

**А К А Д Е М И Я   Н А У К   С С С Р**



РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»  
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ  
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ  
ДЕЯТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ  
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР:

*Л. Я. Бляхер, А. Т. Григорьян, Я. Г. Дорфман, Б. М. Кедров,  
Б. Г. Кузнецов, В. И. Кузнецов, А. И. Купцов,  
Б. В. Левшин, С. Р. Микулинский, Д. В. Ознобишин,  
З. К. Соколовская (ученый секретарь), В. Н. Сокольский,  
Ю. И. Соловьев, А. С. Федоров (зам. председателя), И. А. Федосеев,  
Н. А. Фигуровский (зам. председателя), А. А. Чеканов,  
С. В. Шухардин, А. П. Юшкевич, А. Л. Янин (председатель),  
М. Г. Ярошевский*

**Е. М. Сенченкова**

**Михаил Семенович  
ЦВЕТ**

**1872—1919**



---

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»**

**МОСКВА**

**1973**

Книга посвящена Михаилу Семеновичу Цвету (1872—1919) — выдающемуся русскому исследователю, создателю ныне широко используемого хроматографического метода. В ней рассказывается о жизни и научной деятельности ученого. Архивные материалы и воспоминания людей, знавших М. С. Цвета, позволили не только объективно описать жизненный путь ученого, но и заполнить пробелы, имевшиеся в его биографии. В книге показана эволюция научных интересов М. С. Цвета, дан анализ исследований фотосинтетического аппарата растений, рассмотрены идеи, получившие развитие в наши дни.

Ответственный редактор

член-корреспондент АН СССР К. В. ЧМУТОВ



Память — это медная доска, покрытая буквами, которые время незаметно сглаживает, если порой не возобновлять их резцом.

Д. Локк

14 мая 1972 г. исполнилось 100 лет со дня рождения русского ученого Михаила Семеновича Цвета (1872—1919), известного ботаника, физиолога и биохимика растений, создателя метода хроматографического адсорбционного анализа. В наше время метод этот получил широчайшее применение в биохимии, аналитической химии, биологии, медицине, сельском хозяйстве, в ряде отраслей промышленности — химической, фармацевтической, пищевой — и в других областях народного хозяйства — везде, где возникает необходимость получения абсолютно чистых веществ, разделения сложных смесей или идентификации незнакомых соединений. Без использования хроматографии нельзя себе представить ни одно техническое предприятие, ни одну научную лабораторию, осуществляющие химический анализ веществ или получение их в чистом виде.

Теперь труды Цвета по хроматографии обрели мировую известность и высоко оценены как в нашей стране, так и за рубежом. Однако исследования этого замечательного ученого при жизни не получили должного признания. Многие из его жизни и творческой деятельности до сих пор еще оставались неизвестными. Поэтому вполне справедливо мнение М. Е. Ивина, попытавшегося дать развернутый биографический очерк о создателе хроматографии, который вынужден был констатировать: «О Цвете, почти современнике нашем, мы знаем немногим больше, чем об эллине Феофрасте»<sup>1</sup> — ботанике, жившем в IV в. до н. э.

---

<sup>1</sup> М. Е. Ивин. У порога великой тайны. Л., Лениздат, 1971, стр. 173.

При жизни Цвета положительную оценку его работам дважды дал академик А. С. Фаминцын. В первом случае это был отзыв на монографию Цвета «Хромофиллы в растительном и животном мире» в связи с присуждением ей в 1911 г. премии Российской Академии наук. Во втором — характеристика научной деятельности Цвета в связи с участием его в конкурсе на замещение должности профессора Новороссийского (ныне Одесского) университета в 1915 г. К отзыву прилагались краткая биография и список работ ученого до 1914 г., составленные Цветом. Эти небольшие публикации долгие годы были единственным источником сведений о нем. Однако ввиду исключительной редкости изданий, в которых они печатались, эти сведения оказались практически недоступными для читателей.

Всеобщее признание пришло к ученому после его смерти. Лишь в начале 30-х годов, когда исследователи различных стран на практике убедились в высокой эффективности открытой Цветом хроматографии для разделения и очистки самых разнообразных органических веществ, его судьба заинтересовала научную общественность. Однако попытки написать биографический очерк Цвета наталкивались на отсутствие необходимых сведений о его жизни и творчестве. Так, венгерские биохимики Л. Цехмейстер и Л. Чолноки, авторы первой обстоятельной монографии о хроматографии «Хроматографический адсорбционный метод» (Вена, 1937), высоко оценившие заслуги создателя этого метода, впервые попытались дать биографическую справку о нем. В результате в предисловии ко второму, более полному изданию той же книги в 1938 г. они вынуждены были отметить, что «имелось намерение открыть настоящий том биографией Цвета, но надежных сведений о деятельности жизни этого новатора до сих пор получить не удалось»<sup>2</sup>.

Первая зарубежная публикация о Цвете появилась в сборнике «Биографии ботаников Женевы. 1500—1931», изданном обществом швейцарских ботаников в 1940 г. Это была короткая заметка в 28 строк, составленная на основе переданных Цветом анкетных данных. К ней прилагалась библиография его работ, в которой насчиты-

---

<sup>2</sup> L. Zechmeister, L. Cholnoky. Die chromatographische Adsorptionsmethode. Wien, 1938, S. IV.

валось 56 названий. Заметку написал друг и сотрудник Цвета по Женевскому университету Джон Брике, который переписывался с Цветом после его отъезда в Россию до 1917 г. Этой датой Брике завершил биографию Цвета, оговорив, что о дальнейшей жизни русского исследователя ему ничего не известно<sup>3</sup>.

С начала 40-х годов в нашей стране и за рубежом стали предприниматься поиски сведений о жизни и деятельности Цвета и попытки осветить если не в целом, то хотя бы отдельные периоды жизни ученого. Так, швейцарский ботаник Ш. Дерё (1943) в обстоятельной статье о работах русского ученого, связанных с методом хроматографической адсорбции и изучением растительных пигментов, описал более подробно годы учебы Цвета в Швейцарии. В этой статье впервые были опубликованы групповая фотография, на которой изображен Цвет, и два портрета с автографом ученого. Эти снимки позже воспроизводились в других зарубежных публикациях (Hesse G., Weil H., 1954; Zechmeister L., 1950; Robinson Tr., 1950, 1960). Дерё впервые сообщил также о хранящихся в архиве Женевского ботанического сада 15 письмах и 8 почтовых открытках, посланных Цветом Брике из России в 1896—1917 гг. Дерё (а затем немецкий биохимик Хессе и англичанин Уэйл в 1954 г.) цитировал отрывки из этих писем, обращая внимание на описание трудностей, с которыми Цвет столкнулся в первые полтора года после приезда из Женевы в Россию, так как не имел оплачиваемой должности. Каких-либо новых фактов о жизни и деятельности Цвета в России, отсутствующих в сообщениях Фаминцына и Брике, Дерё не приводил. Лишь в заключение Дерё сообщал, что Цвет умер в Воронеже в мае 1920 г., о чем ему стало известно из письма, полученного от К. Регеля.

Из отечественных авторов одним из первых краткие биографические сведения о Цвете сообщил А. Р. Кизель

<sup>3</sup> Очевидно, Брике до конца своей жизни (он умер в 1931 г.) не знал о смерти Цвета в 1919 г., хотя в одном из номеров журнала Немецкого ботанического общества за июль 1920 г. (т. 37, стр. 160) Цвет значился в списке умерших членов общества. В этом номере журнала указывалась неправильная дата смерти — май 1920 г., которая до сих пор встречается в зарубежных публикациях о Цвете. Правильная дата смерти Цвета — 26 июня 1919 г. — была впервые опубликована еще в 1925 г. в Трудах Воронежского гос. ун-та (т. I, стр. 425).

(1936) в предисловии к большой переводной статье английского химика В. Стикса (1936) о хроматографическом анализе. Естественно было бы полагать, что и обстоятельную научную биографию Цвета напишут его соотечественники на основании опубликованных материалов, архивных документов, а также воспоминаний современников ученого. Однако Великая Отечественная война сильно усложнила эту задачу. При бомбардировке и пожаре в Воронеже погибли архивные материалы о последних годах жизни и деятельности Цвета в качестве профессора Юрьевского (ныне Тартуского) университета, который был эвакуирован в этот город в 1918 г. Еще более невозместимой оказалась потеря личного архива Цвета, хранившегося после смерти жены Е. А. Цвет у его сестры Н. С. Лященко, а затем у ее дочери — Е. А. Лященко. Уцелели лишь фотографии Цвета и его родственников. Кроме того, в военные и послевоенные годы не стало многих людей, лично знавших ученого.

После Великой Отечественной войны научная деятельность Цвета стала предметом особого внимания советских исследователей. Учитывая большой интерес к работам ученого, ставшим к тому времени уже библиографической редкостью, Академия наук СССР издала в 1946 г. в серии «Классики науки» основные труды Цвета за 1903, 1906 и 1910 гг. по хроматографическому адсорбционному анализу. В этом издании впервые в русской печати появились краткая биография Цвета, составленная А. А. Рихтером и Т. А. Красносельской, и их статья о роли его работ в создании хроматографического адсорбционного анализа, фотография ученого, подаренная А. С. Фаминцыну в 1900 г., а также список работ Цвета, включавший 62 названия.

Незадолго до выхода в свет этой книги в январском номере американского журнала по истории науки «Isis» за 1946 г. появилась статья Цехмейстера о Цвете как создателе хроматографии, в которой приводились некоторые биографические сведения, почерпнутые у Брик и Дере. По-прежнему автор статьи ошибочно относил открытие Цветом хроматографии к 1906 г., а дату его смерти — к 1920 г. В ответ с уточнением этих дат в одном из номеров «Isis» за 1948 г. выступил с краткой справкой И. А. Поляков. Тем не менее Цехмейстер в очень большой степени способствовал тому, что имя

Цвета приобрело в 30—40-х годах заслуженную известность за рубежом.

Благодаря всеобщему признанию заслуг Цвета к началу 50-х годов по инициативе Г. Хессе и Г. Уэйла в 1954 г. вышла отдельным изданием на английском и немецком языках работа Цвета «О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к биохимическому анализу» (1903), в которой ученый впервые изложил основы открытого им метода хроматографии. Издатели предприняли попытку сопроводить работу Цвета не только специальными научными комментариями, но и новыми биографическими сведениями о ее авторе. Они обратились к архивным материалам нескольких городов — Асти (Италия), Лозанна и Женевы (Швейцария), — где Цвет проживал в детские и юношеские годы. В результате поисков обнаружились некоторые новые данные, но их было очень немного: удалось найти свидетельство о рождении Цвета и отрывочные факты об отце ученого и некоторых родственниках, живших тогда вместе с ними.

В последующие годы были выявлены и опубликованы в небольших сообщениях новые факты из жизни Цвета. Профессор Тартуского университета А. Я. Вага (1958) обнаружил в рукописном отделе университетской библиотеки два письма Цвета к ботанику Н. И. Кузнецову; В. П. Мелешко (1960) уточнил ряд фактов, связанных с последним местом жительства Цвета в Воронеже; К. И. Сакодынский (1970) воспроизвел снимки некоторых домов и учреждений, где раньше жил и работал ученый, а в публикациях 1972 г. сослался на несколько документов Центрального государственного исторического архива СССР (Ленинград), относящихся к жизни и деятельности Цвета; Е. М. Сенченкова и Е. А. Лященко (1973) рассказали о генеалогии семьи Цвета.

Расширение области применения хроматографии и совершенствование ее методов с 30-х годов способствовали появлению значительного числа статей о жизни и деятельности Цвета, авторами которых стали и биологи<sup>4</sup>,

---

<sup>4</sup> См. приведенные в списке литературы статьи Т. А. Красносельской (1948, 1963), А. А. Щербаковой (1957), Е. М. Сенченковой (1972), Е. М. Сенченковой и Л. В. Мельниковой (1973).

и химики<sup>5</sup>. Однако биографические сведения об ученом в этих статьях были довольно краткими. Основное внимание в них и в ряде других публикаций<sup>6</sup> уделялось его исследованиям по хроматографии.

Краткие данные о жизни Цвета фигурируют в различного рода справочных изданиях<sup>7</sup>. Сведения о работах Цвета попали даже на страницы детской (Ивин М. Е., 1961, 1971) и юношеской (Болховитинов В. и др., 1950) литературы.

Все эти публикации о жизни и деятельности Цвета, имеющиеся в отечественной и зарубежной литературе, свидетельствуют о большом интересе к открытию хроматографии и личности ее автора. Тем не менее до сих пор отсутствует достаточно полная и точная биография Цвета<sup>8</sup>, не освещен обстоятельно основной этап его твор-

---

<sup>5</sup> См. в списке литературы: Б. Я. Свешников (1947), С. А. Балежин и С. Л. Бесков (1950, 1953), С. Р. Сергиенко (1955), Т. Robinson (1959, 1960), К. И. Сакодынский и П. А. Солуянов (1968), К. И. Сакодынский и К. В. Чмутов (1972).

<sup>6</sup> О методе хроматографической адсорбции Цвета писали не только в химической литературе: Е. Н. Гапон и Т. Б. Гапон (1948, 1949), З. В. Жидкова (1951), Х. С. Коштойац и К. Ф. Калмыков (1951, 1953), В. В. Рачинский и Т. Б. Гапон (1953), Н. Ф. Ермоленко (1955), Д. И. Рябчиков и М. М. Сенявин (1955), Л. В. Мельникова и Е. М. Сенченкова (1972), К. В. Чмутов и К. И. Сакодынский (1972) и др., но и в работах по истории физиологии растений — Н. А. Максимов (1947), К. Ф. Калмыков (1962), А. Я. Перк и Х. А. Мооритс (1964), А. Ф. Клепшина и др. (1967), Н. А. Базилевская, И. П. Белоконь, А. А. Щербачева (1968) и др.

<sup>7</sup> См.: Большая медицинская энциклопедия (изд. 2-е), Энциклопедический словарь (1955), Большая советская энциклопедия (1957), Биографический словарь деятелей естествознания и техники (1959), Словник-довидник з ботаніки (Береговий П. М. и др., 1965), Asimov's biographical encyclopedia of science and technology (Asimov I., 1964), World who's who in science (1968), A biographical dictionary of scientists (W[illiams], t. I., 1969), Dictionary of Scientific Biography (Senchenkova E., в печати), Encyclopedia Biografica degli Scienziati e degli Inventori (Senchenkova E., в печати).

<sup>8</sup> Во время подготовки данной книги к изданию вышла из печати брошюра К. И. Сакодынского «Михаил Семенович Цвет и хроматография» (1972). Это наиболее развернутое первое самостоятельное издание о жизни и деятельности основоположника хроматографии, к сожалению, содержит более ста фактических ошибок и неточностей (см.: Е. М. Сенченкова. Замечания к брошюре К. И. Сакодынского «Михаил Семенович Цвет и хроматография» (1972). Рукопись. М., 1973. Библиотека Института истории естествознания и техники АН СССР).

ческой жизни, начавшийся после приезда исследователя в 1896 г. в Россию. В литературе не было сведений о родных, друзьях и коллегах Цвета. Все эти факты удалось существенно пополнить автору этой книги в результате знакомства с неопубликованными материалами, сохранившимися в зарубежных и отечественных архивах, а также благодаря воспоминаниям коллег, родных и знакомых ученого.

Новые материалы позволили значительно полнее осветить как биографию, так и научную деятельность Цвета. До сих пор почти ничего не было известно о родителях ученого, кроме их имен, национальности и посвящения отцу, сделанного в магистерской диссертации Цвета 1901 г. «К сожалению, это единственное упоминание о его отце, которое до нас дошло»<sup>9</sup>, — констатировали наиболее компетентные авторы первых публикаций об ученом. Появилось (Щербакова А. А., 1957) и стало развиваться (Ивин М. Е., 1961, 1971) неправильное мнение о С. Н. Цвете как о политическом эмигранте, покинувшем свою родину еще до рождения М. С. Цвета.

В зарубежной печати стали даже высказывать сомнение в принадлежности исследователя к русской науке. Так, например, английский автор Т. Уильямс без всяких оговорок отнес Цвета к числу ученых-космополитов на том основании, что он «родился в Италии от матери-итальянки, образование получил в Швейцарии, а русское подданство принял, вероятно, из-за своего места службы в Варшаве...»<sup>10</sup>. Сомнение относительно правильности такого заключения высказали, в частности, немецкий исследователь Г. Хессе и его английский коллега Г. Уэйл, выступивший в соавторстве с Уильямсом по ряду публикаций о возникновении хроматографии. Однако в свою очередь Хессе и Уэйл сделали не менее ошибочные утверждения. Так, в «Замечаниях к биографии Михаила Цвета», которыми они сопровождали зарубежное издание первой работы Цвета 1903 г. об адсорбционном методе, сказано: «Так как о матери М. Цвета в даль-

<sup>9</sup> А. А. Рихтер и Т. А. Красносельская. М. С. Цвет и хроматографический адсорбционный анализ. — В кн.: *М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ. Избранные работы.* Л., Изд-во АН СССР, 1946, стр. 220.

<sup>10</sup> T. I. Williams. Chromatography past and present. — *Discovery*, 1953, p. 54.

пейшем (т. е. после его рождения. — *Е. С.*) больше ничего не известно, то понятно, что о происхождении Цвета строятся различные догадки... Есть предположение, что отец М. Цвета, родившийся в 1830 г., но место рождения которого нам неизвестно, или дед его Николай эмигрировали из России и жили в Швейцарии»<sup>11</sup>. В качестве одного из аргументов в пользу такой версии авторы привели тот факт, что в Бернской области Швейцарии, а также в Германии довольно широко распространена фамилия Цвец, которая и могла быть заимствована с небольшим изменением Цветами после их эмиграции из России.

Всё в этих высказываниях, начиная с неправильной даты рождения отца Цвета и кончая лингвистическими «аргументами», свидетельствует о полном незнании Хессе и Уэйлом дат жизни родителей и предков ученого. Следует заметить, что в поисках биографических сведений о Цвете и его родных эти исследователи довольно внимательно ознакомились с архивами городов Асти, Лозанны и Женевы. Однако их поиски не много добавили к уже известным по работе Дерё (1943) данным о детских и юношеских годах Цвета в Швейцарии до отъезда его в Россию в 1896 г. Некоторые факты, обнаруженные Хессе и Уэйлом, вызвали у них даже недоумение из-за незнания генеалогии семьи Цветов. При этом они заявили, что русским тоже следовало бы опубликовать дополнительные сведения о Цвете, его родственниках и предках. В связи с подобными высказываниями зарубежных авторов в первой главе нашей книги приведены некоторые данные о прошлых поколениях Цветов и прежде всего об отце ученого, С. Н. Цвете, что побудило автора заняться тщательными поисками архивных материалов и других сведений о родителях ученого и его родных. Десятки источников позволили достаточно полно ознакомиться с биографией С. Н. Цвета и убедиться в незаурядности этого человека и большом влиянии его на формирование личности сына. Поэтому в книге уделено значительное внимание отцу исследователя — С. Н. Цвету — как одному из прогрессивных людей своего времени и показаны исконно русские корни семьи Цветов.

<sup>11</sup> *G. Hesse und H. Weil. Michael Tswett's erste chromatographische Shrift. Eschwege, 1954, S. 31.*



Сложный и трудный жизненный путь М. С. Цвета автор стремился описать преимущественно на основании архивных документов и воспоминаний знавших его людей. Собранные факты свидетельствуют, что, несмотря на все трудности жизни и продолжительную болезнь, Цвет всегда был глубоко предан науке, стойко переносил все неприятности, связанные со скептическим отношением большинства современников к его работам и к открытию хроматографии. Воспоминания родных и коллег Цвета позволяют нам увидеть в нем не только разносторонне одаренную личность — ученого, музыканта и путешественника, горячо любящего природу, но и такие его человеческие качества, как бескорыстие, терпимость к жизненным трудностям и нетерпимость к несправедливости и расчету, бескомпромиссность в научном споре, веселый нрав, остроумие, отзывчивость и тактичность в отношении к людям.

Глубоко ошибались Цехмейстер (1949) и Ивин (1961, 1971), когда писали об одинокой жизни Цвета и о том, что судьба не подарила ему личного счастья. Все жизненные невзгоды Михаила Семеновича безропотно делила беззаветно любящая жена Елена Александровна Цвет (1874—1922) — его ближайший помощник и друг. О ее преданности делу и памяти Цвета свидетельствуют те трудности, ценой которых ей удалось сохранить его личный и научный архив, а также ее преждевременная кончина, вызванная смертью мужа.

Конечно, Цвет интересует нас прежде всего как ученый, о разносторонней научной деятельности которого свидетельствует составленная им в 1915 г. классификация тематики его исследований: 1) микротехника и микрохимия, 2) цитология и анатомия растений, 3) физико-химические явления (растворимость, адсорбция, флюоресценция и т. д.), 4) физиология растительной клетки (осмос, фотосинтез, роль пигментов и др.), 5) биохимическая природа хлоропластов и растительных пигментов — хлорофилла и его производных, каротиноидов и антоцианов (Фаминцын А. С., 1916). Последовательность перечисленных Цветом направлений его исследований обусловлена не столько их научной значимостью в творчестве ученого, сколько хронологией выполнения. Поэтому самую важную и наиболее богатую по количеству работ область биохимических исследований он при-

водит в конце. Однако именно последние работы оставили значительный след в истории не только отечественной, но и мировой науки. Им в данной книге и уделяется наибольшее внимание.

