



УДК 543.544

## 110 лет открытия хроматографии М.С. Цветом

Шапошник В.А.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», Воронеж

Поступила в редакцию 27.11.2013

### Аннотация

Проведён анализ первой работы М.С. Цвета 1903 г., в которой была впервые высказана идея хроматографии. На примере открытия хроматографии рассмотрены объективные причины сопротивления научного сообщества новым идеям, которые не соответствуют сложившейся парадигме. Описаны недолгие годы жизни М.С. Цвета в Воронеже. Изложено превращения хроматографии в самый информативный метод химического анализа.

**Ключевые слова:** открытие, хроматография, методология, Воронежский университет, история.

The analysis of the first experiment of M.S. Tswett (1903) in which the idea of a chromatography for the first time has been started is carried out. On an example of discovery of a chromatography the objective reasons of resistance of scientific community for new ideas with do not correspond to the added paradigm are considered. Short years of life of M.S. Tswett in Voronezh are described. It is stated transformations of a chromatography into the most informative method of the chemical analysis.

**Keywords:** discovery, chromatography, methodology, Voronezh University, history

### Рождение хроматографии

21 марта 1903 г. по новому стилю навсегда вошло в историю мировой науки. Вечером этого дня на заседании биологического отделения Варшавского Общества естествоиспытателей выступил ассистент кафедры анатомии и физиологии растений Михаил Семёнович Цвет с докладом «О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к биохимическому анализу». В то время часть Польши со столицей в Варшаве входила в Российскую империю, и государственным языком был русский язык. Доклад был сделан на русском языке и опубликован [1]. Чтение первых публикаций выдающихся открытий у некоторых вызывает восхищение, у других раздражение. Раздражение появляется у тех, кто полагает, что истина должна явиться как Афина-Паллада из головы Зевса в полном вооружении, в блестящем шлеме, с копьём и щитом. Чувство восхищения возникает у тех, кто ищет родники, из которых вытекают полноводные реки. Лауреат Нобелевской премии Р. Фейнман писал: «В статьях, публикуемых в научных журналах, мы привыкли представлять свою работу в возможно более законченном и приглаженном виде, маскируя все следы своих усилий, забывая о подстерегающих тебя тупиках и не вспоминая о том, как сначала ты шел неверным путем» [2].



*Михаил Семёнович Цвет (1872- 1919)*

Особенностью первой публикации М.С. Цвета является её откровенность. Она ещё не относится к приглашенным публикациям и это даёт возможность оценить трудности рождения новых мыслей и нового метода. В ней ещё нет термина хроматография, нет, как таковой, колонки. Её заменяла трубка воронки, заполненная адсорбентом. Нижнее отверстие трубки для удерживания адсорбента было закрыто колпачком из фильтровальной бумаги. Более того, доклад заканчивался разделом «Адсорбционный анализ», который использовал последовательные стадии сорбции пигмента растений карбонатом кальция (дробная адсорбция). Для приготовления экстракта пигментов растений М.С. Цвет растирал листья тисса в лигроине с небольшой примесью толчёного стекла. Идея хроматографического метода высказана только в середине доклада, где можно было прочитать [1]: «Особенно поучительно наблюдение адсорбционных явлений при фильтрации через порошок. Из нижнего конца воронки вытекает сначала бесцветная, потом желтая (каротин) жидкость, между тем как в поверхностных слоях инулинового столба образуется зелёное кольцо, на нижнем краю которого скоро дифференцируется желтая кайма. При последующем пропускании через инулиновый столб чистого лигроина оба кольца, зелёное и желтое, значительно расширяются и распространяются вниз... В самой зелёной полосе тоже происходит дифференциация, а именно на сине – зеленую нижнюю и желто – зелёную верхнюю зоны». В докладе нет вывода о том, что верхний слой, образовавшийся при пропускании лигроина как элюента через первичную зелёную полосу пигментов, является хлорофиллом b, имеющем темно - оливково – зелёный цвет, а нижний является хлорофиллом a, имеющим темно - сине - зеленый, цвет. В докладе М.С. Цвет обсуждал природу сил связывающих сорбат и сорбент. Стоит вспомнить, что это было время, когда не было не только научных представлений о природе связи, но не было даже известно строение атома. Поэтому М.С. Цвет излагает гипотезу гравитационного и электростатического взаимодействия сорбата с сорбентом, с надеждой, что именно электростатическое взаимодействие природы молекулярных сил позволит понять явление адсорбции.

