определенные адсорбционно-аналитические приемы.