До сих пор нигде обстоятельно не прослеживалась эволюция открытия Цветом хроматографии с первых его женеvских исследований биохимической природы хлоропластов до получения в химически чистом виде ряда пигментов этих пластид созданным им методом хроматографической адсорбции. Такая попытка предпринята в данной книге. На пути к открытию, обесмертившему его имя в науке, Цвет сделал ряд выводов по биохимии растений, которые имели существенное значение для изучения природы фотосинтетического аппарата растений. Таковы, например, гипотезы о состоянии хлорофилла в живых растениях, о природе каротиноидов, об автономии хлоропластов и др. К сожалению, некоторые положения, высказанные Цветом, не привлекли должного внимания его современников и получили подтверждение и развитие только в последующих работах физиологов и биохимиков растений. Первые попытки полнее представить заслуги Цвета в этих вопросах были предприняты Е. М. Сенченковой (1960, 1962, 1963), но пока еще в литературе отсутствуют обстоятельный анализ и оценки работ Цвета по изучению фотосинтетического аппарата растений с современной точки зрения. Это и обусловило необходимость особого освещения его исследований хлоропластов и растительных пигментов. Они привели Цвета к открытию хроматографии, так как его работы по анатомии растений, о хлоропластах и состоянии в них пигментов неизбежно сопровождались поисками новых методов изучения сложных органических образований.

Цвет — основатель совершенно нового направления научных исследований — хроматографии, получившей в настоящее время широкое применение в различных областях науки и техники. Поэтому при освещении творческой деятельности Цвета существенное место отводится его исследованиям, связанным с открытием и разработкой метода хроматографической адсорбции. Автор считал возможным затронуть также научные предпосылки возникновения идеи адсорбционного метода и показать ее реализацию в трудах самого Цвета. На основе ана-

лиза опубликованных работ Цвета и сообщений о них можно утверждать, что хроматографический метод был создан не в 1906 г., как об этом и сейчас пишет большинство зарубежных авторов, и не в 1903 г., как это принято считать в нашей литературе, а в 1901 г., когда ученый сообщил о нем на XI съезде русских естествоиспытателей и врачей и продемонстрировал прибор для разделения смеси растительных пигментов. В книге опровергается широко распространенное мнение о том, что метод Цвета не был известен его современникам, а потому и не использовался в их исследованиях до 30-х годов. Различные публикации и архивные источники позволяют утверждать, что хроматографический метод Цвета и другие его работы знали многие из его коллег, а некоторые даже пользовались этим методом в своих лабораториях. Однако лишь после 20-х годов в результате использования хроматографии для изучения природы и синтеза ряда биологически активных веществ, в частности витаминов, ценность этого аналитического приема была продемонстрирована особенно убедительно.

30—40-е годы стали годами утверждения хроматографического метода в самых разнообразных научных исследованиях и признания Цвета как его создателя. Тем более странными и удивительными кажутся сделанные в начале 50-х годов заявления Г. Уэйла и Т. Уильямса, а за ними и других авторов относительно предшественников Цвета, которых якобы и следует считать первооткрывателями хроматографии. Несмотря на выступления Б. Я. Свешникова (1951), Х. С. Коштоянца и К. Ф. Калмыкова (1951, 1953), мнение о Цвете как ученом, имеющем второстепенное значение в деле открытия метода хроматографической адсорбции, стало все более распространяться за рубежом и получило свое довольно яркое выражение в статье С. Хайнеса «Три пионеры хроматографии» (1969), к числу которых автор отнес Ф. Рунге, Ф. Гоппельсредера и Л. Рида. Возникла необходимость хотя бы кратко ознакомиться с работами предшественников Цвета, чтобы судить о значимости его исследований.

До сих пор в литературе нет анализа различных направлений современной хроматографии в связи с идеями, выдвинутыми Цветом. И хотя в книге предпринята попытка дать такой анализ, однако осветить достаточно

полно современное состояние хроматографии трудно из-за разнообразия используемых в настоящее время хроматографических приемов и обилия данных в этой области. Поэтому автор и вынужден был адресовать читателей к соответствующим обзорным работам по разным видам хроматографии.

При изучении творчества Цвета удалось пополнить известный до сих пор список его трудов из 62 названий, имеющийся в его избранных работах (1946), и внести в него ряд исправлений. В результате приводится новый список прижизненных публикаций ученого из 69 названий и 5 посмертных его изданий.

Данная книга подготовлена к 100-летию со дня рождения Михаила Семеновича Цвета. Празднование этого юбилея в нашей стране и за рубежом убедительно показало признание мировой общественностью трудов замечательного русского исследователя, вошедших золотым фондом в науку.

## Часть I

### Жизнь и деятельность М. С. Цвета

#### Швейцария. Детство и юность

Воспитывает все: люди, вещи, явления,  
но прежде всего и дольше всего — люди.  
Из них на первом месте — родители и  
педагоги.

А. С. Макаренко

Небольшой городок Асти в Северной Италии уже в прошлом веке привлекал внимание любителей старины. В средние века он принадлежал к числу могущественнейших республик Северной Италии. В течение многих лет здесь находилась резиденция епископа, что наложило на город характерный отпечаток: почти не тронутый временем возвышался готический кафедральный собор XIV в., неподалеку находилась церковь св. Секондо XIII в. Центральная гостиница города, в которой останавливались приезжавшие к епископу правители королевств, получила название «Реале», т. е. «Королевская». В городе было много дворцов и сохранилось 30 сторожевых башен.

В начале мая 1872 г. в Асти приехали управляющий Каменец-Подольской казенной палатой С. Н. Цвет и его жена, решившие познакомиться с достопримечательностями этого города по пути в Швейцарию. Они остановились в гостинице «Реале». Здесь 14 мая<sup>1</sup> 1872 г. и ро-

<sup>1</sup> Во многих публикациях о М. С. Цвете не только за рубежом, но и в нашей стране до сих пор (см. информационную заметку в разделе «Хроника» газеты «Вечерний Ленинград» от 18 мая 1972 г.) сообщается неправильная дата его рождения — 19 мая 1872 г., — дата регистрации его рождения в магистрате г. Асти. Причиной такой неточности стала анкета, составленная Цветом в 1915 г., в которой указана именно эта дата (см. факсимиле анкеты на стр. 147). Цвет передал анкету Брике. Данные анкеты легли в основу его публикации 1940 г., откуда их заимствовали другие авторы. Так как в странах Западной Европы

дился Михаил Цвет. Через пять дней этот факт был отмечен в городском магистрате соответствующей записью: «В одиннадцать с половиной часов утра четырнадцатого числа текущего месяца синьора де Дороща Мария, дочь ныне здравствующего синьора Николо, двадцати шести лет, родившаяся в Кютахье, центре вилайета (Турция), жена кавалера ордена Святой Анны государственного советника синьора де Цвета Симона, сына умершего Николо, сорока двух лет, председателя Подольской казенной палаты, рожденного в Чернигове (Малороссия), находящегося проездом в этом городе, проживающая вместе с ним, родила в этом городе в гостинице «Реале», расположенной на площади Альфьери, ребенка мужского пола, который вследствие слабого здоровья не был принесен в это учреждение. На основании предъявленного врачебного свидетельства и после констатации лично мною факта рождения и пола ребенка ему дано имя Микеле, достоверность чего после прочтения настоящего акта я и другие присутствующие подтверждаем нашими подписями», затем следовали подписи свидетелей — итальянских служащих. Так вдали от земли своих предков было отмечено рождение Михаила Семеновича Цвета как Микеле, сына Симона де Цвета.

Свидетельство о рождении, долго остававшееся неизвестным, позволило получить новые сведения о родителях М. С. Цвета: до этого были известны только их имена и национальность. Многочисленные архивные и литературные сведения дают возможность полнее представить служебную, общественную и литературную деятельность отца ученого, С. Н. Цвета<sup>2</sup>, сыгравшего большую роль в жизни своего старшего сына Михаила.

Семен Николаевич Цвет родился 1 февраля 1829 г. в Чернигове в семье купца Н. М. Цвета. Предки Цветов издавна жили на Черниговщине — одной из областей Малороссии, как тогда называли Украину. В допетров-

---

в прошлом веке уже был новый стиль, то днем рождения Цвета является 14 мая 1872 г. (а не 31 мая 1872 г., как это отмечено в календаре памятных дат журнала «Химия и жизнь», 1972, № 1).

<sup>2</sup> Собранные автором сведения о жизни и разносторонней деятельности отца М. С. Цвета более полно изложены в рукописи Е. М. Сенченковой «Семен Николаевич Цвет» (1971), находящейся в библиотеке Института истории естествознания и техники АН СССР.

ские времена они носили фамилию Колядинских, с которой неразрывно были связаны и их права на дворянство. Однако после мазеповской смуты, к которой оказался причастным один из предков М. С. Цвета, родственники отказались от фамилии Колядинских и тем самым от дворянского звания, взяв в качестве новой фамилии их прозвище Цвет-Самоцвет, а затем — только Цвет. Неофициально же они еще долго именовались Цвет-Самоцветами, о чем свидетельствуют некоторые сохранившиеся до сих пор у их потомков предметы с инициалами фамилии «Ц. С.»<sup>3</sup>.

С. Н. Цвет был широко образованным человеком того времени. Он получил начальное образование в Одесском Ришельевском лицее, в 1845 г. стал студентом философского факультета Харьковского университета, а в 1848 г. перешел на физико-математический факультет Дерптского университета и закончил его в 1851 г. со степенью кандидата физико-математического факультета. С. Н. Цвет показал «очень хорошие познания» (особо отмечалось его отличное владение русским и немецким языками и умение «письменно производить на оных дела»<sup>4</sup>). Затем С. Н. Цвет прослушал курс лекций в Гейдельбергском и Парижском университетах по естественным и медицинским наукам.

Начав службу простым канцелярским служащим у генерал-губернатора Новороссийска, С. Н. Цвет уже через несколько лет зарекомендовал себя, по отзыву адмирала А. А. Попова, как «человек, соединяющий в себе классическое образование со здравым смыслом и

---

<sup>3</sup> Архивные материалы и литературные источники позволяют проследить генеалогию семьи Цветов с середины XVIII в. Точно установлено, что у деда М. С. Цвета Николая Михайловича Цвета имелось многочисленное семейство и все потомки его семерых сыновей всегда проживали и до сих пор живут в России, не являясь подданными других стран. Так что заявление Уильямса (1953) о «космополитическом» происхождении М. С. Цвета и предположение Хессе и Уэйла (1954) о постоянном жительстве деда и отца ученого в Швейцарии не соответствуют действительности. Подробнее о предках М. С. Цвета см. статью: *Е. М. Сенченкова и Е. А. Лященко. Новые данные к биографии М. С. Цвета. Вопросы истории естествознания и техники*, 1973, вып. 42.

<sup>4</sup> ЦГИА (Центральный гос. исторический архив) ЭССР, ф. 402, оп. 2, д. 28362, л. 16.



*Семен Николаевич Цвет — отец  
М. С. Цвета, 1862 г.*

мягким характером»<sup>5</sup>. Исключительное трудолюбие, большие познания в экономических и естественных науках, незаурядные способности литератора и публициста позволили ему, несмотря на антимонархические взгляды, занять довольно прочное служебное положение. Эти черты характера своего отца в значительной мере унаследовал и М. С. Цвет.

Большую роль в жизни С. Н. Цвета сыграли его перевод на службу в Петербург и знакомство с передовыми людьми того времени — И. С. Тургеневым, А. П. Марковой-Виноградской (ранее Керн), П. В. Анненковым, К. Д. Кавелиным, Н. Н. Тютчевым и др. Позже судьба свела С. Н. Цвета с Виктором Гюго, А. И. Герценом и его сыном А. А. Герценом. Но особый след в его жизни оставил Тургенев. Его роману «Отцы и дети» С. Н. Цвет

<sup>5</sup> ЦГАВМФ (Центральный гос. архив Военно-морского флота), ф. 283, оп. 3, д. 1763, л. 6.



посвятил брошюру «К истории русского нигилизма» (1880), которая незадолго до смерти замечательного русского писателя попала в Париж и сохранилась в его библиотеке<sup>6</sup>. Очевидно, в связи с этой брошюрой между Тургеневым и Цветом возникла переписка<sup>7</sup>, к сожалению, не сохранившаяся до наших дней.

На литературном поприще С. Н. Цвет выступил в конце 50-х годов, а 5 августа 1861 г. адмирал Попов, рекомендуя его на должность секретаря кругосветной морской экспедиции, писал: «Печатные литературные труды С. Н. Цвета, отзывы его товарищей и, наконец, мое личное знакомство с его образом мыслей дают мне право думать, что назначение его на отряд принесет весьма серьезную пользу в том нравственном влиянии, которое он должен иметь на всех господ офицеров, не исключая и меня самого»<sup>8</sup>. Однако морская карьера С. Н. Цвета оборвалась довольно скоро. Уже в ближайшем английском порту его списали на берег «за либеральные речи против телесных наказаний и вообще свободомыслие»<sup>9</sup>. Известие это с участием восприняли петербургские друзья С. Н. Цвета и особенно А. П. Керн, писавшая ему в те дни письма с сообщением о событиях в Петербурге, в частности о студенческих волнениях. Так как в официальном приказе по морскому ведомству от 26 февраля 1862 г. причиной отстранения С. Н. Цвета от должности была названа болезнь, то оно не помешало ему продолжить гражданскую службу. После женитьбы на Екатерине Алексеевне Тютчевой (1841—1865) С. Н. Цвет выехал в Полтаву, куда он был назначен управляющим питейно-акцизным сбором губернии.

Два года, прожитые в Полтаве, оказались очень нелегкими. Относясь нетерпимо ко всякого рода злоупо-

<sup>6</sup> Экземпляр этой брошюры с печатью парижской библиотеки Тургенева в настоящее время находится в Государственной библиотеке им. В. И. Ленина (Москва).

<sup>7</sup> Этот факт не отмечается ни в одном из изданий писем И. С. Тургенева. О нем сообщила Е. А. Лященко со слов своей матери Н. С. Лященко (дочери С. Н. Цвета), лично видевшей письма И. С. Тургенева к ее отцу. Письма эти хранились в семье примерно до конца 90-х годов. Один из племянников Семена Николаевича, проживавший в Петербурге, взял их для перепечатки, но не вернул.

<sup>8</sup> ЦГАВМФ, ф. 283, оп. 3, д. 1763, лл. 5—6.

<sup>9</sup> Ю. Н. Верховский. А. П. Керн и ее среда. — В кн.: А. П. Керн. Воспоминания. Л., 1929, стр. XLI.

треблениям, С. Н. Цвет был непреклонен и неподкупен при выполнении своих обязанностей. В силу этого между ним и местными заводчиками и предпринимателями-винокурами, уклоняющимися от обложения налогами, пачали складываться конфликтные отношения<sup>10</sup>. Неприимимость Семена Николаевича к мошенничеству и корыстным попыткам покрывать их приводила его к столкновению не только с членами Полтавского земского собрания, но и с самим полтавским губернатором. Питая глубокую неприязнь к окружавшим его представителям дворянского сословия, он с негодованием писал известному в то время историку русского права и публицисту К. Д. Кавелину: «И после этого Вы ожидаете от дворянства единодушной честной деятельности на благо общее! Нет, Константин Дмитриевич, скорее должно сойти с лица земли это поколение выросших на крестьянском поте и крови трутней. Только пожирать готовое способны они, да лакейничать. Дети наши увидят лучшее, увидят новых людей, а мы сойдем в могилу только с надеждой, только узревши перепаханную почву, в которой не пропадет и семя, брошенное каждым из нас»<sup>11</sup>.

Большое горе — смерть жены в январе 1865 г., а через два месяца и новорожденного сына — сделало еще более тягостным пребывание С. Н. Цвета в Полтаве, и он добился перевода в Петербург чиновником особых поручений при министерстве финансов. Семен Николаевич целиком отдался работе, лишь изредка встречаясь с друзьями. Он выезжал в разные районы России по заданию департамента неокладных сборов и даже за границу<sup>12</sup>. В мае-июне 1867 г. он участвовал в организации показа русской промышленности и торговли на Парижской выставке. В результате активной деятельности на поприще развития отечественной экономики С. Н. Цвет

---

<sup>10</sup> Об этом убедительно свидетельствует публикация: *М. Мазараки. Ответ на брошюру г. Цвета под заглавием «Заявление г. Мазараки о винокурении в Полтавской губернии»*. Полтава, 1866.

<sup>11</sup> Рукописный отдел ИРЛИ (Института русской литературы) АН СССР, ф. К. Д. Кавелина, письмо С. Н. Цвета от 6 октября 1865, л. 4.

<sup>12</sup> Подробнее об обстоятельствах жизни С. Н. Цвета в этот период см. дневник Н. Н. Тютчева (1862—1865 гг.), хранящийся в Центральном государственном архиве литературы и искусства (ф. 505, оп. 1, д. 204—205) в Москве.

был произведен в конце 1869 г. в коллежские советники, а в апреле 1870 г. назначен управляющим Каменец-Подольской казенной палатой и награжден орденом св. Анны 2-й степени. В мае 1870 г. он прибыл к месту своей новой работы в Каменец-Подольск. Вскоре состоялось его знакомство с будущей женой и матерью Михаила Семеновича — Марией де Дороцка.

До недавнего времени мы знали о матери М. С. Цвета еще меньше, чем о его отце, т. е. только ее фамилию и то, что она итальянка<sup>13</sup>. Из свидетельства о рождении М. С. Цвета следует, что Мария Николаевна родилась примерно в 1846 г. в промышленном турецком городе Кютахья, административном центре вилайета Кютахья, расположенном в западной части Турции. О ее родителях известно лишь, что они были итальянцами и отца звали Николо. Их местожительство в Турции объясняется, возможно, теми семью венецианско-турецкими войнами 1467—1718 гг., в ходе которых Венеция утратила почти все права на Кипр, Крит и некоторые другие области, окончательно отошедшие к Турции вместе с проживающими в них итальянцами.

Обстоятельства приезда Марии Николаевны в Россию неизвестны. По свидетельству Е. А. Лященко (1970), она была воспитанницей известного русского поэта А. М. Жемчужникова — одного из создателей сатирического литературного образа Козьмы Пруткина. Подтвердить этот факт документально не удалось. Однако знакомство с перепиской А. М. Жемчужникова и его жены Е. А. Жемчужниковой, относящейся к 1869 г., показывает, что в их семье, кроме дочерей Ольги и Анастасии и их гувернантки мадемуазель Марии, жила еще одна Marie, имя которой всегда писалось не по-русски<sup>14</sup>.

Размеренная жизнь родителей Цвета в Каменец-Подольске вскоре нарушилась. Ухудшилось здоровье Семена Николаевича, и врачи рекомендовали ему лечение

---

<sup>13</sup> Хессе и Уэйл (1954), предпринявшие поиски сведений о матери М. С. Цвета в итальянских и швейцарских архивах, с горечью констатировали, что ни в одном из них не удалось выявить какие-либо данные. По мнению итальянских знатоков, эта фамилия не итальянская; не встречается она также ни в одном из швейцарских справочников.

<sup>14</sup> Рукописный отдел Государственной библиотеки им. В. И. Ленина, ф. 101, д. 5, лл. 13, 37.

в предгорьях Альп Северной Италии или Швейцарии. Получив разрешение на отпуск, С. Н. Цвет и его жена отплыли в феврале 1872 г. в Италию. После проведенного в Генуе первоначального курса лечения, не принесшего успеха, решено было ехать в курортный городок Арона по железной дороге через такие интересные города-музеи, как Алессандрия, Асти, Турин и Новара. Так они оказались в Асти, где у них и родился сын Михаил. Болезненность малыша и слабое состояние здоровья матери все более усугублялись и угрожали их жизни. А вскоре умерла мать новорожденного, и все заботы о нем легли на отца. Семену Николаевичу удалось найти кормилицу. Оставив сына на ее попечении, он продолжил лечение в Швейцарии. 8 июля 1872 г. С. Н. Цвет писал из Женевы в канцелярию министерства финансов: «Здоровье мое настолько поправилось, что я полагаю в начале нашего июля возвратиться в Россию и быть в состоянии трудиться»<sup>15</sup>. Вскоре С. Н. Цвет покинул Швейцарию, оставив сына в Лозанне на попечении кормилицы, но в дальнейшем почти ежегодно выезжал туда на время отпуска, чтобы видеться с ним, хотя в прошениях причиной таких поездок чаще всего называл свою болезнь.

Детские и юношеские годы Михаила Семеновича Цвета прошли в Лозанне. Мягкий, теплый климат, здоровый воздух альпийских предгорий и заботливый уход позволили укрепить слабому организму мальчика, и уже в девятилетнем возрасте он стал учеником известного в Лозанне коллежа Гайяр. В числе воспитанников коллежа по июль 1885 г. значилось и имя Цвета<sup>16</sup>. В городском архиве Лозанны нет никаких свидетельств о том, что кто-нибудь из родственников Цветов проживал в те годы в этом городе. До 1885 г. Цвет жил на вилле Монбель у некоего Рошара Ланделя. Сюда и приезжал

---

<sup>15</sup> ЦГИА (Центральный гос. исторический архив) СССР, ф. 560, оп. 16, д. 80, л. 81.

<sup>16</sup> См.: Le College Galliard et son fondateur. Lausanne, 1901. Согласно Хессе и Уэйлу (1954), имя Цвета в официальных швейцарских документах писалось по-разному: «De Zevett», «Zevett», «Zevet», «Zvet», «Zsvet», «Cvet», «Tsvet» и «Tswett». Это очень затрудняло поиски сведений о нем и его родных в этот период. Лишь по окончании университета Цвет избрал последнее написание.