Следующие три года ушли на осмысление полученного результата, его развитие и совершенствование. Условия, в которых жил М.С. Цвет в эти годы можно охарактеризовать одной фразой. Его постелью был лабораторный стол. В науке случаи, когда материальные трудности закаляли волю и стимулировали деятельность ученого, встречаются не реже, чем успехи богатых ученых как Кавендиш или Бойль. В 1906 г. появились работы «Физико-химические исследования хлорофилла» [3] и «Адсорбционный анализ и хроматографический метод. Применение к химии хлорофилла» [4], в которых содержался термин хроматография, и использовалась стеклянная колонка для разделения. В первой из этих работ было дано определение хроматографии. Несмотря на широкую

известность этого красивого авторского изложения сущности хроматографии, оно всегда вызывает особые эмоции: «Если петролейно-эфирный раствор хлорофилла профильтровать через столбик адсорбента (я применяю для этого главным образом углекислый кальций, плотно набитый в узкие стеклянные трубки), то пигменты по расположению их в адсорбционном ряду отлагаются отдельными окрашенными зонами по столбику сверху вниз, благодаря тому, что пигменты с более сильно выраженной адсорбцией вытесняют книзу слабее удерживаемые. Это разделение становится практически совершенным, если после пропускания вытяжки пигментов сквозь столбик адсорбента его промывают струёй чистого растворителя. Как лучи света в спектре, в столбике углекислого кальция закономерно располагаются различные компоненты смеси пигментов, давая возможность своего качественного и количественного определения. Полученный таким образом препарат я называю хроматограммой, а предлагаемую методику – хроматографической» [3]. В настоящее время эта работа М.С. Цвета является наиболее цитируемой из его публикаций. В поисковой системе scholar.google.com приведено 241 ссылки на эту статью, среди которых по понятным причинам нет ни одного самоцитирования. Обе публикации были сделаны на немецком языке, что сделано их более доступными научному сообществу. К сожалению, М.С.Цвет, будучи по образованию ботаником, не оценил в должной мере химический аналитический аспект своего открытия и мало публиковал свои работы в химических журналах. Впоследствии именно химики оценили реальный масштаб предложенного М.С. Цветом хроматографического метода, который стал наиболее распространенным методом аналитической химии.

Обратим внимание на то, что М.С. Цвет подчеркивал определяющую роль в своей работе применение элюента. В настоящее время номенклатура ИЮПАК рекомендует в качестве основных методов хроматографии – фронтальную, элюентную и вытеснительную. Фронтальная хроматография, в которой смесь веществ пропускалась через колонку, была известна до М.С. Цвета. Он справедливо делал акцент на использование элюента, потому что только элюентная хроматография позволяет полностью разделять компоненты. Особенно это важно для аналитической химии, которая практически всегда использует именно этот метод хроматографии. Можно сказать, что рекомендации ИЮПАК по хроматографии, подготовленные Д. Амбросом, Э. Байером и О. Самуэльсоном, могли вновь вернуть дискуссию о приоритете открытия хроматографии, К счастью, этот вопрос к этому времени был уже решен, а число знакомых с номенклатурой ИЮПАК сравнительно невелико.

Когда с работами М.С Цвета познакомился Президент АН СССР знаменитый физик С.И. Вавилов, он дал указание опубликовать их в серии «Классики науки» [5]. С.И. Вавилову принадлежат слова, смысл которых мы начинаем понимать только сейчас: «Биологи, физики и химики в неоплатном долгу перед этим ученым» [6]. Важно только, чтобы этот долг не рос во времени. В 1946 г. в тяжелое время после кровопролитной войны наша страна нашла возможность опубликовать избранные труды, включающие только 4 работы М.С. Цвета. В этом году вышло значительно более полное собрание сочинений, благодаря усилиям составителя Е.М. Сенченковой, которая посвятила большую часть жизни изучению творчества М.С. Цвета, и академика Ю.А. Золотова, который стал его научным редактором издания [7].

М.С. Цвет не имел никогда лаборантов и всю работу выполнял только сам. Он упаковывал колонки, «тщательно утрамбовывая» слой сорбента точно подогнанной палочкой, что позволяло получить плотную упаковку и малый свободный объём. К сожалению, такой метод ограничен гранулами с диаметром 50 мкм. Представляет

интерес сравнение эффективности колонок М.С. Цвета и современных высокоэффективных колонок в жидкостной хроматографии. В.Р. Мейер оценил эффективность колонки М.С. Цвета, как имеющую число теоретических тарелок в интервале 50-90 [8]. По подсчетам Ш.А. Карапетяна число теоретических тарелок в колонке М.С. Цвета равно 400 [9], а по расчету К.И. Сакодынского оно превышает 1000 [10]. Современная техника позволяет применять гранулы сорбента от 20 мкм до 3 мкм, что даёт возможность получить от 6000 до 42000 теоретических тарелок, причем использование высокодисперсных сорбентов приводит к необходимости применять высокое давление. Если экстраполировать зависимость числа теоретических тарелок от дисперсности сорбента, то мы получим для используемой М.С. Цветом дисперсности, такую же эффективность, как и у современных колонок для высокоэффективной жидкостной хроматографии.

### **Трудности признания**

Открытие хроматографического метода было дружественно принято коллегами по кафедре и прежде всего её заведующим известным ученым Д.И. Ивановским, основоположником вирусологии. Однако они работали в других областях науки и сами с трудом отстаивали свои взгляды. Многие исследователи в области химии хлорофилла негативно или скептически отнеслись к новому методу. Здесь нет ничего удивительного. Сопrotивление научного сообщества открытию является неременным фактором развития науки. Неприятие новых идей может быть как субъективным, так и объективным. Субъективные факторы могут быть весьма разнообразными, объективный фактор всегда один. Любой принципиально новый результат противоречит логике предшествующей концепции. Деятельность сознания основана на законах логики, а логика всегда противоречит эмерджентным идеям. Следовательно, начало творческого акта должно лежать в сфере бессознательного, когда логика отключена. Однако это не может быть подсознание, так как его содержанием является вытеснение сознательного в область бессознательного. Для творческого акта П.В. Симонов предложил термин К.С. Станиславского сверхсознание. «Сверхсознание,- согласно П.В. Симонову, - неосознаваемое рекомбинирование ранее накопленного опыта...Неосознаваемость этих первоначальных этапов всякого творчества представляет защиту рождающихся гипотез и замыслов от консерватизма сознания, от чрезмерного давления очевидности, от догматизма прочно усвоенных норм» [11]. Очевидность в методах разделения вещества состояла в том, что компоненты извлекались из смеси осаждением, сорбцией, экстракцией, которые сопровождались концентрированием. М.С.Цвет выбрал иной путь. Для разделения смеси пигментов растений он использовал растворитель – элюент, то есть не концентрирование, а разбавление, которое привело в результате к локальному концентрированию компонентов в отдельных зонах колонки. Вооруженный традиционной логикой исследователь не мог сразу принять новую концепцию. Так как сознание использует вербальную деятельность, то П.В. Симонов ввел для сверхсознания эмоциональные языки: красоту, юмор и совесть [11]. Роль красоты как важнейшего эмоционального языка является определяющей. Вспомним сравнение хроматографической колонки с разделенными на зоны пигментами с лучами спектра, которое дал М.С. Цвет в работе [3]. В самом названии хроматографии содержится указания на разделение цветных веществ (греч. χρωμά - цвет), поэтому её называют иногда цветописью. Однако создатель хроматографии предусматривал разделение не только

окрашенных смесей, но и бесцветных. К сожалению, далеко не все последователи читали оригиналы его трудов. У бесцветных последователей появились мысли о закреплении за собой нового «бесцветного» названия этого метода. Были предложены самые самые причудливые термины от фрактометрии до синтетотолемизиса. Трудно сказать, чем бы закончился этот процесс, если бы английский хроматографист Х. Парнелл не обратил внимание на то, что в названии хроматография проявились юмор и остроумие Цвета, давшего методу по - существу своё имя, так как греческое слово «хромос» по - русски обозначает не что иное, как «Цвет» [12].