*Мария де Дороцца — мать  
М. С. Цвета, 1870 г.*

к своему сыну С. Н. Цвет, о чем свидетельствует его письмо, отправленное в октябре 1874 г. в Петербург из Лозанны по случаю задержки с выездом. В 1885 г. М. С. Цвет стал жить в Женеве вместе с отцом, который, выйдя в отставку, уехал из России.

Отъезд С. Н. Цвета на десять лет в Швейцарию был вызван, с одной стороны, его болезнью, что явилось формальным поводом для отставки, а с другой — напряженными отношениями, которые сложились между ним и К. П. Победоносцевым. За долгие годы работы непосредственно в самом министерстве финансов, а также в качестве управляющего Каменец-Подольской, Гродненской, Эстляндской и Бессарабской казенными палатами, С. Н. Цвет накопил большой опыт и знания в области экономики различных районов России. Он написал ряд книжек серии «По вопросам государственного хозяйства». Так, в 1878—1879 гг. в Ревеле (ныне Таллин) вышли из печати его небольшие книги: «О русской валюте», «По питейному вопросу. Об улучшении действующ-



*Гостиница «Реале» в г. Асти, где родился М. С. Цвет*

щей системы акцизного сбора», «О промысловом налоге», «Об окончательной организации государственного счетоводства», «О таможенных тарифах и свободе торговли» — и вне этой серии книга «Землевладение и земледеление» (1878).

Публикации С. Н. Цвета касались также некоторых событий политической и культурной жизни России. Его перу принадлежали работы: «Спиритизм и спириты» (1876), «Россия и Англия в Восточном вопросе» (1877), «Новые реформаторы «о четырех измерениях» в религии и науке» (1878), «К истории русского нигилизма. Отцы и дети» (1880). Влечение С. Н. Цвета к литературной деятельности росло, и он все более тяготился своей службой, которую, однако, не мог оставить, так как семья жила только на жалованье. Расходы особенно возросли после женитьбы на Аделаиде Ивановне Аристовой и рождения дочери Натальи и сына Александра.

Особенно тягостно действовали на С. Н. Цвета такие служебные обстоятельства, при которых, сталкиваясь с тяжелой жизнью простых людей, он не мог оказать им



*М. С. Цвет в четырехлетнем возрасте. Лозанна, 1876 г. (публикуется впервые)*

действенной помощи, хотя по возможности и старался делать это. Однако не всегда вмешательство Цвета кончалось успешно. Иногда в результате заступничества создавались конфликтные отношения с довольно влиятельными лицами. Поэтому, как только материальное положение семьи несколько улучшилось в связи с производством его в 1880 г. в действительные статские советники, дававшим право на более высокую пенсию, С. Н. Цвет подал в отставку. В заявлении на имя министра финансов Н. Х. Бунге от 6 января 1882 г. он писал: «Предпринятые мною научные исследования, обещающие, по крайнему моему разумению, быть небесполезными для блага общего, требуют продолжительного отсутствия от места моего служения»<sup>17</sup>. Предполагалось продолжить изучение роли денежной системы в государстве.

---

<sup>17</sup> ЦГИА СССР, ф. 560, оп. 16, д. 80, л. 186.

Получив отставку, С. Н. Цвет поселился с семьей в Тверской губернии (ныне Калининская обл.) в усадьбе Щедрино близ г. Кимры и целиком отдался политико-экономическим и литературным трудам. В том же году вышла его книга «Деньги XX века» (1882), а через два года — «Прогресс и бедность по Генри Джорджу. Политико-экономический этюд» (1884).

В эти годы внимание С. Н. Цвета привлекают публицистические статьи Л. Н. Толстого, с которыми он стал выступать в 1882 г. и которые вылились затем в книгу «Так что же нам делать?». В этих работах Толстой выступил против уродливой социальной действительности тогдашней России. Тут ставились вопросы и общие экономические, и политические, и особенно вопрос о мировом государственном насилии, осуществляемом при помощи войск и денег. Когда С. Н. Цвет узнал о том, что 28 сентября 1883 г. Толстой публично отказался быть присяжным заседателем на предстоящей сессии окружного суда в г. Крапивны Тульской губернии и при этом выступил с обличением судебных порядков и тех, кто их вершил, он с восторгом писал 19 октября 1883 г. Кавелину: «А как отозвалось в Вас святое и великое слово — дело Гр[афа] Л. Н. Толстого в Крапивне? Для меня это звук трубный новой эры». Полностью разделял С. Н. Цвет и религиозно-философские воззрения, проповедуемые Толстым в это время. Ему особенно импонировал тот вызов, который Толстой бросил церкви, показав фальшь, подтасовку, казуистику и лицемерие церковного учения.

Все это побудило Цвета заняться трудом, который в итоге вылился в рукопись «Государство и религия». В ней автор поднимал, в частности, вопрос о необходимости отделения церкви от государства. Такая постановка вопроса не могла не вызвать отрицательного отношения к работе и ее автору со стороны правительственных органов и прежде всего обер-прокурора святейшего синода К. П. Победоносцева, идеолога поповщины, вдохновителя черносотенства и полицейского режима в царствование Александра III. Судьба рукописи неизвестна. Однако именно из-за нее между ним и Победоносцевым сложились столь плохие отношения, что Цвет поспешил оставить Россию и со всей семьей выехать в Швейцарию. Этому, очевидно, способствовало также обострение бо-





*М. С. Цвет (слева) и его брат:  
Александр (справа). Женева, 1890 г.  
(публикуется впервые)*

лезни жены Цвета, Аделаиды Ивановны, страдавшей туберкулезом.

Семья Цветов поселилась в Женеве. Последующие 10 лет Михаил Цвет жил вместе с отцом. Несмотря на полное незнание русского языка, он довольно быстро сошелся со своей восьмилетней сестрой Наташей и четырехлетним братом Александром, вскоре стал понимать, а затем и говорить с ними и отцом по-русски.

Так как здоровье Аделаиды Ивановны резко ухудшилось, для присмотра за детьми и занятий с ними пригласили гувернантку Эллу Альбертовну Эбнер<sup>18</sup>, швейцарку

<sup>18</sup> В швейцарских архивах сохранились сведения о ней как Элле Вильгельмине Эбнер. Это, очевидно, объясняется тем, что у ее отца было несколько имен. После приезда в Россию она во всех документах писала Элла Альбертовна.

немецкого происхождения, к которой дети очень привязались. Спустя три года после смерти Аделаиды Ивановны она приняла предложение С. Н. Цвета и стала его женой. Ее заботливое и любовное отношение к приемным детям не изменилось и после того, как у нее родились свои Надежда, Вера и Владимир. Все дети были дружны между собой и сохранили эту дружбу на всю жизнь.

В семье все очень любили Михаила Цвета за живость ума, скромность, любознательность и жизнерадостность. Он отвечал тем же и сохранил глубокую привязанность к своей матеке, к сестрам и братьям до конца своих дней.

Особое место в жизни мальчика занял его отец, ставший для него образцом стойкости в отстаивании своих убеждений, бескорыстия в отношении к обязанностям и верности гражданскому долгу.

В Женеве Цвет продолжил начальное, а затем и среднее образование. Кстати, для поступления в учебное заведение требовалось свидетельство о крещении в отношении тех, кто принадлежал к православной вере. Отец Михаила Цвета был неверующим, дети в семье воспитывались без какого-либо религиозного влияния, поэтому Михаил Семенович был некрещеным. Тогда-то и появилась запись о его принадлежности к протестантскому вероисповеданию, хотя отец его значился православным, а мать — католичка. Учитывая необходимость такого документа для поступления в гимназию, всех детей в дальнейшем крестили. Однако об отношении к этому обряду в семье Цветов можно судить хотя бы по тому, как были организованы крестины младшего сына Владимира в Женеве. Священника пригласили домой, но в последний момент обнаружили, что во всем доме нет ни одной иконы для совершения обряда. Тогда спешно отыскивали потускневший от времени женский портрет, повесили его в угол и так искусно задрапировали полотенцами, что священнослужитель не заметил подделки.

Согласно сведениям, сохранившимся в документах Женевского коллежа Сент-Антуан, Михаил Цвет поступил в старший класс реального отделения этого коллежа в 1887 г. в возрасте 14 лет и 9 месяцев. В той же книге записей значилось, что он по национальности — русский, по вероисповеданию — протестант, а отец его — бывший государственный советник (в России). В этом коллеже

Цвет особенно сдружился с Э. Клапаредом<sup>19</sup> и П. Дютуа<sup>20</sup>, товарищеские отношения с которыми поддерживались и в последующие годы. Спустя много лет, вспоминая о своих гимназических годах, Дютуа отмечал, что у его школьного друга «Мишеля Цвета был очень самобытный и прекрасный характер в течение всех лет совместной с ним учебы в Женевской гимназии (1889—1891)»<sup>21</sup>. Еще более тесная дружба связывала Цвета с Клапаредом, и не только в гимназии, но и в стенах университета. Позже они также переписывались и встречались во время последующих немногочисленных поездок Цвета в Швейцарию.

Любимыми занятиями Цвета в школьные и студенческие годы были походы в горы. Мальчик очень любил природу и вначале со своими друзьями, а затем с сестрой и братом совершал близкие экскурсии в горы. Позже они уже довольно далеко забирались в Швейцарские Альпы. Этой привычке Цвет не изменил и в первые месяцы пребывания в России, совершая походы в Крымские горы и вновь путешествуя по Альпам в своих непродолжительных поездках в Швейцарию. Любил он также музыке. Музыкальному образованию Цвета в немалой степени способствовала Элла Альбертовна, всегда внимательно следившая за его занятиями и гордившаяся его успехами. Возможно, он стал бы неплохим музыкантом, если бы не взяли верх любовь к природе и жажда ее познания.

---

<sup>19</sup> Эдуард Жан Альфред Клапаред (1873—1940) — известный швейцарский психолог и физиолог, доктор медицины (1897), руководитель лаборатории физиологии в Женевском университете с 1904 г., профессор экспериментальной физиологии (1908). В 1912 г. основал институт Ж.-Ж. Руссо («Школу педагогических наук»). Член ряда зарубежных научных организаций, в том числе почетный член Петербургского педагогического общества. Автор 15 монографий по вопросам психологии, медицины, физиологии и общей биологии.

<sup>20</sup> Пауль Дютуа (1873—1944) — физикохимик. Окончил Женевский университет, доктор естественных наук (1896), профессор Лозаннского университета (1922). Автор более 40 работ по общей и физической химии.

<sup>21</sup> Цит. по: *Ch. Dhéré. Michel Tswett. — Candolle, 1943, vol. 10, p. 26.*

## Женева. Первые шаги в науке

Всякое начало трудно, — эта истина справедлива для каждой науки.

К. Маркс

Окончив в 1891 г. гимназию, Цвет в том же году стал студентом физико-математического факультета Женевского университета. Выбор этого высшего учебного заведения в значительной мере определил его отец. Семен Николаевич Цвет был невысокого мнения о том, как поставлено обучение молодежи не только в России, но и в других европейских странах. Более высоко ценил он народные школы свободной республиканской Швейцарии, из высших же учебных заведений прежде всего называл Женевский университет, основанный в 1559 г. Этот университет считался одним из старейших высших учебных заведений с богатыми традициями естественнонаучной мысли.

Первые четыре семестра занятий М. С. Цвета на физико-математическом факультете были памятны тем, что общий курс по биологии проводился под практическим и теоретическим руководством профессоров К. Фогта<sup>1</sup> и Э. Юнга<sup>2</sup>. Действительно, лекции такого известного в те годы естествоиспытателя, как Карл Фогт, антиклерикала, передового ученого с критически-философским складом ума, обладающего богатейшими знаниями в области зоологии, оставляли незабываемое впечатление. Цвет был в числе последних студентов, которым довелось слушать курс Фогта. Вести практические занятия Фогту помогал профессор Юнг, пользовавшийся особым уважением Цвета. Цвет слушал также лекции М. Шиффа<sup>3</sup> по фи-

---

<sup>1</sup> Карл Фогт (1817—1895) — доктор медицины (1839), профессор зоологии в Гиссене (1847), профессор геологии в Женевской Академии (1853), профессор палеонтологии, зоологии и общей анатомии в Женевском университете (1872).

<sup>2</sup> Эмиль Юнг (1854—1918) — доктор естественной истории (1872), профессор общей зоологии в Женевском университете (1883), ординарный профессор зоологии и анатомии там же (1895).

<sup>3</sup> Морис Шифф (1823—1896) — доктор медицины (1844), профессор гистологии и общей патологии в Берне (1855—1862), профессор зоологии и физиологии во Флоренции (1863—1876) и профессор физиологии в Женевском университете с 1876 г.

зиологии животных и человека, Т. Флюрнау<sup>4</sup> по психологии и Л. Дюпарка<sup>5</sup> по геологии и палеонтологии. Много дали Цвету также лекции и занятия по химии у К. Гребе<sup>6</sup> и Ф. А. Гюи<sup>7</sup>, а по физике — у Ш. Соре<sup>8</sup>, так пригодившиеся ему в дальнейшей исследовательской работе.

Однако наибольшее влияние на выбор направления научной деятельности Цвета, по его признанию, оказали ботаники Р. Шода<sup>9</sup>, а позже М. Тюри<sup>10</sup>. Оба эти исследователя отличались широтой интересов и познаний, особенно же стремлением к овладению и созданию новых методов исследования. Поступление Цвета в университет как раз совпало с началом изучения Шода (1891) живых хлоропластов у различных растений и разработкой им

---

<sup>4</sup> Теодор Флюрнау (1854—1920) — доктор медицины (1878), экстраординарный профессор физиологии и психологии в Женевском университете с 1891 г.

<sup>5</sup> Луи Дюпарк (1866—1932) — доктор физических наук (1887), экстраординарный (1889) и ординарный (1892) профессор минералогии и петрографии, ординарный профессор геологии и палеонтологии с 1895 г.

<sup>6</sup> Карл Гребе (1841—1927) — доктор философии (1862), ординарный профессор в Кенигсберге (1870—1878), профессор химии в Женевском университете с 1878 г.

<sup>7</sup> Филипп Август Гюи (1862—1922) — доктор физики (1884), экстраординарный (1892) и ординарный (1895) профессор теоретической и технологической химии в Женевском университете.

<sup>8</sup> Шарль Соре (1854—1904) — доктор математических и физических наук в Париже (1876), профессор минералогии Женевского университета (1879), профессор экспериментальной физики (1887).

<sup>9</sup> Роберт Шода (1865—1934) — ботаник, геолог, химик и цитолог растений, доктор естественных наук (1887), экстраординарный (1889), а затем ординарный (1891) профессор ботаники, медицины и фармации Женевского университета, одновременно директор Женевского ботанического института, а в 1908—1910 гг. — ректор Женевского университета; специалист во всех областях ботаники, Шода особо известен как исследователь зеленых водорослей. За работы по ботанике и биохимии растений он был избран почетным членом ряда университетов и обществ, в том числе и Московского общества испытателей природы.

<sup>10</sup> Жан Марк Антуан Тюри (1822—1905) — профессор Женевского университета с 1856 г., автор многочисленных и разнообразных работ в таких областях, как механика и технологическая механика, физика и астрономия, естественная история, и в том числе ботаника, а также философия и социальная экономика. Свой интерес к конструированию новых приборов для изучения различных природных явлений он старался привить также своим ученикам, что не прошло бесследно и для Цвета.

специальной методики. Цвет называл Шода своим учителем. Спустя пять лет в своем сообщении на XI съезде русских естествоиспытателей и врачей в Петербурге Цвет особо отметил заслугу Шода в разработке специального красителя для оболочек растительных клеток. Этот краситель, названный Цветом «женевским реактивом», по его отзыву, «оказывает неоценимые услуги как по своей поучительности, так и по тому оживлению, которое он вносит в гистологические картины»<sup>11</sup>.

Характеристику Шода как педагога дал позже известный ботаник, исследователь флоры Кавказа Н. И. Кузнецов, побывавший в 1908 г. в Женевском университете накануне празднования его 450-летия. «Преподавание ботаники поставлено проф. Шода в Женеве образцово... — писал Кузнецов. — С любезного разрешения м-ра Шода я посетил одну из его лекций по общей ботанике, которую талантливый профессор читал при полной аудитории. До появления лектора в аудитории слышна была русская речь, так как... в Женеве очень много русских слушателей и слушательниц»<sup>12</sup>. Шода мастерски владел цветными мелками при изображении схем и других рисунков, которыми он сопровождал свои лекции. Слушатели стремились не только подробно записать услышанное от профессора, но и зарисовать его иллюстрации. Курс лекций, читаемый Шода, вошел затем в его учебник «Основы ботаники», изданный в Женеве в 1907 г.

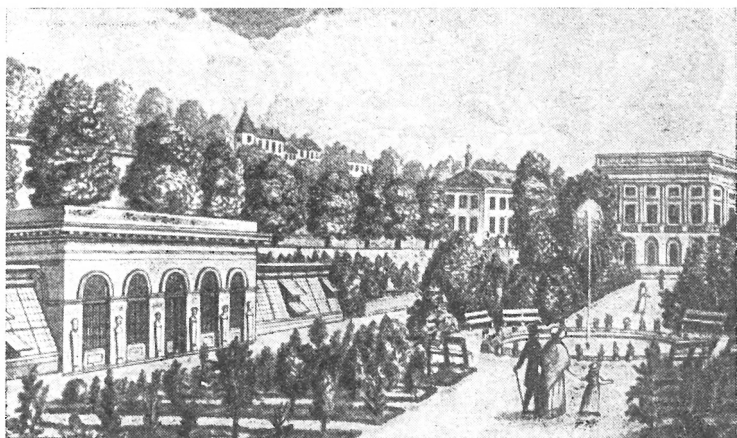
В 1893 г. Цвет выдержал экзамен на степень бакалавра физических и естественных наук и решил посвятить себя изучению растений и их жизнедеятельности. Такое решение было не случайным. По авторитетному свидетельству К. А. Тимирязева, сделанному в 1909 г., Женеве уже с начала XIX в. представляла собой «главный очаг деятельности современной ботаники и колыбель только что зародившегося ее отдела — физиологии растений»<sup>13</sup>. О том же свидетельствовала яркая речь известного швейцарского ботаника А. Декандоля «История Же-

---

<sup>11</sup> М. С. Цвет. Микротехнические заметки. — Дневник XI съезда русских естествоиспытателей и врачей. СПб., 1902.

<sup>12</sup> Н. И. Кузнецов. Отчет о заграничной командировке. Женевы и Берлин. — Известия Академии наук. СПб., 1910, сер. 6, вып. 1, стр. 91.

<sup>13</sup> К. А. Тимирязев. Жан Сенебье, основатель физиологии растений. — Собр. соч., т. 8. М., Сельхозгиз, 1939, стр. 263.



*Ботанический сад Женевского университета в XIX в. Слева главная теплица сада с помещением для лабораторных занятий по ботанике*

невской ботаники», произнесенная на торжественном собрании Женевской Академии 14 июня 1830 г.<sup>14</sup> Об образцовом состоянии ботанических учреждений Женевы в конце XIX в. можно судить по работе В. И. Липского «Главнейшие гербарии и ботанические учреждения Западной Европы» (1901). Женевская ботаническая школа сохраняла и развивала традиции своих основоположников, в том числе известных всему научному миру естествоиспытателей Ш. Бонне, Ж. Сенебье и Т. Н. Соссюра, внесших существенный вклад в открытие и исследование природы фотосинтеза растений. В память об этих ученых еще в середине прошлого века перед главной теплицей ботанического сада были установлены их бюсты, сохранившиеся и доныне. О том, сколь значительное место в университетской программе конца прошлого века занимало знакомство учащихся с жизнью растений, дают представление публикации директора Женевского ботанического сада, приват-доцента университета Д. Брике (1895, 1897), одного из университетских преподавателей, а затем коллег и друзей Цвета.

<sup>14</sup> А. Декандоль. История Женевской ботаники. — Ученые записки Московского ун-та, 1836, № 9, 10.

Свое первое исследование Цвет выполнил в Институте ботаники под руководством Р. Шода. Оно было посвящено изучению анатомических особенностей межосевой лептомы, т. е. лубяных пучков у пасленовых, у древесных растений жарких стран — логаниевых и у родственных им растений маленького южноамериканского семейства нолановых. Это исследование Цвета К. Фогт рекомендовал в 1894 г. на соискание премии Г. Дэви<sup>15</sup>, ежегодно присуждаемой лучшим студенческим работам физико-математического факультета. Жюри в составе К. Декандоля, Шода и Тюри единогласно решили разделить эту премию между Цветом и другим его сокурсником. К сожалению, полностью эта работа Цвета не опубликована. Один из фрагментов напечатан в 1894 г. в «Бюллетене гербария Буассье», а через пять лет некоторые ее положения получили освещение в «Докладах Немецкого ботанического общества».