К объективным препятствиям на пути признания хроматографии добавились многочисленные субъективные факторы. Жесткая реакция краковского ученого Л. Мархлевского объясняется тем, что Цвет не только подверг критике его работы, но и попытку предать забвению работы предшественников, особенно, Х. Сорби, который получил впервые в 1873 г. достаточно чистые препараты хлорофиллов а и b [13]. Следует вспомнить выражение Рабле, что наука без совести губит душу. История противостояния М.С. Цвета, с одной стороны, и наиболее авторитетных ученых в области химии хлорофилла К.А. Тимирязева и лауреата Нобелевской премии 1915 г. Р. Вилльштеттера, установившего химическое строение хлорофилла и координирующую роль магния в структуре порфирина, с другой стороны, подробно изложена в книге Е.М. Сенченковой, и не нуждается в комментариях [6].

М.С. Цвету посвящена глава в книге С.Э. Шнолля «Герои и злодеи российской науки» [14], в которой также сделан акцент на противостояние его и К.А. Тимирязева. Автор книги даже сравнил М.С. Цвета с Моцартом, а К.А. Тимирязева с Сальери, однако при переиздании книги (С.Э. Шноль «Герои, злодеи и конформисты отечественной науки») в 2010 г. тон изложения противостояния был значительно смягчен, а новое слово в названии появилось не случайно.

### **Воронежская трагедия**

С.Э. Шноль разделил жизнь М.С. Цвета на первую светлую половину и вторую темную половину. В действительности светлой половины у него не было. При рождении мать Мария Дороцца умерла. Это было 14 мая 1872 г. в итальянском городе Асти. Отец оставил его на попечение кормилицы в Лозанне. Разве так начинаются светлые страницы жизни? Отец Михаила Семёновича Семён Николаевич Цвет происходил из обеспеченной купеческой среды, что обеспечило ему возможность получить хорошее образование сначала в Одесском Ришельевском лицее, затем в Харьковском и Юрьевском университете, а затем продолжил образование в университетах Германии и Франции. Он автор книг по самым актуальным политическим, экономическим, социальным проблемам. Список этих работ приводит Е.М. Сенченкова [6]. В 1880 г. С.Н. Цвет был произведён в действительные статские советники, что соответствовало военному званию генерала и дало право на потомственное дворянство. С отцом у М.С. Цвета были добрые дружеские отношения, однако необходимость продолжения службы в России делали эти контакты короткими. Исключением был период, когда С.Н. Цвет за публикацию книг неугодных синоду отстранялся от службы и жил в Женеве. В трудное время, когда М.С. Цвет не имел оплачиваемой работы в России, ему помогал отец.

После окончания Женевского университета в 1896 г. со степенью доктора ботаники он впервые приехал в Россию, но родина предков встретила его холодно.

Отчаявшись найти работу в российском университете, он переехал в Варшаву, где его ожидала работа ассистента – лаборанта. Уже после защиты магистерской (Казань, 1901 г.) и докторской диссертаций (Варшава, 1910 г.) он безуспешно подавал на конкурс в различные университеты. Впервые профессорское место он получил в Юрьевском университете, куда прибыл в октябре 1917 г. Не стоит много говорить о том, что это было за время. Город и работа ему пришлись по душе, но в феврале 1918 г. в город вошли немецкие войска. В мае командование немецкой армии отдало приказ о прекращении деятельности Юрьевского университета как русского учреждения. Совет университета по согласованию с Наркомпросом России принял решение о переводе Юрьевского университета в Воронеж. До сих пор даже на страницах воронежской университетской газеты идут споры о том - является ли Воронежский университет правопреемником Юрьевского университета. Для того, чтобы ответить на этот вопрос нужно предварительно решить: «Что такое университет? Ученые и преподаватели или здание в городе». Мы надеемся, что слова единого для всех университетов мира: «Vivat Academia! Vivant professors! Vivat membrum quodlibet! Vivant membra quaelibet! Semper sint in flore!» подчеркивают приоритет сообщества людей, работающих в университете. М.С. Цвет прибыл в Воронеж 7 сентября 1918 г. В городе его приютил ветеринар А.И. Верёвкин, впоследствии профессор университета, предоставив ему и его жене Елене Александровне комнату во флигеле. Дом А.И. Верёвкина находился вблизи реки на улице Халютинской (ныне Батуриной) и сохранился до настоящего времени. К сожалению, флигель дома, в котором проживал М.С. Цвет, был снесен и на его месте местный *pouveau giche* построил двухэтажный дом. Ранее проход к флигелю был свободен, и можно было пройти к беседке, с которой открывался вид на пойму реки Воронеж. Это место, открывающее далёкие перспективы, особенно любил М.С. Цвет. К сожалению, в Воронеже его здоровье ухудшилось, и он не мог преодолеть крутой подъём по дороге в университет. В университет были свободные комнаты, в которых он мог бы жить и ходить читать лекции, но ректорат ему отказал. М.С. Цвет и его жена остались на всю зиму без зарплаты, и вероятно только помощь А.И. Верёвкина спасала их. В это же время обсуждалось в Стокгольме представление М.С. Цвета на Нобелевскую премию, в которой на последнем этапе ему было отказано. Лауреатом Нобелевской премии по химии в 1918 г. стал Ф. Габер, нашедший удачный катализатор для реакции синтеза аммиака, хотя в его представлении шла речь о подборе термодинамических параметров для проведения этой реакции. Существенную роль в выборе лауреата сыграл тот факт, что Р. Вильштеттер получил в 1915 г. Нобелевскую премию за работы по химии растительных пигментов, в особенности, хлорофилла. Во время награждения Р. Вильштеттера Нобелевской премией профессор О. Хаммарстен отметил роль М.С. Цвета в доказательство существования двух различных форм хлорофилла. И в это же время М.С. Цвет должен был жить подачками добрых людей. Весной он приступил к чтению лекций, но для того чтобы ему платили за них зарплату он вступил в переписку с Наркомпросом, результатом которой было восстановление его в правах и официальное порицание ректору университета.

Добавим, что времена для Воронежа были трудные. Только перед приездом первого эшелона сотрудников университета из Юрьева (Гарту) территория Воронежской губернии была освобождена от немецких войск, но одновременно началось наступление армии генерала П.Н. Краснова. Армия окружила Воронеж со всех сторон, взяв даже соседний губернский город Тамбов. Объединение армии Краснова с конными корпусами генералов Мамонтова и Шкуро привело осенью к

захвату Воронежа, хотя оно и не было долгим. Город находившейся в тисках гражданской войны был в сложном материальном и информационном положении.

Бесчеловечное отношение ректора университета В.Э. Регеля к судьбе профессора и отчасти трудное положение, в котором оказался Воронеж, привели к смерти М.С. Цвета 26 июня 1919 г. в возрасте 47 лет. Достоверных источников о месте захоронения М.С. Цвета нет. Существует две версии. Одна из них о захоронении М.С. Цвета на кладбище Алексеевского женского монастыря. Она представляется маловероятной. Однако именно там усилиями К.И. Сакодынского была установлена памятная стела с надписью «Ему дано открыть хроматографию – разъединяющую молекулы и объединяющую людей». Гораздо более вероятной является версия племянницы М.С. Цвета Е.А. Лященко, которая сообщила Е.М. Сенченковой о захоронении на Чугуновском кладбище. Известно [6], что Цвет умер в университетском госпитале (ныне городская больница № 2). Возвращать тело в маленькую комнату флигеля по крутому спуску было трудно, а ближайшим кладбищем было именно Чугуновское. К сожалению, после Отечественной войны, кладбище было уничтожено, а на его месте позже был построен телецентр и дворец спорта. Поэтому вероятнее всего на кладбище Алексеевского монастыря находится сеноктаф. Подобная история была с В.А. Моцартом. Он был похоронен в Вене на кладбище Святого Марка в общей могиле для бедняков, которая раз в девять лет очищается от останков. К тому времени, когда венцы поняли значимость Моцарта, его останков уже быть не могло. Ему поставили скромный памятник, но позже, когда останки всех великих граждан Вены были перенесены на Центральное кладбище, там был поставлен памятник, который сохранился до нашего времени.