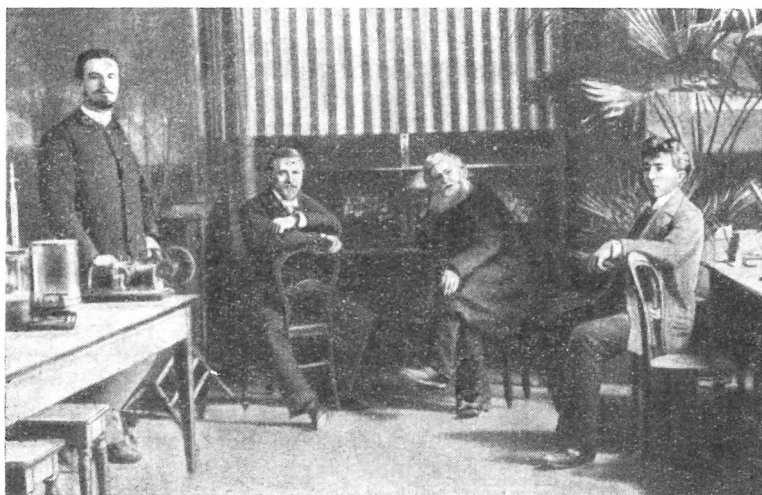
Таким образом, в своих первых публикациях 1894—1896 гг. Цвет выступал в основном как анатом растений, описывая случаи тератологического строения стебля. Для мацерации паренхимных тканей и особенно для получения контрастной окраски ситовидных пластинок флоэмы он рекомендовал применять перманганаты калия и серебра.

В начале 1895 г. в Женевском университете развернулись события, которые оказали влияние и на направление ботанических исследований Цвета. Питая глубокое уважение и большие дружеские чувства к Эмилю Юнгу, Цвет не мог примириться с теми, кто выступил против решения о назначении Юнга после смерти Фогта ординарным профессором зоологии и анатомии и руководителем зоологической кафедры. Из-за того что в оппозицию к Юнгу встал и Шода, Цвет покинул институт своего учителя и перешел в университетскую лабораторию общей ботаники, возглавляемую Тюри, что повлияло на дальнейшее направление исследований молодого ученого. В этом поступке, как и в ряде последующих, Цвет проявил бескомпромиссность, умение дорожить своим мнением и дру-

---

<sup>15</sup> Премия английского химика и физика Гемфри Дэви (1778—1829) учреждена в связи с кончиной Дэви в Женеве, куда он приехал, чтобы встретиться со своим коллегой физиком А. Деляривом (1801—1873).





*В лаборатории общей ботаники Женевского университета. 1896 г.  
Слева направо: докторант В. Хохрейтинер, приват-доцент  
Д. Брике, профессор М. Тюри и докторант М. Цвет*

жескими отношениями, нетерпимость к несправедливости и расчету в любых их проявлениях.

В центре внимания работников университетской лаборатории общей ботаники была органография (так тогда называли анатомию и физиологию растений). Здесь успешно формировалась и развивалась одна из перспективнейших ботанических дисциплин — цитофизиология. Именно эту область исследований Цвет избрал темой своей докторской диссертации. В ее выполнении большую помощь оказал Тюри, которому Цвет и посвятил эту работу. Деятельность университетской лаборатории общей ботаники в те годы хорошо показал Д. Брике в статье «Лаборатория общей ботаники Женевского университета на Национальной швейцарской выставке в Женеве в 1896 г.»<sup>16</sup>. О том, какой интерес вызвала эта статья у Цвета, свидетельствует его отзыв о ней, высказанный

<sup>16</sup> J. Briquet. Le laboratoire de Botanique générale (de l'Université de Genève) à l'Exposition nationale suisse de Genève 1896. — Bull. Labor. Univ. Gen., 1896, t. 1, p. 207—226.

в письме к Брике от 30 декабря 1896 г.: «Благодарю Вас, дорогой мсье, за то, что Вы прислали Вашу прекрасную статью... Статья о лаборатории — это маленький шедевр в своем роде, и я много смеялся, читая некоторые страницы; господин Шода, я думаю, тоже смеялся, хотя по другому поводу»<sup>17</sup>.

Исследовательская работа в докторантуре университета тесно сдружила Цвета с Брике<sup>18</sup>, которого он хорошо знал еще со своих студенческих лет (Брике проводил тогда практические занятия по ботанике). В университетской лаборатории Цвет бок о бок работал с другим докторантом Б. П. Ж. Хохрейтинером<sup>19</sup>, по инициативе которого спустя почти полвека появилась в известном швейцарском ботаническом журнале «Кандоль»<sup>20</sup> первая статья о Цвете Ш. Дере «Михаил Цвет. Создатель хроматографического адсорбционного анализа. Его жизнь, его работы о хлорофиллинах» (1943).

Доброжелательность и отзывчивость Цвета, а также его живость, остроумие и увлеченность наукой вызывали у всех, кто общался с ним, чувство симпатии к «обаятельному славянину», как его иногда называли. Свидетельством тому является полученное им право на «вечное гостеприимство» в Цоффингии — студенческом обществе, организованном еще в 1819 г. в одном из старейших швейцарских городов Цоффинге. Как пояснял Хохрейтинер, статус иностранца не позволял Цвету стать членом этого общества, однако общая любовь и уважение к нему

<sup>17</sup> Письма М. С. Цвета к Д. Брике хранятся в Архиве Женевского ботанического сада. Копии этих писем и их перевод на русский язык имеются в рукописном отделе библиотеки Института истории естествознания и техники АН СССР.

<sup>18</sup> Джон Брике (1870—1931) — доктор ботаники (1891), приват-доцент Женевского университета (1892), директор Женевского ботанического сада (1898). Автор 276 публикаций преимущественно по анатомии, морфологии и экологии растений.

<sup>19</sup> Бенедикт Пьер Жорж Хохрейтинер (1873—1959) — преемник Брике, возглавивший в 1931 г. Женевский ботанический сад и журнал «Кандоль», инициатор сбора биографических сведений о М. С. Цвете, частично напечатанных в статье Ш. Дере (1943).

<sup>20</sup> Журнал «Кандоль», основанный в 1922 г. по инициативе Брике, получил свое название в честь известной в Швейцарии династии ботаников Декандолей — Огюста Пирама Декандоля (1778—1841), Альфонса Декандоля (1806—1893), Казимира Декандоля (1836—1918) и Огюстина Декандоля (1868—1920) при здравствующем тогда Раймонде Декандоле.

побудили его швейцарских друзей сделать таким образом Цвета равноправным участником всех мероприятий, проводимых обществом.

Увлеченный своей работой и отдавая ей все свое время, Цвет менее чем за год закончил экспериментальную часть своей диссертации и уже к концу 1895 г. приступил к ее написанию. Почти весь этот последний этап работы он провел в женевском пригороде Старый Шампель в фамильном особняке Клапаредов. Цвет особенно охотно принял приглашение своего друга временно поселиться у него, потому что к тому времени вновь остался один в Женеве, так как его родные, к которым он успел так привязаться, выехали в Италию. Отъезд был вызван ухудшением материального положения семьи Цветов, увеличившейся к началу 90-х годов, и необходимостью С. Н. Цвета вновь поступить на службу.

Об изменениях в жизни семьи С. Н. Цвета в Женеве можно судить по тем письмам, которые он посылал в Россию, в частности своему бывшему сослуживцу по министерству финансов Н. Я. Макарову. Первые годы после приезда в Швейцарию С. Н. Цвет мог целиком отдаться литературным занятиям. Тогда он выступил с некоторыми публикациями, в числе которых была брошюра «Рабочий и капиталист. Опыт решения рабочего вопроса» на французском языке. В его письмах второй половины 80-х годов в основном сообщаются различные новости литературной и политической жизни, иногда сведения об общих знакомых<sup>21</sup>. В конце же 80-х годов в них все более сквозит озабоченность материальным недостатком семьи. «С великой просьбой в великой нужде» просит однажды С. Н. Цвет Макарова одолжить ему денег: «Как семьянин, Вы поймете нужду отца семейства и оправдаете мое обращение к Вам»<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> Об одном из своих знакомых — А. А. Герцене — С. Н. Цвет писал: «Вы не ошиблись... автор книги о пищеварении действительно сын А. И. Герцена, прежде профессор во Флоренции, теперь — проф[ессор] физиологии в Лозанне. Только он совсем иного сорта, чем был его отец. Политич[ескими] вопросами он совсем не интересуется; женат на итальянке и имеет чуть ли не 11 детей! Состояние его, наследованное от отца, [уменьшилось] в каком-то предприятии, и теперь он живет своим профессорским содержанием» (Рукописный отдел ИРЛИ АН СССР, ф. 170, оп. 1, д. 169).

<sup>22</sup> Рукописный отдел ИРЛИ АН СССР, ф. 170, оп. 1, д. 169.

В декабре 1890 г. С. Н. Цвет договорился о причислении его к русскому министерству государственных имуществ «без содержания с откомандированием по делам службы за границей»<sup>23</sup>. Однако возможность такой командировки представилась лишь в апреле 1892 г. С. Н. Цвет направлялся во Францию «для собрания данных по делу учреждения в этой стране особых агентств для сбыта наших сельскохозяйственных произведений»<sup>24</sup>. Его работа была связана в основном с двумя французскими портами — Марселем и Гавром и заключалась в установлении возможностей налаживания через них торговли сельскохозяйственными продуктами. Согласно докладной записке С. Н. Цвета, «усиление отпуска за границу как сырых, так и обработанных произведений России может содействовать не только развитию народного благосостояния и богатства, но и служить к уравниванию нашего бюджета и восстановлению нашего обмена»<sup>25</sup>. При этом делались конкретные предложения для оживления торговли с Францией не только продуктами сельского хозяйства, но и бакинской нефтью.

Приехав на небольшой срок в Женеву, чтобы повидаться с семьей перед очередной поездкой в Гавр и Париж, С. Н. Цвет в письме к одному из своих петербургских коллег<sup>26</sup> сокрушенно писал 21 июля 1892 г. о том, сколь незначительна торговля России с Францией и как мало торговых русских судов в Марсельском порту. В том же письме он с особой теплотой сообщал о знакомстве с изданием в Швейцарии писем русских писателей: «Эти дни провел я в обществе уже исчезнувших хороших людей нашего поколения — Кавелина, Тургенева, Герцена... На днях вышла здесь небольшая книжка их переписки. Много интересного для нас, а для меня в особенности, знавшего более или менее близко всю группу, к которой они принадлежали»<sup>27</sup>.

После завершения командировки во Францию в 1892 г. последовала другая командировка 15 февраля 1893 г. Не желая жить в отрыве от семьи, С. Н. Цвет,

<sup>23</sup> ЦГИА СССР, ф. 560, оп. 23, д. 70, л. 72.

<sup>24</sup> Архив внешней политики России, ф. II, оп. 407, д. 451, л. 1.

<sup>25</sup> Там же, л. 7.

<sup>26</sup> С. Н. Цвет адресовал свое письмо Федору Романовичу, фамилию которого установить не удалось.

<sup>27</sup> Архив внешней политики России, ф. II, оп. 407, д. 451, л. 20.



*М. С. Цвет.  
Женева, 1895 г.*

несмотря на 65-летний возраст, решил вернуться на постоянную службу и 23 августа 1893 г. был назначен коммерческим агентом министерства финансов России в Генуе. Вскоре большая семья Цветов выехала в Италию, и М. С. Цвет временно расстался с ней.

Занятый одним стремлением, как можно скорее закончить диссертацию и сделать ее хорошо, чтобы начать самостоятельную жизнь и помогать семье, М. С. Цвет отдавал этой работе все свои силы и время.

Более тесное знакомство в те годы он поддерживал лишь с Клапаредом. Обоих друзей сближали не только годы совместной учебы в коллеже и в университете, но и страстная увлеченность наукой, избранной каждым из них специальностью. На вилле Клапареда они усиленно готовились к предстоящим докторским экзаменам: у Клапареда — по медицине, у Цвета — по ботанике, зоологии и физике, которые и были успешно сданы ими в 1896 г. При расставании, которое почти совпало с отъездом Цвета из Швейцарии, он подарил гостеприимному хо-

зяину фотографию с надписью: «Моему очень дорогому другу Эдуарду Клапареду в память о четырех месяцах, счастливо проведенных в Шампеле. Шампель, 7 марта 1896», воспроизведенную на стр. 41.

Результат первого большого научного труда Цвета — рукопись докторской диссертации «Исследования физиологии клетки. Материалы к познанию движения протоплазмы, плазматических мембран и хлоропластов» была передана на просмотр Тюри и другим ботаникам. Диссертация состояла из трех частей. В первой части «Плазматические мембраны и движение протоплазмы» диссертант с помощью микроскопического метода старался глубже познать физиологи растительной клетки. На основании различных проявлений осмотических свойств клетки он описал новые методы изоляции протопласта. При помощи деплазмолиза ему удалось провести наблюдение за изменениями в движении протоплазмы после продолжительного пребывания в некоторых плазмолизирующих растворах. Во второй части диссертации «Хлоропласты» Цвет обратил внимание на противоречивость существовавших до того представлений о строении этих клеточных органелл и на необходимость изучения вопроса экспериментально. Он высказывал свое мнение о структуре хлоропластов и о состоянии хлорофилла не в извлеченном из растения виде, а в живом хлоропласте. В одной главе второй части «Изучение хлоропласта меротомическим методом» Цвет осветил взгляды на механизм разложения углекислого газа растениями, подверг обсуждению определения таких явлений, как адсорбция и абсорбция или конденсация, а также коснулся представлений о роли флуоресценции хлорофилла при фотосинтезе. Кроме того, Цвет пытался выяснить, могут ли хлоропласты жить вне живой цитоплазмы, и в зависимости от ответа наметить их филогенез.

Обсуждение диссертации было бурным. Несмотря на весьма резкие замечания Шода, усмотревшего повторение Цветом предшествующих работ Г. Клебса, ее рекомендовали к печати. В защиту диссертации убедительно выступил Брике. Он особо подчеркнул оригинальность исследований, проведенных Цветом, и отвел всякие подозрения в заимствовании и повторении им результатов опытов Клебса. В своем отзыве Брике писал: «Ценность работы Цвета заключается в основном в использовании

тонкого экспериментального метода. Это исследование по своей сложности и по тому, как автор выполнил его, по-моему, превосходит темы других наших докторских диссертаций»<sup>28</sup>.

Такая характеристика первого обстоятельного труда Цвета по физиологии растений полностью согласуется с той оценкой, которую дал этому исследованию спустя почти полвека другой швейцарец — Ш. Дерё: «Еще и в настоящее время очень поучительно читать эту прекрасную работу, удивительную по богатству результатов, по интуиции и оригинальности идей. Видно, как уже здесь начала проявляться та научная проницательность Цвета, которая была одной из отличительных и замечательных черт его интеллектуальной личности»<sup>29</sup>. Так, почти за полтора года была сделана работа, на которую другим потребовался бы значительно больший срок.

Большая физическая и моральная нагрузка в ходе выполнения и обсуждения диссертации, неумение щадить себя в работе, невнимание к своему слабому здоровью не могли не сказаться на самочувствии Цвета, вызвав у него сильное переутомление. Он нуждался в отдыхе и поэтому решил предпринять поездку к родным в Италию. Медлить было нельзя, так как Семен Николаевич Цвет еще в 1895 г. изъявил желание вернуться в Россию со всей семьей, как только будет удовлетворена его просьба о предоставлении ему там должности. Еще из его женевских писем Макарову было видно, как горячо интересовался Семен Николаевич различными событиями, происходящими на родине, и как хотел быть там. Впоследствии свое решение вернуться в Россию он объяснял тем, что его «дети должны иметь родину» и, пока у него есть возможность, помочь им в этом. 1 декабря 1895 г. С. Н. Цвет был назначен управляющим Таврической (или Симферопольской) казенной палатой. Однако из-за почтовых недоразумений извещение об этом не поступило в Геную в срок, и семья Цветов еще более двух месяцев не знала об этом решении. Лишь после повторного уведомления и настоятельной просьбы не медлить с отъездом и приступить к своим обязанностям Цветы в начале

---

<sup>28</sup> Архив Женевского ботанического сада. Фонд Д. Брике.

<sup>29</sup> *Ch. Dhéré. Michel Tswett. — Candollea, 1943, vol. 10, p. 26.*

марта спешно выехали из Италии. 16 марта 1895 г. они прибыли в Симферополь.

Так и не удалось С. Н. Цвету увидаться со своим старшим сыном до отъезда в Россию. Конечно, М. С. Цвет, получив высшее образование, был уже достаточно самостоятельным человеком, чтобы иметь свое мнение, но отец не сомневался, что он тоже поедет в Россию, и не ошибся. Цвет первоначально предполагал работать после защиты диссертации в Швейцарии или в Германии. Как мы увидим далее, в 1898 г. ему представится такая возможность, но он откажется от предложения немецких коллег.

Прощаясь с друзьями, Михаил Семенович знал, что покидает их и ставшие ему родными места если не навсегда, то очень надолго. В последующие годы его трудной и беспокойной жизни он неизменно вспоминал о них с особой теплотой и всегда старался не упустить возможности, если таковая представлялась, встретиться с ними вновь во время своих пемногих поездок в Швейцарию.

Перед самым отъездом из Женевы Цвет не смог повидаться с Брике, который уехал в ботаническую экскурсию в Альпы. Это было тем более досадно, что именно Брике предстояло осуществить публикацию его диссертации, по тексту которой у Цвета возникли некоторые соображения. И Цвет не удержался от соблазна еще поработать над ней. Пользуясь отсутствием Брике, он забрал рукопись в надежде вернуть ее перед отъездом из Италии.

Цвет покинул Швейцарию весной 1896 г., несколько задержавшись из-за дискуссии, развернувшейся по его диссертации. В Генуе он уже не застал своих родных. Пребывание в Италии Цвет решил использовать для отдыха и знакомства с организацией ботанических учреждений и исследований, однако так увлекся осмотром научных учреждений, что ни для отдыха, ни для редактирования диссертации уже не оставалось времени. «Мое путешествие в Италию, — писал он 6 июля 1896 г. из Симферополя, вспоминая об этой поездке, — прошло великолепно... В Марселе я познакомился с г-ном Геккелем, во Флоренции — с г-ном Камелем, в Риме — с г-ном Пирротой и всеми этими господами с неаполитанской зоологической станции». Особый восторг у Цвета



вызвали условия для ботанических работ в Риме: «Г-н Пиррота, — продолжал он, — водил меня каждый день после обеда в свой великолепный институт и в прилегающий к нему сад, где есть самые прекрасные образцы тропических древесных видов. Меня восхитили между прочим *Ephedra altissima*, *Grevillea robusta* и казуарины, растущие здесь словно деревья, высотой 5—10 метров. Сколько можно сделать прекрасных работ, имея все виды под рукой в живом состоянии! Институт организован очень хорошо. Залы очень светлые и просторные, имеется все: химическая лаборатория, коллекции в галереях, библиотека, получающая все журналы. Гербарий сохраняется в нафталине. Есть достаточно хорошая коллекция инструментов: микроскопы производства различных фирм, микроспектроскоп, аппарат для монохроматического освещения, клиностат модели Вортмана (абсолютно афонный) и пр.».

Все увиденное свидетельствовало о том, что условия для ботанических исследований в Италии были не хуже, чем в Женеве. Однако это не изменило решения Цвета ехать в Россию даже тогда, когда ему предложили место ассистента в одном из ботанических учреждений Генуи. Он отказался от него. Закончился женевский период научной деятельности ученого. Впереди была полная неизвестности жизнь в России.

## Петербург. Научный поиск

Если путь твой к познанию мира  
ведет, —

Как бы ни был он долог и труден —  
вперед!

Ф и р д о у с и

Одесса была первым городом, где, сойдя с парохода, пришедшего из Генуи, Цвет впервые ступил на землю своих предков. Однако для него это не было приездом в неведомую для него страну. О России от много читал и слышал рассказы старшей сестры и отца. В Женевском университете ему доводилось встречаться с русскими студентами и ботаниками-докторантами. Вот почему

в своей автобиографии Цвет напишет потом: «В 1896 г. вернулся в Россию».

Хотя в Швейцарии он мало общался со своими соотечественниками, а в семье русским языком хорошо владели лишь отец и старшая сестра Наталья, тем не менее Михаил Семенович неплохо говорил по-русски, правда с французским акцентом. Это, однако, не вызвало у него никаких затруднений в общении с русскими собеседниками и при знакомстве с профессором ботаники Новороссийского (ныне Одесского) университета Людвигом Альбертовичем Рипави (1851—1915). С середины 80-х годов Рипави стоял во главе ботанической школы этого университета, и по приезду в Одессу Цвет сразу же обратился к нему.

Вот как описал он затем этот визит своим женевским друзьям 6 июля 1896 г.: «В Одессе я был представлен проф[ессору] Рипави, человеку богатырского сложения, немного напоминающему Виктора-Эммануила; у него роскошная борода, он ест за четверых и пьет тоже соответственно. Исключительно приветлив. Мои рекомендательные письма произвели прекрасное впечатление. Меня обнадеживают, что должность для меня найдется в ближайшее время». При этом Цвет, конечно, не мог не сообщить о впечатлении от самой лаборатории. «Лаборатория не так уж бедна, — писал он. — Есть прекрасные газометрические аппараты (усовершенствованные Тимирязевым), один клиностат системы Пфеффера, прекрасный ауксанометр. Г-н Рипави рассказал мне забавные анекдоты о Пфеффере, которого он недолюбливает, а Сакса так прямо ненавидит». Надеюсь на возможность получения в скором времени должности в Новороссийском университете, Цвет направился в Симферополь — новое место службы его отца.

Семья Цветов поселилась на окраине города в доме, который был известен всем симферопольцам под названием дачи Стевена. Первый владелец его — Х. Х. Стевен — многие годы был директором известного в Крыму Никитского ботанического сада. После его смерти хозяином дома стал его сын А. Х. Стевен, с которым был хорошо знаком С. Н. Цвет. Семья Стевенов переехала в Петербург, и С. Н. Цвет арендовал этот дом и прилежащий к нему участок около десяти десятин, обильно засаженный разными деревьями и цветами.