В своём отечестве пророка нет. Истории университета рассматриваются в первую очередь как истории смены ректоров, однако в Британскую энциклопедию попали не они. В ней можно только встретить имена М.С. Цвета, создавшего хроматографию, и лауреата Нобелевской премии П.А. Черенкова, закончившего университет в 1928 г. В момент открытия университетского музея информация об этих знаменитых на весь мир ученых не была представлена в музее.

### **Жизнь после смерти**

Существует много способов продлить жизнь. Одна из возможностей – здоровый образ жизни – может продлить её на несколько десятков лет. Возможность в настоящее время продлить жизнь на сотни лет или даже до тысячи является актуальной научно-исследовательской темой, которая интенсивно разрабатывается. Большинство пытается решить проблему верой, но она не гарантирует всем рай. Единственно реальной возможностью остаться навсегда живым в восприятии людей является плодотворная работа на благо человечества, которое не забывает своих героев, ученых, писателей, композиторов построивших материальный и интеллектуальный фундамент современной жизни. К их числу относится создатель хроматографии М.С. Цвет.

Философ Т. Кун считал, что самой удивительной особенностью науки является то, что она в очень малой степени ориентирована на крупные открытия [15]. М.С. Цвет не ставил задачу создать новый эффективный метод химического анализа, но на первом этапе добросовестно изучал природу сил, связывающих пигменты растений (хлорофиллы, ксантофиллы) с плазматическими мембранами хлоропластов. Он был ботаник, получивший хорошее биологическое образование в Женевском университете. Имеющаяся в библиотеке РАН его докторская

диссертация [16], защищенная в Женевском университете, даёт представление о первых исследованиях М.С. Цвета относящихся к движению протоплазмы, плазматическим мембранам и хлоропластам. Эти эксперименты и их анализ привели его к изучению адсорбции пигментов растений в клетке хлоропласта. М.С. Цвет пришел к выводу о прочности связи пигментов со стромой, которая не разрывается неполярными растворителями, несмотря на то, что чистый хлорофилл растворяется в них. Для извлечения растительных пигментов Цвет использовал смешанный растворитель, содержащий полярное вещество – этанол, который позволял преодолеть силы адсорбции пигмента со стромой. Эти исследования подготовили его к моделированию листа пигментов на фильтровальной бумаге. В этом случае неполярное вещество (лигроин) растворяло растительные пигменты, что означало ослабление сил адсорбции. От моделирования листа как мембраны он перешел к моделированию адсорбции хлорофиллов и ксантофиллов в трубке воронки, как бы предвидя цилиндрическую форму хлоропластов. Совершенно неожиданно, как и бывает с настоящими открытиями, продолжение этих исследований привело к созданию химического метода анализа.

Особенно важен выбор объекта исследования. Известно, что Ч. Дарвин считал хлорофилл главным веществом на Земле, так как он способен превращать в полезную энергию потоки квантов электромагнитного поля, изучаемые Солнцем. Можно назвать выбранную М.С. Цветом тематику исследований. Гений всегда попадает в цель.

Насколько случайно было открытие нового метода химического анализа ботаником? История науки знает много примеров, когда биологи и медики делали открытия в области химии и физики. Врач Ю. Майер открыл закон сохранения энергии, паталогоанатом и физиолог А. Фик первым записал количественные законы диффузии языком дифференциального уравнения в частных производных второго порядка. Профессор медицины Л. Гальвани начал исследования животного электричества, которые привели А. Вольта к созданию источника постоянного тока. Им воспользовался хирург А. Карлайл для открытия электролиза. Список таких открытий легко продолжить [17]. У них общая методологическая основа. Эволюция природы шла от рождения элементарных частиц и квантов электромагнитного поля (физическая эволюция), затем к атомам и молекулам (химическая эволюция), далее к растениям и животным (биология). Каждая новая степень эволюции была сложнее предыдущей, поэтому в первую очередь развивались науки, изучающие более простые структуры. Вследствие этого физика, как наука описывающая первые этапы эволюции достигла большего совершенства в сравнении с химией и биологией. Методология, использующая достижения наук низшей ступени для интерпретации закономерностей высшей, была названа редукционизмом, хотя в сущности является синтетической методологией. Однако, кроме редукционизма, есть и антиредукционизм (аналитическая методология). Антиредукционизм на ранних стадиях развития естествознания был успешен потому, что представители высших наук (биологи, медики) видели интегральную картину природы и наиболее талантливые из них смогли выделить фундаментальные закономерности. К их числу относится и открытие самого совершенного метода химического анализа ботаником М.С. Цветом.

М. Планк писал, что «великая научная идея редко внедряется путём постепенного убеждения и обращения своих противников, редко бывает, что Саул становится Павлом. В действительности дело происходит так, что оппоненты постепенно вымирают, а растущее поколение с самого начала осваивается с новой идеей» [18]. Новое поколение пришло в начале тридцатых годов. Мы знаем, что



Нобелевские премии 1937 г. (П. Каррер), 1938 г. (Р. Кун) и 1939 г. (А. Бутенандт, Л. Ружичка) были связаны с использованием хроматографического метода. Однако в военные годы многие лауреаты были вынуждены временно отказаться от награды, не выступали с Нобелевскими лекциями и не представляли их позже в письменном виде. Тем более приятно, что уроженец Москвы знаменитый швейцарский химик - органик Пауль Каррер, автор великолепного учебника по органической химии, в своей Нобелевской лекции 11 декабря 1937 г. отметил, что успехи биохимии связаны с прогрессом хроматографического анализа Цвета. В начале лекции ([www.nobelprize.org](http://www.nobelprize.org)) он описывает принцип элюентной хроматографии, характеризует связь адсорбции и хроматографического разделения и сравнивает хроматограмму со спектром. Первый лауреат Нобелевской премии по химии 1952 г. Арчер Мартин, открывший с Р. Сингом в 1946 г., метод распределительной хроматографии, в начале своей лекции при получении награды указал на определяющую роль классических работ М. Цвета. А. Мартин был родоначальником нового этапа в развитии хроматографии. В том же 1952 г. он совместно с А. Джеймсом предложил метод газовой хроматографии сразу получивший масштабное применение в химической промышленности. Нельзя забывать великолепную страницу истории хроматографии, написанную Н.А. Измайловым и М.С. Шрайбер, открывшим в 1938 г. метод тонкослойной хроматографии [19]. Анализируя тематику пленарных докладов Конгрессов по аналитической химии и публикаций можно отметить уверенное лидерство хроматографических методов анализа. Особо велика значимость применения хроматографии контроле загрязнений окружающей среды.

Благодарное человечество не забыло М.С. Цвета. В 1972 г. в Таврическом дворце в Санкт-Петербурге был проведен Международный симпозиум, посвященный столетию М.С. Цвета. В 1978 г. в Таллине был проведен Международный симпозиум, посвященный 75-летию открытия хроматографического метода анализа. В эти дни Академия наук СССР наградила 136 хроматографистов из 20 стран мира памятными именными медалями. В 1993 г. было отмечено 90 – летие хроматографии Международной конференцией в Москве и Международном симпозиуме в Санкт-Петербурге. Столетие открытия хроматографии было отмечено Международными симпозиумами в Москве и Амстердаме. Если кто - то вспомнит какое – либо научное открытие, которому бы международное научное сообщество уделило столько внимания, то можно только будет порадоваться за науку.

Для научных сообществ характерен дух интернационализма. В монографии Е.М. Сенченковой «Рождение идеи и метода адсорбционной хроматографии» [20] описаны многочисленные предшественники М.С. Цвета, однако самые авторитетные хроматографисты мира из разных стран выделили опыт М.С. Цвета как *experimentum crucis* (решающий эксперимент). Зарубежному читателю работы М.С. Цвета стали возможны после публикаций на немецком языке в 1906 г., то поэтому до сих пор многие хроматографисты, считают этот год началом хроматографии. В частности, Х. Стрейн писал: «В 1906 г. в Варшаве был предложен новый остроумный метод химического анализа, которому предназначено оказать влияние на жизнь человечества и всего живого мира. Он позволяет осветить сложнейшие процессы природы, как-то: процессы питания, влияние гормонов на вид и характер людей и животных. Благодаря ему в сложном механизме живой клетки были обнаружены реакции, ранее не снившиеся и во сне» [21].