О своем новом месте жительства Цвет сообщал в Женеву в том же письме от 6 июля 1896 г. следующее: «Симферополь — это маленький провинциальный городок, где чрезвычайно господствует бюрократический дух. По счастью, мы живем за городом и как бы изолированы от мира. Вокруг всюду холмы, местами каменистые и чрезвычайно остепненные; если пересечь ряд все более и более значительных холмов, то придешь в юго-восточном направлении к подножью гор, самая высокая из которых Чатырдаг (примерно 1560 м.) возвышается в 15 км отсюда. Я обещаю себе устраивать в эти горы частые экскурсии».

Хотя и не так часто, как он предполагал вначале, Цвет, действительно, неоднократно бывал в Крымских горах и на Чатырдаге. Из своих походов он всегда приносил заинтересовавшие его растения, особо обращая внимание на ранее неизвестные ему формы и их приспособительные особенности. Мыслями, возникшими в результате этих экскурсий, Цвет охотно делился со своими швейцарскими коллегами. «...Я Вам пошлю несколько растений, которые показались мне новыми, — сообщал он Брике в том же письме. — Если растения здешних мест представляют для Вас какой-нибудь интерес, я к Вашим услугам, чтобы Вам их доставить. Здесь на равнине климат очень сухой, летом солнце жжет, безумные ветры... все это заставляет заранее предположить наличие различных приспособлений к ксеротермальным условиям. В горах, наоборот, часто идет дождь и вершины, все одинаково плоские, всегда зеленеют. Склоны щебенисты».

Частым экскурсиям в природу и необходимому отдыху препятствовала напряженная работа по редактированию текста уже принятой в Женеве к печати докторской диссертации. Наконец, Цвет сделал тот вариант, который удовлетворил его. Сообщая об этом Брике, он писал 6 июля 1896 г.: «Дорогой мсье! Вы будете весьма удивлены, когда по возвращении из Вашего путешествия не найдете рукописи этой несчастной диссертации. Вспоминая, сколько она мне стоила труда и сколько причинила забот, я с большим беспокойством спрашиваю себя, что же будет с моими будущими работами? Я обнадеживаю себя, основательно или нет, только тем, что отношу свое бессилие за счет переутомления, от ко-

торого я еще не оправился. Как бы то ни было, мне не удалось закончить свое редактирование в продолжение моего путешествия. В настоящий момент имеется 40 страниц, которыми я полностью удовлетворен».

Наконец, вслед за первым письмом из России в Женеву последовало второе письмо от 18 июля 1896 г., адресованное Брике: «Дорогой мсье! Имею удовольствие послать Вам с тем же курьером окончательную рукопись моей пресловутой диссертации. Давно уже пора! Можете быть уверены, что я ее полностью пересмотрел и надеюсь, что в ее нынешней форме ее ценность не будет находиться в слишком разительном контрасте с тем трудом, которого она мне стоила». Далее Цвет делился своими планами на ближайшее будущее: «Теперь, когда я сбросил с себя эту работу, которая поглощала почти все мои силы, я хочу немного отдохнуть и приготовиться к тревожениям борьбы за существование. С помощью г-на Ришави в ближайшее время я начну делать запросы и очень надеюсь к осени что-нибудь найти. Тем временем я буду экскурсировать по степи и по горам и постараюсь вынести из этих экскурсий какой-нибудь трофей в форме биологических наблюдений и интересных образцов. Вместе со своей диссертацией я посылаю Вам несколько экземпляров растений окрестной флоры. Если они покажутся Вам интересными, я доставлю себе удовольствие собрать для Вас хорошие образцы эндемичных растений и лучше их засушить. Через неделю или две я рассчитываю приняться за сочинение работы об осмотическом давлении. Впрочем, я стараюсь часто присылать сообщения в «Бюллетень».

Последующие три месяца ничего не изменили в жизни Цвета. Ришави, искренне желавший ему помочь, к сожалению, не смог ничего сделать, так как незадолго до того перестал быть руководителем ботанической кафедры Новороссийского университета. Эту должность занял морфолог и систематик растений Ф. М. Каменский. В ботанической лаборатории, очевидно, была свободная должность консерватора ботанического кабинета, которую с октября 1897 г. занял А. Г. Генкель. Возможно, одной из причин задержки Каменским окончательного ответа на ходатайство Цвета было отсутствие документа о его научной степени. По той же причине Цвет не мог обратиться с достаточным основанием

в какое-либо из учебных или научных заведений в поисках соответствующей должности. «Не сердитесь на меня, дорогой мсье, — обращался Цвет вновь к Брике 9 октября 1896 г., — что я снова надоедаю Вам по поводу моей диссертации, и снова прошу Вас ускорить ее публикацию в той мере, в какой это возможно. Иметь это издание в опубликованном виде для меня *вещь первой степени важности* и не терпящая ни малейшего отлагательства. Без диссертации и без диплома *у меня связаны руки*. Я предполагаю, что в настоящий момент выходит из печати первая половина работы. Я надеюсь, что сообразно тому, как Вы сообщали, вторая половина будет издана незамедлительно и что в дополнение к экземплярам, которые предназначены для факультета, я смогу получить одновременно еще несколько экземпляров, в которых я испытываю самую настоятельную необходимость в мероприятиях, связанных с моим устройством на должность».

Спустя неделю прибыли долгожданные первые экземпляры опубликованной в «Бюллетене лаборатории общей ботаники Женевского университета» диссертации Цвета «Исследования физиологии клетки». «Сегодня для меня было очень приятной неожиданностью, — сообщал Цвет 15 октября 1896 г. в Женеву, — получить экземпляры моей диссертации, прибытие которых несколько задержалось, потому что они должны были некоторое время пробыть в Одесском университете. Как в достаточной мере отблагодарить Вас, дорогой мсье [Брике], за ту помощь, которую вы оказали мне при опубликовании моей работы! Иллюстрация, как я нахожу, очень удалась, и компоновка почти безупречна; все это заставляет меня сожалеть о всем том бесценном времени, которое, должно быть, отняла у Вас корректура. Благодарю Вас за то, что Вы дали оглавление и видоизменили некоторые полемические обороты, которые ускользнули от меня в спешке редактирования и о резкости которых я теперь обязательно бы стал сожалеть».

В том же письме Цвет сообщал, что присланные экземпляры диссертации он намерен послать в Петербург И. П. Бородину<sup>1</sup>, которого характеризовал как «ученого и в высшей степени симпатичного человека».

<sup>1</sup> Иван Парфсьевич Бородин (1847—1930) — профессор ботаники ряда петербургских высших учебных заведений, член Петер-

«В Одессе, — заключал он, — я, кажется, не получил никакого результата. С нетерпением буду ждать моего диплома... Бездействие, на которое я осужден, страшно меня тяготит; я надеюсь, что в недалеком будущем смогу информировать Вас о каком-то решительном шаге вперед...»

Вскоре Цвет получил диплом, удостоверяющий присвоение ему Женевским университетом ученой степени доктора естественных наук. В ответ Цвет отправил Брике обещанную обстоятельную информацию. «В Одессу я не поеду, — писал он в Женеву 13 ноября 1896 г. — Г-н Бородин из С[анкт]-Петербурга, у которого я просил совета, посылая ему свою диссертацию, уведомил меня, что с настоящего момента он обеспечивает мне право и возможность работать в физ[иологической] лаб[оратории] Академии наук. Это уже какой-то результат, и я думаю, что в тех условиях, в которых я окажусь, воспользовавшись этим предложением, мое дальнейшее движение вперед будет более быстрым, чем где-либо еще. Итак, я отправлюсь через неделю или две. Оттиски моей диссертации уже 3 недели как находятся на одесской таможне. Вообразите, что до сих пор я еще не смог их получить! Впрочем, этот случай никоим образом не является исключительным. Таков порядок, который господствует в наших административных кругах. Я не получил и № 3 «Бюллетеня», о котором Вы пишете, что послали его мне.

Статья об осмотическом давлении, о которой Вы упоминаете мне в Вашем последнем письме, не забыта. Только вот уже 6 месяцев, как я абсолютно ничего не знаю о том, что происходит в научном мире, а поэтому я боюсь, что литература по предмету в продолжение этого времени выросла. Так что я предпочитаю отложить оформление упомянутой статьи до момента, когда я буду в состоянии провести необходимые библиографические изыскания. Вы, несомненно, говорите себе, что я — ненадежный сотрудник, поскольку мои рукописи никогда не бывают готовы к назначенному моменту. Я полагаю, что до сих пор отсрочки отчасти могут быть оправданы об-

---

бургской Академии наук с 1902 г. Его магистерская диссертация (1876) посвящена изучению дыхания растений, а последующие работы — исследованиям хлорофилла и анатомии растений.

стоятельствами. Однако я приложу все свои усилия, чтобы в будущем приобрести некоторую более германскую пунктуальность».

В конце ноября Цвет выехал из Симферополя в Москву, а оттуда в Петербург, где и состоялось его личное знакомство с И. П. Бородиным и А. С. Фаминцыным<sup>2</sup>. Цвет поселился на 5-й линии Васильевского острова в доме № 38, по соседству с лабораторией (или, как ее тогда называли, — кабинетом) анатомии и физиологии растений Академии наук, основанной 12 февраля 1890 г. по инициативе Фаминцына. В те годы лаборатория размещалась в наемной квартире на 6-й линии Васильевского острова в доме № 23 и официально предназначалась лишь для работы академика Фаминцына и его лаборанта. Однако, создавая лабораторию, Фаминцын стремился к тому, чтобы ею могли пользоваться также «прикомандированные» ботаники Петербурга и других городов, т. е. все желающие проводить серьезную экспериментальную работу по физиологии растений. В числе последних был и Цвет, решивший продолжать начатые им в Женеве исследования зеленых клеточных органелл — хлоропластов. В конце 90-х годов — начале XX в. в лаборатории, кроме штатных сотрудников, работали ботаники, изучавшие различные вопросы физиологии растений: Ф. Ф. Зелинский изучал явления релаксации в геотропических проростках, В. А. Ротерт — гелиотропизм, В. В. Половцов — дыхание растений, А. И. Набоких — временный анаэробизм проростков растений, В. В. Лепешкин — выделение водных растворов растениями. Эта ботаническая лаборатория явилась первым в России специальным научно-исследовательским учреждением по физиологии растений, которое спустя много лет было преобразовано в Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Академии наук СССР.

В первые годы существования (когда Цвет начал проводить свои исследования) лаборатория занимала

---

<sup>2</sup> Андрей Сергеевич Фаминцын (1835—1918) — профессор ботаники Петербургского университета, член Петербургской Академии наук с 1889 г. С середины 60-х годов работал над проблемой фотосинтеза, изучал природу хлоропластов, лишайников, эмбриологию растений и др. Создатель петербургской школы ботаников-физиологов.

скромное помещение всего из четырех небольших комнат: кабинета директора, библиотеки, химической лаборатории и темного помещения для опытов в отсутствие света. Лаборатория была оснащена вытяжным шкафом, паяльным столом для стеклодувных работ, двумя аппаратами для стерилизации и двумя термостатами. Кроме того, в ней было несколько микроскопов, микротом, фотометр и аппаратура для микробиологических работ. Гордостью лаборатории была библиотека, насчитывавшая около 5000 книг и журналов.

Весь штат лаборатории состоял из двух человек — директора Фаминцына и ассистента. Должность последнего с первых дней существования лаборатории занимал Дмитрий Иосифович Ивановский. Защитив в 1895 г. магистерскую диссертацию и получив кафедру анатомии и физиологии растений в Петербургском университете, он оставил в сентябре 1896 г. лаборантскую должность в ботаническом кабинете. Освободившуюся должность вскоре занял лаборант ботанического кабинета университета Д. Н. Нелюбов, которого Фаминцын характеризовал как «весьма серьезного и талантливого молодого ученого». В этой должности Нелюбов оставался до конца своей жизни. Если бы Цвет приехал в Петербург несколько раньше, то, возможно, вакантную должность в лаборатории анатомии и физиологии растений занял бы он. «Вот уже две недели, как я прибыл сюда, — писал Цвет Брике 30 декабря 1896 г., — огляделся, устроился и работаю в академической лаборатории проф[ессора] Фаминцына, у которого я нашел очень хороший прием. Я снова принялся за главу моей работы о пасленовых, чтобы ее дополнить и опубликовать. Речь идет о соотношении интра- и экстраксиллярных лептомикусных систем в области основания стебля. Относительно них у меня имеются несколько небольших новых наблюдений. Оплачиваемой штатной работы по-прежнему нет, а бегать по частным урокам тоскливо!»

В том же письме Цвет сообщал: «Я познакомился с Бородиным и Ворониным, а на днях пойду к Монтеверде. Казалось определенным, что Монтеверде займет место Баталина<sup>3</sup>, однако его преемником стал Фишер

<sup>3</sup> Александр Федорович Баталин (1847—1896) — физиолог растений и флорист-систематик, директор Петербургского ботанического сада в 1892—1896 гг.



фон Вальдгейм («der Congressbotaniker»). Этот случай объясняют тем, что у Монтеверде<sup>4</sup>, безбородого, несмотря на 40 лет, физиономия слишком юношеская!!! Я принимаюсь за работу над осмотическим давлением».

Ни в Академии, ни в университете, ни в Ботаническом саду Цвет не смог получить никакой должности. В поисках работы обнаружилось непредвиденное ранее неприятное обстоятельство: полученная Цветом в Женеве научная степень доктора естествознания в России не признавалась (вследствие различия в требованиях для ее получения). Она не могла быть приравнена даже к магистерской степени, без которой получить преподавательскую должность в университете или другом учреждении было почти невозможно. Поэтому надо было срочно думать о выборе темы для написания магистерской диссертации и о сдаче магистерского экзамена. Неудивительно, что такой темой он избрал изучение хлоропластов и находящегося в них хлорофилла, т. е. вопросов, уже затронутых в женевской докторской диссертации. Однако отсутствие оплачиваемого места работы не давало возможности вплотную заняться планируемым исследованием.

«Я очень сожалею, — писал Цвет Брике 22 февраля 1897 г., — что обстоятельства препятствуют мне заниматься активно обещанной статьей и вообще наукой. Я хочу просить места иностранного корреспондента в здешнем Ботаническом саду, и у меня есть на это шансы. Я ожидаю прибытия нового директора, Фишера фон Вальдгейма, который, к несчастью, только что заболел. Последние три недели я практикуюсь в английском и немецком языках. Литература об осмотическом давлении в значительной мере увеличилась за последний год, и, хотя в настоящий момент я еще не могу ею овладеть, мне уже удалось войти в курс. Если мне удастся устроиться на работу в сад, то у меня будет полная возможность в смысле времени и спокойствия активно заняться научной работой». А через две недели в письме от 10 февраля он сообщал дополнительно: «Вопрос о моей кандидатуре на должность корреспондента, наверное,

<sup>4</sup> Николай Августинovich Монтеверде (1856—1929) — физиолог растений и специалист по прикладной ботанике, сотрудник Петербургского ботанического сада, с 1892 г. в должности заведующего музеем и физиологической лабораторией.

решится на этих днях. Как бы то ни было, Ваша рекомендация к г-ну Ф[ишеру фор Вальдгейму], конечно, может быть мне очень полезна в будущем».

Однако надеждам Цвета не суждено было сбыться. Ему не удалось получить место иностранного корреспондента, очевидно потому, что он не был иностранным подданным.

Россия встретила Цвета неприветливо. Поиски работы в течение ряда месяцев, необходимость обращаться за помощью, как он писал, к «родительскому кошельку», отсутствие в Петербурге поначалу близких друзей, а также холодный и сырой климат, неблагоприятно сказывающийся на болезненном организме, новая большая нагрузка по написанию магистерской диссертации — все это вызывало у Цвета подавленное настроение и сожаление о приезде в Россию. Своими мыслями он по-прежнему делился лишь со своим женевским другом. «Я только что получил весьма печальное известие, — писал Цвет Брике 19 июня 1897 г. — Помните ли Вы мадам Наумович, эту столь симпатичную молодую женщину, которая посещала Ваши лабораторные занятия, Ваши лекции и Ваши памятные экскурсии? Она скончалась в Париже почти внезапно, после непродолжительной болезни, в самом разгаре своих занятий и накануне осуществления цели, во имя которой она всем пожертвовала. Так уходят друзья прекрасных дней юности: иные вас забывают, а из тех немногих настоящих и верных, которые у вас остаются, смерть похищает лучших. Чувствуешь себя таким одиноким...

Я надеюсь, что, когда у Вас будет минута досуга, Вы доставите мне огромное удовольствие, сообщив о Ваших делах. Напишите мне, как обстоит у Вас в лаборатории, в ботаническом саду и в университете, и о Ваших работах и проектах...»

Это настроение отступало лишь тогда, когда Цвет с головой уходил в исследовательскую работу. Тут он забывал о всех своих неприятностях, целиком отдаваясь одной цели — как можно скорее получить интересные данные, которые можно было бы представить в виде диссертации, свидетельствующей о его научной состоятельности. Постепенно налаживалась и связь с коллегами, особенно с молодыми ботаниками — учениками Фаминцына и теми, которые охотно пользовались пре-



*Участники петербургского кружка «маленькие ботаники», март 1896 г. Сидят слева направо: В. А. Траншель, И. П. Бородин, М. С. Воронин, А. С. Фаминцын, А. А. Рихтер; стоят слева направо: университетский служащий Николай, Д. И. Ивановский, Н. П. Шульц, А. А. Потеня, Б. Л. Исаченко, Р. Э. Регель, А. А. Антонов, Д. Н. Нелюбов, Н. И. Пуринг, Г. И. Танфильев, А. Г. Генкель, В. В. Половцов*

доставляемой возможностью экспериментировать в лаборатории академика. Из них Цвет особенно сблизился с Д. И. Ивановским и Д. Н. Нелюбовым. В ленинградской библиотеке Академии наук сохранился ряд работ Цвета с его дарственной надписью «Многоуважаемому Дмитрию Николаевичу Нелюбову от автора», в том числе две докторские диссертации Цвета — женевская 1896 г. и русская 1910 г. Титульный лист первой из них с автографом автора воспроизведен на стр. 167.

Большую роль в установлении тесной связи Цвета с петербургскими фитофизиологами сыграло его вступление в неофициальный кружок так называемых «маленьких ботаников».

Этот кружок был создан по инициативе А. Н. Беке-това и первоначально состоял преимущественно из сту-

дентов старших курсов университета и молодых ботаников. Название кружка как бы подчеркивало качественное отличие его состава от тех «больших ботаников», каковыми являлись члены ботанического отделения Петербургского общества естествоиспытателей, хотя некоторые из них — А. Н. Бекетов, М. С. Воронин, А. С. Фаминцын и др. — неизменно присутствовали на всех заседаниях «маленьких ботаников». Активными участниками кружка были А. Г. Генкель, Д. И. Ивановский, Б. Л. Исаченко, А. Н. Краснов, Н. И. Кузнецов, Д. Н. Нелюбов, В. В. Половцов, Р. Э. Регель, А. А. Рихтер, Г. И. Танфильев, В. А. Траншель и др. В его работе принимали участие и ботаники других городов, проводившие экспериментальные исследования в лаборатории Фаминцына, — В. В. Лепешкин, А. И. Набоких, В. А. Ротерт и др. Членом кружка стал и Цвет.

«Маленькие ботаники» собирались каждую неделю по вечерам на квартире одного из членов кружка, чаще всего у Бекетова или Воронина, а также в лаборатории Фаминцына. За скромным ужином, состоявшим из чая с бутербродами, в непринужденной обстановке, без какой-либо строгой повестки собрания они обсуждали актуальные научные вопросы, отечественные и зарубежные ботанические работы, читали рефераты, доклады, спорили. Описание одного из таких собраний мы находим в письме Цвета к Н. И. Кузнецову — одному из деятельных участников кружка. «19-го было годичное заседание маленьк[их] ботаников у Михал Степаныча (т. е. у Воронина. — *Е. С.*), — писал Цвет 31 января 1898 г. — Было, как и в прошлом году, очень хорошо и довольно весело. Недоставало тем не менее *un peu plus d'entrain*<sup>5</sup>, что приписывалось частью Вашему отсутствию. Чествовали нового или лучше будущего нового академика Михал Степаныча. Пили за здоровье присутствующих и отсутствующих, за тех, кто читал рефераты, и за тех, кто не читал, за тех, кто слушал их, и тех, кто не слушал, за тех, кто ни одного заседания не пропустил или не посетил и т. д. На вашу долю пришлось, значит, много тостов»<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Несколько больше живости (*франц.*).

<sup>6</sup> Цит. по: А. Я. Вага. К биографии профессора Михаила Семеновича Цвета. — Ученые записки Тартуского гос. ун-та, 1958, вып. 64, стр. 14.

Однако такое шутовское настроение появилось у Цвета лишь спустя почти год. Весной же 1897 г. оно было иным. «Ничего не изменилось, — писал Цвет Брике 30 марта 1897 г. — Я по-прежнему ожидаю решения и имею дело с административными проволочками. Я закончил маленькую анатомическую работу, о которой говорил Вам, и в ожидании, пока таяние льдов предоставит в мое распоряжение материалы (водные растения), которые мне понадобятся в моей будущей диссертации, я предпринимаю некоторые физиологические эксперименты с рентгеновскими лучами. Для упомянутой диссертации я предполагаю снова заняться культурами в плазмолизирующих растворах; я не отчаиваюсь добиться относительной стерильности, которая позволит проводить длительные и несомненно решающие по результатам наблюдения. Когда диссертация будет готова, я сдам свой «магистерский» экзамен: это будет, вероятно, не раньше, чем через год. Вооруженный дипломом магистра, я получу право добиваться места ассистента и преподавателя со званием приват-доцента...» В конце письма следовала приписка: «Если Вы узнаете о какой-либо возможности такого рода, какая представлялась в Генуе прошлый год, о каком-нибудь вакантном месте, ассистента ли, преподавателя ли в частном или государственном институте, не забудьте меня, пожалуйста, очень настоятельно Вас об этом прошу».

Интерес к действию рентгеновских лучей на растения возник у Цвета в результате знакомства с одним из замечательных петербургских ученых того времени — Петром Францевичем Лесгафтом (1837—1909) и с работами, начатыми в только что основанной им биологической лаборатории. Весной 1896 г. Лесгафт предложил тем исследователям, которые пользовались услугами этой лаборатории, высказать соображения относительно постановки опытов с X-лучами «с целью выяснения их значения в процессах жизни» животных и растительных организмов. Дать ответ на вопрос о том, как влияют рентгеновские лучи на обмен веществ, развитие и раздражимость у животных, взялся И. Тарханов, а у растений — В. В. Половцов. Так как необходимой для опытов аппаратурой лаборатория тогда не располагала, то Тарханов провел свои наблюдения в физиологической лаборатории Академии наук и в том же году опубликовал их резуль-

таты в статье «Опыты над действием рентгеновских X-лучей на животный организм» (1896) в «Известиях Петербургской биологической лаборатории». В начале 1897 г. такая установка была приобретена и этой лабораторией, так что Лесгафт вскоре опубликовал результаты работы с использованием лучей Рентгена. Из-за ухода Половцова из лаборатории в апреле 1897 г. опыты с растениями и рентгеновскими лучами стал проводить Цвет.

Знакомство с Лесгафтом и работа с ним имели большое значение для формирования научных интересов Цвета. Лесгафт был исключительно разносторонним естествоиспытателем, но его основные научные интересы были связаны с медициной и биологией. Автор ряда трудов по анатомии, среди которых особо следует отметить «Основы теоретической анатомии» (1892), он много занимался вопросами педагогики, о чем свидетельствует его широко известный в то время труд «Школьные типы» (1884; 1890). Особое внимание в своих работах Лесгафт обращал на преподавание естествознания в средней школе и основ физического воспитания. Научные воззрения Лесгафта расходились с мнением большинства анатомов и гистологов того времени. Он был противником чисто описательного изучения анатомии и сугубо морфологического подхода к строению клеток тканей и органов любого организма. Лесгафт считал такое направление отживающим и выступал за биологическое направление в изучении живой природы, при котором морфологическое образования не только описывают, но и объясняют строение, исходя из их функций. Эта идея была особенно близка и понятна Цвету. Будучи ботаником и занимаясь первоначально анатомией растений, он также испытывал необходимость в функциональном подходе к изучению различных растительных структур.

Прием, которым пользовался при изучении анатомии Лесгафт, использовал в дальнейшем и Цвет в анатомической работе, которую он первоначально проводил в академической ботанической лаборатории Фаминцына. Для того чтобы «опричинить» те или иные морфологические структуры, Лесгафт нередко производил теоретическое построение изучаемого органа соответственно его функции. После этого он сравнивал полученный проект со строением изучаемого органа, подтверждая тем самым,

что он именно таков, каким должен быть по теоретическим расчетам. Поэтому свой курс анатомии Лесгафт и назвал теоретической анатомией. Аналогичный прием использован и в статье Цвета «О связи внешних и внутренних лептом пасленовых посредством промежуточных лептомных пучков», напечатанной в немецком журнале в 1899 г., т. е. в годы совместной работы с Лесгафтом. В этой, казалось бы, чисто анатомической работе о путях прохождения лептом, или, как мы теперь говорим, луба проводящих пучков в стеблях растений, автор первоначально дал функциональную характеристику флоэмы, по которой синтезированные растением органические вещества нисходящим током движутся в клубни пасленовых. На основании анализа функции лептом Цвет пришел к заключению о существовании анастомоз между ними у основания стебля неоднодольных растений в том случае, когда в проводящих пучках этих растений имеются внешняя и внутренняя флоэмы. Именно такие анастомозы и были обнаружены им в сердцевинных лучах пасленовых. В итоге Цвет пришел к выводу, что «отсутствие связей между лептомными пучками — это физиологический абсурд». Справедливость такой точки зрения была полностью подтверждена в дальнейшем и другими исследователями.

Цвет познакомился с Лесгафтом в самый деятельный период жизни — во время организации и налаживания работы только что созданной им биологической лаборатории и в момент официального открытия при ней курсов. Как и всех, кто знал Лесгафта, Цвета привлекали в этом человеке большая целеустремленность, научная страстность и беззаветная преданность делу просвещения — черты, столь свойственные и самому Цвету. «Единственной целью жизни П. Ф. Лесгафта, — свидетельствовал один из его современников, — была наука, которой он служил до забвения всех других интересов, являясь редким образцом бескорыстия и возвышенного научного идеализма. Преподавательская деятельность П. Ф. Лесгафта вызывала безграничное уважение к нему молодежи, восторженное увлечение его идеями и снискала ему все-русскую известность»<sup>7</sup>. Благодаря именно этим свой-

<sup>7</sup> И. Д. Стрельников. Институт Лесгафта. 1893—1923. Исторический очерк. — Известия научного ин-та им. П. Ф. Лесгафта, 1924, т. 8, стр. 9.

ствам Лесгафту удалось добиться в середине 90-х годов в Петербурге образования учреждения, обеспечившего исключительно благоприятные для того времени условия научной работы, которых подчас не было даже в академической ботанической лаборатории. Об этом свидетельствует, например, наличие установки для изучения действия рентгеновских лучей на растения, которой пользовался Цвет.

Интересны обстоятельства возникновения этого учреждения, в организации работы которого принял участие и Цвет. Они связаны прежде всего с преподавательской деятельностью Лесгафта, начавшейся в Казанском университете в 1868 г., а с 1871 г. продолжавшейся в Петербурге, вначале в Военно-медицинской академии, а в 1884—1897 гг. — на естественном факультете Петербургского университета. Будучи талантливым и в высшей степени оригинальным лектором, Лесгафт буквально очаровывал своих слушателей. Курс анатомии, который он читал в Петербургском университете, приобрел особую известность и вскоре стал одним из самых популярных. Лекции Лесгафта посещали не только естественники, но многие юристы и филологи. Аудитория его всегда ломилась от слушателей и не могла вместить всех желающих попасть на его лекции.

Кроме лекций в Военно-медицинской академии и университете Лесгафт организовал с 1872 г. у себя дома бесплатные лекции для всех желающих заниматься биологией и медициной, в том числе и для женщин, не имевших тогда права доступа в высшие учебные заведения. Вскоре эти проводимые систематически лекции студенты стали называть курсами Лесгафта. Один из его учеников, С. А. Острогорский, — впоследствии директор Высших курсов П. Ф. Лесгафта — так описывал эти курсы: «Помещались они в его небольшой квартире, попадали туда слушатели и слушательницы после записи, битком набивались в тесном помещении и с увлечением ловили каждое слово учителя... Читал он с увлечением, не зная ни усталости, ни болезни, ни праздников. Чтобы не терять времени, он начинал чтение лекций в 7 ч. утра. Помню, как слушательницы рассказывали, что, встречая их бегущими в 6 ч. утра, когда зимою еще совершенная тьма, их из жалости подсаживали на служебные



коночные платформы и подвозили до ближайшего пункта»<sup>8</sup>.

Одним из усердных посетителей этих курсов в начале 90-х годов был вольнослушатель университета И. М. Сибиряков. Это был необыкновенно скромный и даже робкий молодой человек, в котором трудно было заподозрить владельца многомиллионного состояния. Желая улучшить ту жалкую обстановку, в которой жил и работал его любимый учитель, а также дать ему возможность развивать свои идеи не в ущерб здоровью, Сибиряков передал ему в августе 1893 г. значительный капитал (350 тысяч рублей в золотой валюте). Эти деньги Лесгафт использовал только на общественные нужды. Часть средств потратил на приобретение различных биологических препаратов и экспонатов, а также на оборудование специального помещения; остальной капитал он передал в распоряжение Совета лаборатории.

Немало сил и энергии приложил Лесгафт, чтобы добиться у правительства разрешения на создание научного учреждения за счет полученных от Сибирякова средств. Наконец, после почти годового ходатайства министерство внутренних дел разрешило 12 августа 1894 г. создать такое учреждение под названием «Санкт-Петербургская биологическая лаборатория». Через несколько месяцев избрали Совет лаборатории, который должен был управлять ею во главе с директором — Лесгафтом, и утвердили устав нового учреждения. Основной пункт устава гласил: «Лаборатория имеет целью содействовать распространению сведений по естествознанию путем предоставления лицам, получившим высшее медицинское или естественноисторическое образование, возможности безвозмездно заниматься практически биологическими науками под руководством опытных лиц»<sup>9</sup>. Эта возможность привела туда весной 1897 г. Цвета.

Ботаническое отделение было организовано в биологической лаборатории в августе 1895 г. по предложению физиолога растений В. В. Половцова — первого ее заведующего. В 1896 г. в лаборатории проводили исследования лишь двое ботаников. Кроме Половцова, который занимался изучением бактерий, развивающихся на семе-

<sup>8</sup> С. А. Острогорский. Памяти П. Ф. Лесгафта. — В сб.: «Памяти Петра Францевича Лесгафта». СПб., 1912, стр. 163.

<sup>9</sup> Известия СПб. биологической лаборатории, 1896, т. 1, вып. 1, стр. 2.

нах некоторых цветковых растений, там ставил опыты окончивший университет А. Н. Колобазин. Однако во вновь созданном кабинете еще не было должных условий. Согласно отчету о работе лаборатории за 1896 г., для постановки исследований по физиологии растений необходимо было более удобное и более оборудованное помещение. Так как в апреле 1897 г. Половцов прекратил ботанические исследования в лаборатории и отказался от заведования ботаническим отделением, то забота по созданию оборудованного кабинета по физиологии и биохимии растений выпала на долю Цвета, привлеченного к этому делу на добровольных началах. В 1897 г. при участии Цвета для кабинета был приобретен ряд приборов в Потсдаме, Париже, Лейпциге и других городах. Ему пришлось немало потрудиться и при устройстве кабинета на новом месте в связи с переездом лаборатории, о чем будет речь ниже. Своими руками Цвет изготовил интереснейшую коллекцию из 63 гистологических препаратов различных тканей и органов растений.

Работая в биологической лаборатории, руководимой Лесгафтом, Цвет еще в большей степени отошел от анатомии растений и переключил внимание на физиологию и биохимию растений, на более широкие биологические вопросы. Об этом свидетельствует его интерес к действию рентгеновских лучей на организм растений и животных, к биохимии гемоглобина и хлорофилла в связи с изучением общности происхождения растений и животных. Даже к оценке проведенных наблюдений по анатомии растений Цвет, как мы видели выше, отнесся иначе, чем в своих аналогичных публикациях в Женеве.

В 1897 г. Цвет был единственным ботаником, который пользовался услугами лаборатории. В ее отчете за этот год значилось: «Михаил Семенович Цвет (доктор ботаники Женевского университета) занимался изучением вопроса о значении гемоглобина и хлорофилла и вообще анатомией и физиологией растений»<sup>10</sup>. В отделениях зоологии и физиологии работало мало исследователей. Устав лаборатории позволил ей принять в том году лишь пятнадцать экспериментаторов. Лесгафт не мог мириться с тем, что в открытом им учреждении занимается огра-

---

<sup>10</sup> Известия СПб. биологической лаборатории, 1898, т. 3, вып. 1, стр. 10.

ниченное число людей, уже имеющих высшее образование. В помещение биологической лаборатории он перенес свои домашние курсы и предоставил возможность всем состоящим в них юношам и девушкам пользоваться ее кабинетами. Стремясь узаконить эти курсы и придать им больший размах, Лесгафт долго добивался разрешения правительства на их официальное существование. С большим трудом в конце 1896 г. ему удалось получить такое разрешение и открыть еще одно учреждение под пространным названием «Курсы воспитательниц и руководителей физического образования»<sup>11</sup>. В начале следующего года Лесгафт приступил к проведению на этих курсах занятий. Желających заниматься было так много, что арендованное для лаборатории помещение не могло вместить всех. Пришлось думать о его расширении. В конце 1897 г. лаборатория переехала в специально перестроенный для нее дом № 25/6 на углу ул. Торговой и Английского проспекта (ныне угол ул. Союза печатников и ул. Маклина).

Новое здание лаборатории подразделялось на естественноисторический музей, экспозицию которого составляли в основном биологические коллекции, естественнонаучную библиотеку и особые помещения для практических занятий. Кроме того, в доме находилось несколько комнат для работников лаборатории. В одной из них поселился Цвет. Он принял приглашение Лесгафта вести с курсистками занятия по ботанике, а затем стал заведовать ботаническим отделением лаборатории. Так, спустя год после переезда в Россию, Цвет, наконец, получил постоянное жалование.

---

<sup>11</sup> Курсы представляли собой, как и лаборатория, частное учебное учреждение сначала с двухгодичным, а затем с трехгодичным обучением. Кроме педагогики естественных и математических наук, в их программу входили гуманитарные дисциплины — история, философия, история литературы и психология. С 1905 г. курсы получили название «Вольная высшая школа», первый общественный университет с четырехлетним обучением на трех отделениях — естественном, историческом и физическом; с 1912 г. — «Высшие курсы П. Ф. Лесгафта», а с 1918 г. — после закрытия естественного и исторического отделений — «Институт физического образования им. П. Ф. Лесгафта». На базе биологической лаборатории в 1918 г. был организован «Естественнонаучный институт им. П. Ф. Лесгафта».

О своих новых обязанностях и дальнейших планах работы в Петербургской биологической лаборатории Цвет сообщал 10 октября 1897 г. в Женеву следующее: «Этой зимой я читаю курс анатомии и физиологии растений в Петербургской биологической лаборатории, новом интересном учреждении. Я хочу организовать там также практические занятия. Курс, — конечно, по-русски — дает мне порядочно работы... приносит мне все что угодно... кроме дукатов. И кроме того, в довершение ко всему этому я должен готовиться к этому проклятому «магистерскому» экзамену. Могу Вас заверить, что мне довольно-таки трудно вновь приводить в порядок довольно давно не использованные пласты моих систематических знаний».

Необходимость читать лекции на русском языке, действительно, заставляла Цвета особенно тщательно готовиться к ним, так как прежде его разговорным языком был французский. Но он отлично справился с этой нелегкой задачей. Спустя несколько месяцев после начала чтения курса Цвет не без улыбки вспоминал о своих первых лекциях. «Вначале у меня происходило немало *lapsus linguae*<sup>12</sup>, — писал он Н. И. Кузнецову 31 января 1898 г., — и даже весьма забавных, примерно «пластические пеленки», «семя рожки»... Теперь ничего. Хорошая школа»<sup>13</sup>. А однажды он вместо того, чтобы сказать слушательницам: «Я наблюдаю у вас полное отсутствие порядка», сказал: «Я наблюдаю у вас полное отсутствие порядочности».

Чтение лекций на русском языке, действительно, было хорошей школой, пройдя которую Цвет через два года в совершенстве овладел им, о чем свидетельствуют его последующие публикации на русском языке и воспоминания современников. Так, известный советский физиолог растений А. А. Рихтер, слушавший его лекции, писал: «Цвет был хорошим лектором, и в его выступлениях ему был присущ даже элемент известной артистичности. Изредка у него проскальзывали типичные для французского языка ударения на последнем слоге слова: «альфа́», «бета́», но вообще русская речь его была чистая, без-

<sup>12</sup> Разговорных ошибок, обмолвок (*франц.*).

<sup>13</sup> Цит. по: А. Я. Вага. К биографии Михаила Семеновича Цвета. — Ученые записки Тартуского гос. ун-та, 1958, вып. 64, стр. 14.

упречная, хотя детство и юность он провел во французской Швейцарии»<sup>14</sup>.

О дальнейших событиях жизни Цвета в Петербурге и его настроениях можно судить по дошедшим до нас письмам ученого к своим коллегам и друзьям. В одном из писем Н. И. Кузнецову от 31 января 1898 г. Цвет сообщал: «Я теперь заведу ботаническим отделением в биологической лаборатории Лесгафта и преподаю ботанику курсисткам, симбиотирующим с этой лабораторией»<sup>15</sup>.

Одновременно Цвет напряженно трудился над своей магистерской диссертацией — изучал обильную литературу по фотосинтезу и хлорофиллу, а также проводил эксперименты как в академической лаборатории анатомии и физиологии растений, так и в Петербургской биологической лаборатории.

К 1898 г. положение Цвета значительно упрочилось. Изменился и тон его писем к своему другу Брикe в Женеvu. Из них исчезли пессимизм и разочарование. О том наглядно свидетельствуют два письма. Так, после двухнедельного пребывания в Петербурге Цвет писал 30 декабря 1896 г.: «Я пришел к выводу, очень печальному и обескураживающему. В течение тех шести с лишним месяцев, что я в России, я тщетно пытаюсь заставить себя почувствовать, что в моей груди бьется русское сердце! Я пересекал всю Россию. Я посетил Москву, святой город, и мои глаза и уши были широко открыты... Ничто не дрогнуло, ничто не отозвалось во мне. На своей родине я чувствовал себя иностранцем. И это чувство меня глубоко и отчаянно удручает... Теперь мне жаль, что я покинул Европу; куда лучше было бы попросить у Патцгоа место ассистента, которое тогда было свободно. Уверяю Вас, что, если что-либо аналогичное представится сейчас, я, не колеблясь, вернусь...» Именно это место из писем Цвета охотно цитируют многие зарубежные авторы, умалчивая и не вспоминая при этом о другом письме ученого, написанном через полтора года, 27 августа 1898 г., где он отказывается от переданного

<sup>14</sup> А. А. Рихтер и Т. А. Красносельская. М. С. Цвет. Краткая биография. — В кн.: М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ. Избранные работы. Л., Изд-во АН СССР, 1946, стр. 231.

<sup>15</sup> Цит. по: А. Я. Вага. К биографии..., стр. 14.

через Брике предложения работать в Германии. «Благодарю Вас за Ваше предложение, которое год назад я рад был бы принять, не колеблясь, — писал тогда Цвет Брике. — Однако теперь я добился здесь положения, столь же хорошего, как и то, которое Вы мне предлагаете; в недалеком будущем оно должно еще улучшиться. И, сверх того, я не могу решиться променять свою независимость на обязанности, по всей вероятности, тяжелые и требующие очень много времени. Я хорошо понимаю, что пребывание в научном мире Германии дало бы мне несколько этой «школы» — как здесь говорят, иными словами, — этого педантизма, этой прямолинейности в работе, которой мне немного не хватает. Ну и что же, придется возместить этот недостаток за счет своей воли». В том же письме Цвет роняет следующую фразу: «Мы, русские, — со всех точек зрения я могу сказать «мы», потому что я достиг того, что стал совсем похож на своих соотечественников. . .»

О значительно большей занятости Цвета в исследовательской и преподавательской работе в 1898 г. говорит уже тот факт, что разрыв в цитируемых выше письмах почти равен году. После многих напряженных месяцев лекций, занятий и экспериментов в лаборатории он с особым удовольствием выбирался в окрестности Петербурга и далее, чтобы познакомиться с новой для него флорой. О своих впечатлениях от некоторых из таких поездок Цвет писал Брике в Женеву 27 августа 1898 г.: «Этим летом я провел несколько экскурсий в Финляндии и в здешних окрестностях. Я нашел ту интересную арктическую болотную флору, те живописные пейзажи, которые мы ездили искать в вашем Шабле в Руа-д-Анфер. Белые *Ledum*, изящные *Oxycoccus*, а дальше *Linnaea borealis*, воспетая Корревоном. В двух ч[асах езды] от П[етербурга], в Парголове, есть небольшое заснувшее озеро, покрытые лесом холмы. Эту местность называют «русской Швейцарией». На этом небольшом озере растет редкое растение *Lobelia Dortmannes* — букет нитеобразных погруженных листьев и цветов, выглядывающих над поверхностью воды».

Следующим летом ему удалось вновь побывать в Крыму. «Два летних месяца я провел в Судак (местечке на Южном берегу Крыма) в качестве преподавателя французского языка у двух мальчиков, — писал

Цвет об этой поездке Брике в том же письме. — Редкие досуги, которые у меня оставались, я употреблял на то, чтобы экскурсировать в горах и собирать наиболее интересные экземпляры великолепной ксерофильной флоры. Я собрал с полдюжины губоцветных, и при первом удобном случае я Вам пошлю дубликаты. А теперь я вот снова приму на себя двойные обязанности, которые состоят, с одной стороны, в том, чтобы преподавать *scientia amabilis*<sup>16</sup> в женском институте, а с другой стороны, чтобы руководить практическими работами по ботанике в биологической лаборатории — недавно возникшем частном учреждении. Конечно, я не забываю и университета, но предварительно я должен сдать экзамен и представить диссертацию».