М.С. Цвет был застенчивым человеком. Трудно представить, что он мог бы сказать *exegi monumentum áere perennius* (я памятник себе воздвиг нерукотворный). Это сделать должны мы. В Москве память К.А. Тимирязева многократно

увековечена. Справедливо было бы поставить памятник М.С. Цвету в Варшаве. В Воронеже, где он жил последние годы, памятник нужен не только как память о его замечательных делах, но и для покаяния.

### Список литературы

1. Цвет М.С. О новой категории адсорбционных явлений и о приложении их к биохимическому анализу // Труды Варшавского Общества естествоиспытателей, отд. биологии. - 1903. - Т. 14. - С. 20 - 29.
2. Фейнман Р. Характер физических законов. М.: Наука, 1968. – 160 с.
3. Tswett M.S. Physikalisch-chemische Studien über das Chlorophyll. Die Absorbtionen // Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. - 1906.- Bd. 24. - S. 316 -323.
4. Tswett M.S. Absorbtionsanalyse und chromatographische Methode. Anwendung auf die Chemie des Chlorophylls // Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. -1906. - Bd. 24.- S. 384 - 393.
5. Цвет М.С. Хроматографический адсорбционный анализ. Избранные работы / под ред. академика А.А. Рихтера и профессора Т.А. Красносельской. М.: Изд-во АН СССР, 1946. - 273 с.
6. Сенченкова Е.М. М.С. Цвет – создатель хроматографии. М.: Янус-К, 1997. -440 с.
7. Цвет М.С. Избранные труды. М.: Наука. – 679 с.
8. Мейер В.Р. Колонки Михаила Цвета: факты и размышления // Хроматографический журнал. – 1993 - № 1. – С. 67-69.
9. Карапетян Ш.А. Эксперименты М.С. Цвета с современных позиций // Хроматографический журнал. - 1993. - № 1. - С. 62 - 67.
10. Сакодынский К.И. Примечание к [6] // Хроматографический журнал. - 1993. - № 1. - С. 69.
11. Симонов П.В. Избранные труды. Т.1. Созидающий мозг. Нейробиологические основы творчества. М.: Наука, 2004. С. 335.
12. Purnell H. // Gas chromatography. N.Y.: Wiley, 1962. – 441 .
13. Sorby H.C. On Comparative Vegetable Chromatology // Proc. Roy. Soc. London. 1873. V.21. P. 442.
14. Шноль С.Э. Герои и злодеи российской науки. М.: Либроком, 1997. – 463 с.
15. Кун Т. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1977. - 300 с.
16. Tswett M. Etudes de physiologie cellulaire. Geneve: Imprimerie Rey & Malavallon. 1896. - 207 p.
17. Шапошник В.А. Философские проблемы химии. Воронеж: ВГУ, 2011. - 104 с.
18. Планк М. Избранные труды. М.: Наука, 1975. – 688 с.
19. Н.А. Измайлов и М.С. Шрайбер: открытие тонкослойной хроматографии /Составитель и научный редактор В.Г. Берёзкин. М.: ГЕОС, 2007. – 128 с.
20. Сенченкова Е.М. Рождение идеи и метода адсорбционной хроматографии. М.: Наука, 1991. – 228 с.
21. Strain H.H. Chromatographic adsorption analysis. N.Y., 1942. - 222 p.

---

**Шапошник Владимир Алексеевич** – д.х.н, профессор кафедры аналитической химии Воронежского государственного университета, Воронеж

**Shaposhnik Vladimir A.** – Dr.Sc., Professor of Analytical Chemistry department, Voronezh State University, Voronezh e-mail: [v.a.shaposhnik@gmail.com](mailto:v.a.shaposhnik@gmail.com)