При подготовке к магистерскому экзамену Цвета также волновал вопрос о месте его сдачи. В Петербургском университете такой экзамен принимал лишь руководитель ботанической кафедры профессор Христофор Яковлевич Гоби — специалист по низшим растениям, который, по свидетельству его учеников и современников, сообразно своей специальности предъявлял на экзаменах завышенные требования по микологии и альгологии. Так как Цвет никогда не работал в этих областях ботаники, то рассчитывать на положительный исход экзамена он не мог. Поэтому 31 января 1898 г. он обратился за консультацией к профессору Юрьевского (до 1893 г. Дерптского, а ныне Тартуского) университета Николаю Ивановичу Кузнецову (1864—1932) со следующим письмом: «Многоуважаемый Monsieur Кузнецов! Обращаюсь к Вам с покорнейшей просьбой осветить меня по следующим пунктам. Разрешил бы мне Дерптский университет держать прямо на магистра (у меня диплом доктора из Женевы и аттестат зрелости оттуда же — реальной гимназии)? По каким предметам пришлось бы мне экзаменоваться и какие вообще требования? Можно ли представить диссертацию, написанную на французском языке, или русский резюме ее? Я намерен держать к осени, по окончании каникул. Диссертация будет готова уже весной»<sup>17</sup>. Цвет был знаком с Кузнецовым по кружку «маленьких ботаников», на заседания которого Кузнецов по старой памяти приезжал из Юрьева, где в 1895 г. получил

<sup>16</sup> Любимая наука (лат.).

<sup>17</sup> Цит. по: А. Я. Вага. К биографии. . . , стр. 13—14.

профессуру в Юрьевском университете. Поэтому Цвет писал ему дружески и шутливо, о чем можно судить хотя бы по заключительному сообщению в письме о забавном случае, происшедшем на страницах одного из немецких ботанических журналов «*Mot de la fin*»<sup>18</sup>: «Бывший французский министр Baihaut (панамист), который был осужден и заключен в тюрьму, напечатал недавно книгу, в которой он описывает свои тюремные впечатления под заглавием «*Impressions cellulaires*»<sup>19</sup>. Эта книга зачислена в ботаническую литературу! См. Botan[isches] Central[blatt]<sup>20</sup> этого года № 3... Vive les Allemands!»<sup>21</sup>»<sup>22</sup>.

О том, что Кузнецов внимательно отнесся к просьбе Цвета, свидетельствуют краткие записи перечня предметов, намеченных Кузнецовым для сдачи магистерского экзамена Цвета, сохранившиеся в рукописном отделе библиотеки Тартуского университета. Однако, прежде чем дать ему окончательный ответ, Кузнецов постарался выяснить более подробно у А. С. Фаминцына обстоятельства, связанные с просьбой Цвета.

Нам не удалось обнаружить письма Кузнецова (в фонде А. С. Фаминцына Архива АН СССР его нет), однако сохранился ответ Фаминцына: «Многоуважаемый Николай Иванович! В ответ на Ваш запрос относительно Цвета считаю долгом сообщить следующее: он занимается в моей лаборатории недолго и доканчивает без малейшего вмешательства с моей стороны свою работу по анатомии растений, заглавия которой в точности не помню. Знаю всего две работы его, небольшие, на мой взгляд, ничего особенного не представляющие и, по моему, не дающие ему права держать экзамен на магистра, так как он, получив воспитание за границей, не имеет аттестата зрелости. Самое лучшее, что Вы можете сделать, это потребовать, чтобы он Вам прислал свои ученые труды: сами посмотрите и порешите. На второй вопрос: почему он не держит экзамен в Петербурге — ответ прост: экзаменует их всего один Гоби»<sup>23</sup>»<sup>24</sup>.

<sup>18</sup> Заключительное слово (*франц.*).

<sup>19</sup> Тюремные впечатления (*франц.*).

<sup>20</sup> Реферативный ботанический журнал, издававшийся в Германии.

<sup>21</sup> Да здравствуют немцы! (*франц.*).

<sup>22</sup> Цит. по: А. Я. Вага. К биографии... стр. 14.

<sup>23</sup> Б. Е. Райков (1956), слушавший у Гоби курс морфологии и систематики растений, свидетельствовал позднее, что он был хо-



Свое невмешательство в исследования Цвета Фаминцын счел нужным отметить особо потому, что тогда требовалось, чтобы соискатель ученой степени не только самостоятельно выполнял, но и выбирал тему диссертации. Что касается уже упоминавшейся выше анатомической работы Цвета, опубликованной затем под названием «О связи внешних и внутренних лептом пасленовых» (1899), то она, действительно, была проведена без вмешательства Фаминцына, не занимавшегося исследованиями в этой области. Подготовленные же тогда к печати две первые статьи на русском языке (Цвет М. С., 1898; 1899) носили характер критических рецензий и, конечно, не могли служить заявкой на диссертацию. Ею могли быть лишь его предшествующие женевские ботанические публикации на французском языке, с которыми Фаминцын и предлагал познакомиться Кузнецову. Очевидно, сдержанное отношение в этом письме Фаминцына к работам Цвета, и особенно замечания о том, что последние работы Цвета на русском языке не дают ему право держать экзамены на магистра, побудили Кузнецова без знакомства с предшествующими публикациями ответить Цвету отказом.

К сожалению, в связи с приведенным письмом Фаминцына на него без достаточных оснований брошена тень в одной из последних публикаций К. И. Сакодынского (1972). Согласно последнему, сдержанность отзыва Фаминцына на работы Цвета до 1898 г. можно якобы объяснить недовольством Фаминцына, которому могло стать известным сообщение Цвета в письме к Брике от 30 декабря 1896 г. о том, что в опытах академика по изолиро-

---

рошим ученым, но не обладал никакими преподавательскими способностями, а также доброжелательностью. Из-за того что лекции Гоби были сухими и неинтересными, студенты плохо посещали их и избегали занятий по ботанике, а о самом лекторе сложили поговорку: «От Невы до Оби нет скучнее Гоби». Сдача ему ботанического экзамена была самой трудной и неприятной задачей. Особенно недоброжелателен Гоби был к людям талантливым, с независимыми взглядами, примером чему может служить его отношение к будущему академику В. Л. Комарову, В. В. Половцову и др. Возможно, А. С. Фаминцын имел в виду также и это. Заметим, однако, что П. А. Генкель в устном сообщении автору данной книги высказал сведения, не согласующиеся с оценкой Райкова.

<sup>24</sup> Цит. по: А. Я. Вага. К биографии. . ., стр. 15.

ванию хлоропластов, «оказывается, нет никаких успехов до настоящего времени»<sup>25</sup>. В представленном переводе письма Цвета получается, что он удивлялся или даже иронизировал по поводу бесплодности работ Фаминцына. В действительности же Цвет писал: «Г-н Фаминцын уже десять лет занимается проблемой, которую я поставил перед собой, приступая к своей диссертации: заставить жить хлоропласты в изолированной культуре. *До настоящего времени ему этого еще не удалось сделать*» (курсив наш. — Е. С. ); добавим от себя, как это не удалось сделать также Цвету и десяткам других исследователей почти вплоть до наших дней. Этим сообщением Цвет никак не ставил под сомнение научную состоятельность опытов Фаминцына, а лишь сообщал о сложности изучаемой ими обоими проблемы и общности их научных интересов, что никак не могло вызывать недовольства Фаминцына, даже если бы он и узнал о содержании письма, адресованного Цветом к Брике, с которым, кстати, Фаминцын не поддерживал никакой связи. Концепция Сакодынского противоречит и высказываниям Цвета о большой признательности Фаминцыну не только «за щедрое предоставление средств его лаборатории» для работы над магистерской диссертацией, но и «за то полное высокого такта духовное содействие, которое маститый физиолог оказывает работникам в его гостеприимном институте»<sup>26</sup>. Позднее Цвет по отзыву Фаминцына получил академическую премию, был рекомендован к занятию кафедры в Новороссийском университете, так что подозрения Сакодынского представляются необоснованными.

В 1899 г. Цвет успешно выдержал магистерский экзамен в Казани. Сообщение о том, что «М. С. Цвет сдал экзамен на степень магистра ботаники в Имп. Казанском университете»<sup>27</sup>, появилось в «Трудах Ботанического сада Юрьевского университета» лишь спустя два года, когда у Цвета была принята к защите в качестве магистерской диссертации уже опубликованная им работа «Физико-хи-

---

<sup>25</sup> К. И. Сакодынский. Михаил Семенович Цвет и хроматография. [Б. м., б. изд-ва,] 1972, стр. 19.

<sup>26</sup> М. С. Цвет. Физико-химическое строение хлорофильного зерна. — Труды Об-ва естествоиспытателей при Казанском ун-те, 1901, т. 35, вып. 3, стр. 1.

<sup>27</sup> Личные известия. — Труды Ботанического сада Юрьевского ун-та, 1901, т. 2, вып. 2, стр. 131.

мическое строение хлорофильного зерна» (1901). В связи с этим сообщением он отправил в Юрьев 30 августа 1901 г. письмо Кузнецову, который был ответственным редактором «Трудов», следующего содержания: «Милостивый государь! Юрьевский ботанический журнал сообщает, что я сдал весной в Казани экзамены на магистра. Действительно, мне помнится, что я недавно выполнил эти формальности в угоду протекционизму, царящему в нашей стране, но дело было два года тому назад. Если орган юрьевских ботаников считает нужным отмечать события, не имеющие никакого значения, то нельзя ли делать это с большей точностью? Примите, милостивый государь, уверение в моем совершенном к Вам почтении, М. Цвет. Доктор наук»<sup>28</sup>.

А. Я. Вага, обнаруживший это письмо в рукописном отделе библиотеки Тартуского университета, опубликовал его и сопроводил комментарием. «В этом письме нет уже ничего дружеского и товарищеского, — отмечает Вага, сопоставляя его с посланием Цвета Кузнецову 31 января 1898 г. — Спрашивается, однако, почему М. С. Цвет счел нужным написать его на французском языке? Ведь теперь, после четырех лет работы в России, для него уже не представляло никаких трудностей писать по-русски. Едва ли можно считать причиной обстоятельство, что французский язык допускает высказывание своего неодобрения адресату в вежливой форме, в изысканных выражениях, не оскорбляя его, но совершенно определенно. Представляется более вероятным, что это было сделано с целью особенно подчеркнуть основную мысль письма, именно, что сдачу экзаменов М. Цвет рассматривает как пустую формальность. Под французским письмом можно было подписаться доктором наук Женевского университета, подчеркивая этим, что хотя его и заставляют держать экзамен на магистра, но он сам считает себя и предполагает другим считать его доктором наук»<sup>29</sup>.

Неизвестно, последовал ли ответ Кузнецова Цвету. Однако это недоразумение не привело к их полному разладу, так как «Труды Ботанического сада Юрьевского университета» и в дальнейшем продолжали печатать сообщения об успехах научной деятельности Цвета, а тот в свою

<sup>28</sup> Цит. по: А. Я. Вага. К биографии. . ., стр. 16.

<sup>29</sup> Там же, стр. 16—17.

очередь опубликовал в них в 1911 г. свою рецензию на работу В. К. Кононова «Краткий очерк анатомии растений» (СПб., 1911).

Подготовка Цвета к экзамену и к написанию магистерской диссертации шла без отрыва от напряженной педагогической работы на курсах Лесгафта. 30 сентября 1898 г. он сообщал в Женеву: «В этом году в моей лаборатории работают девушки-второкурсницы. Одна из них занимается действием анестезирующих веществ на плазмелиз. Что касается меня, я по-прежнему с увлечением исследую структуру хлорофилла; как бы дальше ни пошло, уже сейчас в результате исследований имею много новых данных. В остальном у меня остается относительно мало времени на себя самого. По утрам я веду лабораторные занятия с 75 девушками, только еще вступающими в жизнь, которых я посвящаю в анатомию растений. Добавьте к ним студентов второго курса и необходимость готовиться к занятиям: видите, моя работа — не синекура<sup>30</sup>».

По мере того как все более и более накапливались интересные результаты изучения хлорофилла в растении, Цвет вынес их обсуждение за пределы кружка «маленьких ботаников». 15 декабря 1899 г. он выступил с сообщением «О хлороглобине» на заседании ботанического отделения Петербургского общества естествоиспытателей. Сообщение, а также появившаяся вскоре публикация Цвета на эту же тему вызвали критическое выступление Н. А. Монтеверде (1900). 19 апреля 1900 г. на заседании общества Цвет выступил с ответным докладом «О природе хлороглобина», в котором он отстаивал свою точку зрения на содержание хлорофилла в живых растениях в форме хлороглобина. Не менее активно обсуждался и другой доклад Цвета «Хлорофиллины и метаклорофиллины», сделанный через полгода там же.

Выступления в Петербургском обществе естествоиспытателей, а также вышедшие к тому времени из печати публикации позволили Цвету занять подобающее место среди «больших ботаников»: 19 апреля 1900 г. М. С. Воронин, И. П. Бородин и Д. И. Ивановский (А. С. Фамин-

<sup>30</sup> Sine cura (по-латыни — без заботы) — церковная должность, состоящая из дохода, но не возлагающая никаких обязанностей, а также вообще должность, не требующая больших занятий, но дающая значительные доходы.

цын отсутствовал на заседании из-за болезни) рекомендовали Цвета в действительные члены этого общества, а 3 декабря 1900 г. их предложение было утверждено общим собранием общества. Присутствовавший на заседании Н. И. Кузнецов на этот раз не возражал против того, чтобы Цвет защищал магистерскую диссертацию в Юрьевском университете, но Цвет уже договорился об этом с кафедрой ботаники Казанского университета.

Напряженная работа 1899—1900 гг., о которой можно судить по 14 статьям, опубликованным Цветом за это время в русских и иностранных журналах, получила свое завершение и обобщение в его обстоятельной рукописи «Физико-химическое строение хлорофильного зерна» (1901). В разгар подготовки ее к печати из Ялты пришло скорбное известие о смерти отца. Цвет тяжело переживал эту весть. Отец был для него не только образцом высокой нравственности, но и первым помощником, советчиком в трудные дни. Цвета тяготило сознание, что он уже не сможет помочь отцу теперь, когда такая возможность после защиты диссертации становилась вполне реальной.

Последние годы жизни С. Н. Цвета были нелегкими. Он часто болел, но из-за недостатка средств не мог оставить службу. «Был бы я одинок, — писал С. Н. Цвет своему петербургскому коллеге 8 апреля 1899 г., — без дальних хлопот пошел бы спокойно к могиле, — но дома жена, малолетки, у них ни кола, ни двора. Волей-неволей нужно заботиться о поддержании здоровья для службы, пока в силах»<sup>31</sup>. Несмотря на болезнь и занятость по службе, С. Н. Цвет по-прежнему тянулся к литературной работе. Летом 1897 г. он вел переговоры с петербургским издателем журнала «Исторический Вестник» С. Н. Шубинским о переиздании своей брошюры «Россия и Англия в Восточном вопросе», но из-за ухудшившегося состояния здоровья занятия публицистикой пришлось прекратить, а в январе 1899 г. совсем оставить службу. Получив пенсию, С. Н. Цвет вместе с семьей переселился в Ялту. Однако жить в этом городе ему пришлось недолго. Последовавшее через три месяца воспаление легких закончилось трагически<sup>32</sup>. В воскресном выпуске местной газеты «Крымский

<sup>31</sup> ЦГИА СССР, ф. 560, оп. 23, д. 70, л. 64.

<sup>32</sup> Свидетельство о смерти С. Н. Цвета. Гос. архив Крымской обл. Фонд ЗАГС'а, 1900 г.

курьер» 30 апреля 1900 г. сообщалось: «В ночь на 29 сего апреля скончался на даче Остроумова бывший управляющий Таврической казенной палаты действительный статский советник Семен Николаевич Цвет». Его похоронили в Ялте на Иоанно-Златоустинском кладбище. На памятнике из красного мрамора была высечена надпись: «Действ. ст. сов. Семен Николаевич Цвет, ск. 29 апр. 1900 г. Ял. И-Зл.», вошедшая затем в описание крымских некрополей<sup>33</sup>.

Данью признательности отцу явилась магистерская диссертация М. С. Цвета, на отдельной странице которой значилось: «Посвящается памяти моего отца — мыслителя и деятеля — Семена Николаевича Цвета». Без помощи С. Н. Цвета эта работа, возможно, и не была бы сделана. В тяжелые дни сомнений Семен Николаевич помог сыну не только материально, но и морально, когда у того возникала мысль об отъезде из России. М. С. Цвет навсегда сохранил добрую память об отце; он очень дорожил сохранившейся у него большой записной книгой Семена Николаевича, в которой имелись различные литературные пометки и рассуждения.

В начале 1901 г. диссертационная работа Цвета увидела свет в «Трудах Общества естествоиспытателей при Казанском университете»<sup>34</sup>, а в первых числах апреля ученый обратился к ректору Казанского университета с просьбой принять ее к защите. 16 апреля диссертация была передана руководителю ботанической кафедрой Н. В. Сорокину, чтобы он дал «письменный разбор прилагаемого при сем сочинения г. Цвета «Физико-химическое строение хлорофильного зерна», представленного им в качестве диссертации на степень магистра ботаники»<sup>35</sup>.

На титульном листе диссертации Цвет подписался как доктор Женевского университета и тут же дал ее название по-французски, как бы подчеркнув преемственность между диссертацией, выполненной в Женеве, и диссертацией, защищаемой теперь в Казани. Научной степенью доктора Женевского университета он всегда дорожил и,

---

<sup>33</sup> В. И. Чернопятов. Некрополь Крымского полуострова. — Записки Московского археологического ин-та, 1911, т. 11, стр. 296.

<sup>34</sup> За рубежом об этой работе стало известно из аннотации, данной Цветом в одном из немецких журналов.

<sup>35</sup> ЦГА (Центральный гос. архив) ТАССР, ф. 977, д. 1748, л. 2.



Доктор Богалки  
М. Богалки

подписываясь, указывал ее всегда, даже в последние годы жизни, когда стал уже доктором ботаники в России.

В кратком предисловии к магистерской диссертации Цвет так писал о целях и условиях ее выполнения: «Предлагаемый труд содержит результаты трехлетних моих исследований над некоторыми важными для физиолога вопросами физики и химии хлорофильного зерна. Предлагаются здесь не синтетическая монография — для составления таковой наша наука еще не созрела, — а ряд essays<sup>36</sup>, в которых автор пытается бросить свет более рационального эксперимента на некоторые спорные, деликатные стороны вопроса.

Исследования, начатые в Петербургской биологической лаборатории в бытность мою там лектором, произведены большею частью в лаборатории Академии Наук. Приятным долгом считаю я выразить здесь мою благодарность глубокоуважаемому академику Андрею Сергеевичу Фаминцыну за щедрое предоставление мне средств его лаборатории, равно как и за то полное высокого такта духовное содействие, которое маститый физиолог оказывает работающим в его гостеприимном институте»<sup>37</sup>.

Н. В. Сорокин довольно быстро ознакомился с заинтересовавшей его диссертацией и уже к началу мая представил на нее отзыв, который был опубликован в том же году в «Ученых записках Казанского университета». В самом начале своего отзыва рецензент отметил тот факт, что изучение хлорофилла началось с 1791 г., когда А. Компаретти обнаружил хлорофилловые зерна в листьях растений. «С тех пор, — продолжал он, — эти образования не перестают интересовать ученых исследователей и литература о хлорофилле разрослась до громадных размеров. Но, несмотря на самые точные, казалось бы, методы, наши знания строения и физиологической роли листозелени остаются еще во многом весьма скудными. Г. Цвет взялся бросить свет более рационального эксперимента на некоторые спорные, деликатные или даже совсем непочатые стороны вопроса»<sup>38</sup>.

<sup>36</sup> Очерков (англ.).

<sup>37</sup> М. С. Цвет. Физико-химическое строение хлорофильного зерна. — Труды об-ва естествоиспытателей природы при Казанском университете, 1901, т. 35, вып. 3, стр. 1.

<sup>38</sup> Н. В. Сорокин. Отзыв в физико-математический факультет на магистерскую диссертацию М. С. Цвета «Физико-химическое



Обстоятельно осветив содержание работы Цвета и оценив отдельные ее части, Сорокин сделал следующий вывод: «Из всего сказанного можно заключить о кропотливом труде г. Цвета. Решиться на то, чтобы приступить к изучению какого-нибудь хотя бы частного вопроса о хлорофилле может только человек, беззаветно любящий науку, который не пугается огромного литературного материала и который основательно подготовлен к такой работе.

Исследования г. Цвета привели его к открытию новых интересных соединений, заключенных в хлоропластах, а критическая оценка прежней и современной литературы доказывает его солидную эрудицию. Поэтому я, не колеблясь, могу заявить, что сочинение под заглавием «Физико-химическое строение хлорофильного зерна» совершенно удовлетворяет требованиям, которые можно ему предъявить для соискания степени магистра ботаники»<sup>39</sup>.

6 мая работа Цвета и отзыв на нее Н. В. Сорокина были переданы всем членам физико-математического факультета. Однако из-за предстоящей в мае защиты магистерской диссертации ботаника А. Я. Гордягина, будущего оппонента Цвета, диспут по диссертационной работе Цвета назначили на осень.

Лето 1901 г. Цвет провел со своими родными — матерью, сестрами и младшим братом, — которым помог после смерти отца переехать из Ялты в Одессу; там в то время жил его дядя Иван Николаевич Цвет.

За три дня до защиты диссертации членам Ученого совета вручили уведомление: «Имею честь известить гг. профессоров и приват-доцентов физико-математического факультета, — сообщал декан этого факультета Ф. М. Суворов, — что в воскресенье, 23 сентября<sup>40</sup> в 1 час дня, в актовом зале университета имеет быть публичное заседание физико-математического факультета, на котором доктор Женевского университета М. С. Цвет будет за-

---

строение хлорофильного зерна». — Ученые записки Казанского ун-та, 1901, т. 68, кн. 12, стр. 1.

<sup>39</sup> Там же, стр. 5—6.

<sup>40</sup> В. И. Баранов (1933, стр. 15), А. А. Рихтер и Т. А. Красносельская (1946, стр. 230) и другие авторы датой защиты называли 21 сентября 1901 г. Источником этой неточности явилось, очевидно, сообщение «Трудов ботанического сада Юрьевского ун-та» (1901, т. 2, вып. 4, стр. 267).

щищать представленное им на соискание степени магистра ботаники сочинение под заглавием «Физико-химическое строение хлорофильного зерна». 1901 года, сентября 19 дня» <sup>41</sup>.

Защита диссертации состоялась в назначенное время. На обсуждение была представлена не только названная работа, но и восемь тезисов, или, как их тогда называли, положений, не связанных непосредственно с темой диссертации и свидетельствующих о степени научной эрудиции и критического мышления диссертанта. В них Цвет высказывал свое отношение ко многим вопросам биологии: к витализму и механизму в биологии, к постановке изучения химии, к эволюционной проблеме как проблеме физиологической, к взаимоотношению систематики и классификации растений, к теории Пфедфера о вторичной ассимиляционной кривой, к объяснению Тимирязевым причин несостоятельности обнаружения максимума фотосинтеза в желтых лучах спектра и др.

Кроме упомянутого выше Н. В. Сорокина, официальными оппонентами на диспуте выступил заслуженный ординарный профессор кафедры агрономии Василий Иванович Сорокин и приват-доцент кафедры систематики растений Андрей Яковлевич Гордягин, незадолго до того блестяще защитивший магистерскую диссертацию о почвах и растительности Западной Сибири, за высокие достоинства которой он сразу же был удостоен степени доктора ботаники. В качестве неофициальных оппонентов в диспуте приняли участие профессор Д. А. Гольдгаммер, С. М. Смирнов и студент математического факультета. Как свидетельствовал в дальнейшем ученик Гордягина В. И. Баранов, на этом диспуте «он (т. е. Гордягин. — *Е. С.*) был самым активным оппонентом вместе с Н. В. Сорокиным и В. И. Сорокиным...» <sup>42</sup>.

Особенно запомнилось присутствующим на диссертационном диспуте выступление самого диссертанта. На основании рассказов очевидцев Т. А. Красносельская так описала это заседание: «Защита эта надолго осталась в памяти тех, кто на ней присутствовал. Помимо того, что она по существу прошла прекрасно, М. С. Цвет проявил

<sup>41</sup> ЦГА ТАССР, ф. 977, оп. физ.-мат. фак., д. 1748, л. 6.

<sup>42</sup> В. И. Баранов. О жизни и работе А. Я. Гордягина. — Ученые записки Казанского гос. ун-та, 1933, т. 93, кн. 6, вып. 1, стр. 15.

на ней в полной мере присущий ему талант блестящего лектора, любившего и умевшего мастерски обставить свое выступление. Вся манера его держаться была артистична, и по общей приподнятости настроения заседание факультета больше походило на празднование юбилея, чем на защиту диссертации»<sup>43</sup>. В протоколе же заседания было кратко записано: «По окончании диспута факультет постановил: признать защиту г-ном Цветом названной диссертации удовлетворительной, удостоить ее степени магистра ботаники, о чем и представить в Совет университета на утверждение»<sup>44</sup>.

Как только Цвет получил уведомление об утверждении Советом университета решения физико-математического факультета, он тут же обратился 27 сентября 1901 г. к декану этого факультета с просьбой включить его в число приват-доцентов Казанского университета. Эта просьба была вызвана прежде всего тем, что биологическая лаборатория временно свернула свою работу. Причиной послужили события, которые произошли в Петербурге весной 1901 г. Известие о взятии в солдаты киевских, а затем и петербургских студентов за университетские беспорядки вызвало бурную демонстрацию молодежи различных институтов на Казанской площади 4 марта 1901 г. Полиция и казаки беспощадно расправились с демонстрантами. По инициативе Лесгафта, ставшего свидетелем этой расправы, 99 профессоров и литераторов написали правительству протест против грубого насилия над молодежью. В результате Лесгафт был выслан из Петербурга на два года в Териоки (Финляндия), а его лаборатория почти прекратила свою работу<sup>45</sup>.

---

<sup>43</sup> Т. А. Красносельская. Михаил Семенович Цвет. — В кн.: Люди русской науки. Т. 2, М.—Л., Гостехиздат, 1948, стр. 844.

<sup>44</sup> ЦГА ТАССР, ф. 977, д. 1724, л. 61.

<sup>45</sup> Неверно утверждение некоторых авторов, что причиной ухода Цвета с курсов Лесгафта явилось честолюбие исследователя. Мнение М. Е. Ивина, высказанное в книге «У порога великой тайны» (1971, стр. 167) о том, что, «честолюбивый, с большими замыслами, Цвет жаждал простора для их выполнения», повторил в своей брошюре «Михаил Семенович Цвет и хроматография» (1972, стр. 24) К. И. Сакодынский: «А молодой ученый достаточно честолюбив, он чувствует в себе призвание исследователя, он чувствует аромат открытий, которые ему предстоит свершить». Эти заявления не соответствуют действитель-

В то время кафедра ботаники университета очень нуждалась в физиологе растений, но обстановка на кафедре была довольно сложной. В 70—80-х годах Н. В. Сорокин являлся единственным преподавателем ботаники в университете, лишь в 1889 г. в Казань получил назначение магистр Дерптского университета Владислав Адольфович Ротерт, поляк по национальности, незадолго до того принявший русское подданство. Очень скоро возникли разногласия в отношении к своим обязанностям нового приват-доцента и заведующего кафедрой Н. В. Сорокина, пользовавшегося непосредственной поддержкой царской семьи. По свидетельству современников, «Сорокин был ярким продуктом старой помещичьей среды, не приучавшей к регулярному труду... Он мог работать, но или для удовлетворения собственного интереса, или для получения прибавочного заработка. Даже от чтения лекций первокурсникам Сорокин по возможности уклонялся, несмотря на его способность хорошо говорить...»<sup>46</sup>. О новом же преподавателе ботаники вскоре сложилось иное мнение: «Ротерт, человек западноевропейского воспитания и образования, был неутомимым работником и прекрасным ученым, оставившим по себе очень прочный след в науке. Обладая сильно развитой способностью самокритики, он в этом отношении был прямой противоположностью Сорокина. У Ротерта стоило учиться, следуя его указаниям и советам, тем более что эти указания никогда не переходили в безапелляционное руководство: будучи сам человеком интеллектуально самостоятельным, Ротерт высоко ценил проявления самостоятельной мысли в других, в том числе и в своих учениках»<sup>47</sup>.

Из-за обострения отношений с Сорокиным Ротерт вынужден был в 1897 г. уехать из Казани в Харьков и ведение почти всего ботанического курса легло на плечи еще совсем молодого и неопытного в области физиологии растений приват-доцента А. Я. Гордягина. Желая помочь своему преемнику, Ротерт совместно с Гордягиным предпринял попытку привлечь в Казанский университет кого-

---

ности, так как скромному, бескорыстно преданному науке Цвету совершенно чужда была эта черта. О том свидетельствуют лично знавшие его люди, в частности М. П. Архангельский.

<sup>46</sup> А. Я. Гордягин. Из истории Ботанического кабинета. — Ученые записки Казанского ун-та, 1933, т. 93, вып. 6, стр. 50.

<sup>47</sup> Там же, стр. 51.

либо из петербургских ботаников, но она осталась безрезультатной. Гордягин очень ответственно относился к ведению курса по физиологии растений, добросовестно готовился к лекциям и проведению практических занятий, иногда всерьез увлекаясь опытами, как это было в случае изучения светящихся бактерий и зимнего испарения растений. Однако все же основные его исследовательские интересы лежали в области географии растений и почвоведения, результатом которых была первая почвенная карта Казанской губернии, а затем и всей Западной Сибири, так высоко оцененная учеными. Желая продолжать исследования в этом направлении и освободиться от слишком большой загруженности преподавательской работой, Гордягин поддерживал намерение Цвета включиться в работу их кафедры.

6 октября 1901 г. Цвет вновь обратился к декану физико-математического факультета с просьбой выдать ему свидетельство на звание приват-доцента и право чтения лекций по теме «История оплодотворения в растительном царстве в связи с вопросами наследственности и изменчивости видов». 15 октября 1901 г. факультет постановил: «Ходатайствовать о принятии г. Цвета в число приват-доцентов факультета и о разрешении ему прочесть с начала будущего семестра указанный им курс»<sup>48</sup>. Через десять дней такое ходатайство направили управляющему Казанским учебным округом. В нем имелось пояснение: «Со стороны заведующего ботаническим кабинетом заслуженного ординарного профессора Н. В. Сорокина препятствий для пользования г. Цветом учебно-вспомогательными средствами и кабинетом не имеется»<sup>49</sup>. Каково было решение управляющего по данному ходатайству, неизвестно. Вероятнее всего, назначение Цвета не состоялось по причине, зависящей от него самого. После подачи заявлений в Казанский университет ему стало известно об избрании его 26 ноября 1901 г. по конкурсу на должность ассистента кафедры анатомии и физиологии растений в Варшавском университете. Эту кафедру возглавлял хорошо знавший его по работе в Петербурге Д. И. Ивановский — человек очень доброжелательный, требовательный к себе и своей работе, отзывчивый и деликатный. Боясь, что на

<sup>48</sup> ЦГА ТАСР, ф. 977, оп. физ.-мат. фак., д. 1724, л. 68 об.

<sup>49</sup> Там же, ф. 977, оп. Совета, д. 17102, л. 2.

новом месте службы в Казани у него могут сложиться плохие отношения с руководителем кафедры, как это случилось с Ротертом, многие черты характера которого были свойственны и Цвету, последний предпочел работать ассистентом в Варшаве. При этом Цвету стало известно, что с сентября 1901 г. физико-математический факультет Казанского университета по согласованию с министерством просвещения приступил к обсуждению вопроса о расширении штатов и 1 декабря 1901 г. возбудил ходатайство «о введении третьей профессуры по кафедре ботаники для преподавания анатомии и физиологии растений»<sup>50</sup>. Возможность получения профессорской должности в Казанском университете была вполне реальной для Цвета. Однако он без колебаний принял предложение Варшавского университета еще и потому, что там была уже хорошо оборудованная для исследовательской работы лаборатория по физиологии растений, в то время как в Казанском университете ее еще нужно было создавать. Цвет же стремился как можно скорее завершить проводимую им серию опытов по апробации адсорбционного метода. Он не стал претендовать на профессорскую должность в Казани и тогда, когда на нее был объявлен конкурс, а целиком ушел в экспериментальную и педагогическую работу в качестве внештатного лаборанта Варшавского университета. Это еще одно свидетельство несостоятельности версии М. Е. Ивина (1961, 1971) и К. И. Сакодынского (1972б) о честолюбивых устремлениях Цвета при переезде в Варшаву.

Прежде чем выехать в Варшаву, Цвет вместе с Ивановским и Хмелевским принял участие в XI съезде русских естествоиспытателей и врачей, проходившем в Петербурге 20—30 декабря 1901 г. Цвет очень активно участвовал в работе съезда, о чем свидетельствуют его неоднократные выступления по разным вопросам. Так, 23 декабря он сделал два сообщения — «Анатомическое исследование саксаула (*Haloxylon Ammodendron*)» и «Микротехнические заметки». Первое из них осталось неопубликованным, а краткое содержание второго напечатано в «Дневнике съезда». «Микротехнические заметки» относились к технике приготовления цитологических препара-

---

<sup>50</sup> М. К. Корбур. Казанский Государственный университет им. В. И. Ульянова-Ленина за 125 лет, т. 2. Казань, 1930, стр. 149.

ратов и включали в себя три положения: рекомендацию применять в качестве нового просветляющего реактива раствор резорцина в воде; высокую оценку «женевскому реактиву» — двойному красителю клеточных оболочек и описание методики приготовления пустых клеток, т. е. клеток, лишенных запасных веществ (крахмала, жиров, белков и др.), для микрохимических исследований.

Наиболее примечательным был доклад Цвета 30 декабря «Методы и задачи физиологического исследования хлорофилла», в котором он впервые сообщил об использовании явления адсорбции для разделения смеси растительных пигментов.

Так закончился петербургский период деятельности Цвета, трудный период исканий, определивший основное направление его дальнейшей научной деятельности по созданию теоретических и методических основ хроматографии и ее использования для изучения органических пигментов.

## Варшава. Вершина творчества

Чем выше человек восходит в познаниях, тем пространнейшие ему открываются виды.

А. Н. Радищев

Стремясь укрепить свою власть в Царстве Польском, русское правительство еще в 1817 г. открыло в Варшаве университет, который, однако, просуществовал недолго. После освободительного польского восстания против царизма в 1830—1831 гг. это учебное заведение было закрыто как источник «крамолы». Лишь в 1869 г., почти через сорок лет, под давлением общественного мнения царское правительство вынуждено было вновь открыть русский университет на основе существовавшей с 1862 г. Варшавской главной школы.

В конце XIX—начале XX в. Варшавский университет стал крупнейшим из девяти существовавших тогда русских университетов. При нем имелось 30 кабинетов и лабораторий. Их оснащенность оборудованием отвечала всем требованиям постановки научного эксперимента того времени. В их числе имелись ботанический кабинет

для занятий по морфологии и систематике растений и ботаническая лаборатория для практических занятий по анатомии и физиологии растений. Гордостью университета была библиотека, размещавшаяся в специально построенном здании. По количеству книг она уступала лишь Петербургской публичной библиотеке. При университете работали три общества, имевших свой печатный орган: 1) медицинское, 2) естествоиспытателей и 3) истории, филологии и права.

В университете сложился сильный профессорско-преподавательский коллектив, ряд исследований которого получил широкую известность. В числе профессоров Варшавского университета того времени было много славных имен. Некоторые из них, такие, как В. И. Беляев, В. И. Палладин, Д. И. Ивановский, В. Ф. Хмелевский, вошли в историю ботаники. Их труд способствовал развитию не только русской, но и польской науки и культуры. В приветственном адресе Хмелевскому декан физико-математического факультета Я. П. Щелкованцев писал: «Вы принесли с собой величайшее понимание роли русского университета в Варшаве среди польского населения. Ваш такт и Ваше полное уважение и терпимость к традициям и особенностям местного населения снискали Вам уважение и любовь среди польского народа»<sup>1</sup>. Организация преподавания в Варшавском университете анатомии и физиологии растений связана с именами Беляева и особенно Палладина. Большой научный авторитет и организационная деятельность способствовали переводу Палладина в июне 1901 г. в Петербургский университет. На его место был назначен Д. И. Ивановский, который до того читал курс лекций по анатомии и физиологии растений в качестве приват-доцента Петербургского университета после ухода Фаминцына. Это был талантливый ученый и прекрасный лектор, но он не имел еще ученой степени доктора. Палладин же имел докторскую степень и профессорское звание. Вот почему Ивановскому пришлось уступить кафедру Палладину, заняв его место в провинции, каковой тогда считалась Варшава.

1901—1902 учебный год ботаническая кафедра Варшавского университета начала работать в новом составе.

---

<sup>1</sup> Гос. архив Ростовской обл., ф. Р-46, оп. 3, д. 797, л. 21—22.



В июле 1901 г. приступил к своим обязанностям Ивановский, а в сентябре курс лекций по общей ботанике, морфологии и систематике растений начал читать Хмелевский. Стремясь улучшить и расширить преподавание курсов по анатомии и физиологии растений и, в частности, увеличить возможности студентов проводить эксперименты под руководством опытного ботаника, Ивановский сразу же поставил перед университетским Советом вопрос о привлечении для этой цели еще одного фитофизиолога. Как только такое разрешение было получено, он известил о нем Цвета. 26 ноября 1901 г. физико-математический факультет избрал Цвета на должность ассистента при кафедре анатомии и физиологии растений<sup>2</sup>, однако это решение нуждалось еще в утверждении Совета университета.

Не дожидаясь окончательного решения, Цвет выехал из Петербурга вместе с Ивановским, Хмелевским и другими варшавскими биологами, находившимися на XI съезде русских естествоиспытателей и врачей с 11 декабря 1901 г. по 7 января 1902 г. Прибыв в Варшаву, Цвет поселился на ул. Марогальковской в д. № 151 и сразу же начал помогать Ивановскому в проведении практических занятий по анатомии растений. 31 января 1902 г. решение физико-математического факультета обсуждалось на Совете Варшавского университета. В результате голосования (положительных шаров — 32, отрицательных — 3) Цвет был утвержден в должности ассистента кафедры анатомии и физиологии растений<sup>3</sup>, которая именовалась также должностью внештатного лаборанта. В этой должности Цвет оставался все годы своей работы в университете даже после того, как получил разрешение на чтение лекций в качестве приват-доцента.

Почти все свое время Цвет проводил в университете. Он старался как можно больше помочь Ивановскому, в обязанности которого входило чтение лекций по анатомии и физиологии растений студентам второго и третьего курсов и ведение практических занятий по анатомии растений. Причем последняя нагрузка увеличивалась вдвое потому, что из-за недостатка помещения студенческие

---

<sup>2</sup> Протоколы заседаний Совета Варшавского ун-та за 1902 г. — Варшавские университетские известия, 1904, вып. 5, стр. 6.

<sup>3</sup> Там же, стр. 1.

группы приходилось еще делить на две подгруппы. И всю эту работу Ивановский проводил, как о том свидетельствует университетский отчет, «при ближайшем участии лаборанта Цвета»<sup>4</sup>. Помощь Цвета тогда была особенно ценной, так как Ивановский готовил к печати свое исследование «Мозаичная болезнь табака», которое предполагал защищать в качестве докторской диссертации. В конце 1902 г. эта работа увидела свет, а в следующем году Ивановский успешно защитил ее и стал доктором ботаники.

Дружеские отношения, которые сложились между Цветом и Ивановским, в немалой степени зависели от сходства их характеров и ответственного отношения к научному эксперименту. Биографы Ивановского, например, отмечали свойственные этому исследователю строгость и требовательность в постановке опытов и обработке результатов эксперимента, осмотрительность в выводах и аккуратность в работе. «Это очень мягкий, отзывчивый, но и очень замкнутый человек, не любящий жаловаться и говорить о тех сомнениях и печалях, которые его мучат. Он упорно идет к своей цели, отстаивая свои взгляды мягко, но настойчиво и уверенно. К этим взглядам он приходит после долгих опытов, наблюдений и размышлений и потому не боится выступать с возражениями даже общепризнанным авторитетам»<sup>5</sup>. Все сказанное в равной мере можно отнести и к Цвету, чуткому и деликатному в жизни, непримиримому и стойкому в научном поиске. Сходство этих двух замечательных исследователей как бы продолжалось и в судьбах их открытий. Как работы Цвета по созданию хроматографии, так и труды Ивановского по открытию вирусов получили признание лишь в 30-х годах, после смерти их авторов, в то время как сообщения об этих открытиях были сделаны в Варшаве в самом начале нашего столетия.

Магистерская степень ненамного улучшила материальное положение Цвета. Чтобы располагать необходимыми материальными возможностями для продолжения своих опытов по изучению адсорбции, почти никак не обеспечиваемых университетом, он помимо своей основной работы вынужден был преподавать в средних учеб-

---

<sup>4</sup> Варшавские университетские известия, 1903, вып. 6, стр. 51.

<sup>5</sup> Г. М. Вайндрах и О. М. Княжанский. Д. И. Ивановский и открытие вирусов. М., Минздрав СССР, 1952, стр. 26.

ных заведений, а также в Школе садоводства при помологическом саде, директором которого был Ивановский. Кроме того, при содействии Ивановского вначале университет, а затем и попечитель Варшавского учебного округа разрешили 19 января 1903 г. «допустить сверх[штатного] лабор[анта] при каф[едре] анат[омия] и физ[иология] растений, маг[истра] ботаники М. С. Цвета к чт[ению] в Вар[шавском] унив[ерситете] лек[ций] по ботан[ике] в кач[естве] прив[ат]-доц[ента]»<sup>6</sup>. С февраля 1903 г. Цвет начал читать приватный курс общей микробиологии. Почти все заработанные деньги Цвет тратил на химические реактивы и материалы, необходимые для изготовления приборов и всестороннего испытания адсорбционного метода в опытах с растительными пигментами.

Первый год пребывания Цвета в Варшаве был особо трудным для налаживания исследований. Подготовка и проведение занятий по новой для него программе, научная командировка летом 1902 г. в Германию, подготовка к чтению курса лекций по микробиологии и работа вне университета оставляли мало времени для экспериментальной работы. Тем не менее ученый пользовался всякой возможностью, чтобы продолжать испытание открытого им адсорбционного метода. Все свое время не только днем, но и ночью он проводил в ботанической лаборатории.

Отчет работы ботанической лаборатории за 1902—1903 учебный год свидетельствует о том, что «лаборант Цвет занимался исследованиями над желтыми пигментами растений»<sup>7</sup>. Однако это была нешолная характеристика исследовательской работы ученого, так как она не раскрывала основного — нового приема, который Цвет отрабатывал в ходе изучения этих растительных пигментов. Именно этот вопрос стал предметом сообщения Цвета на заседании биологического отделения Варшавского общества естествоиспытателей, членом которого Цвет стал вскоре после приезда в Варшаву. 8 марта 1903 г. Цвет прочитал свой знаменательный доклад «О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к био-

---

<sup>6</sup> Протоколы заседаний Совета Варшавского университета за 1903 год. — Варшавские университетские известия, 1905, вып. 5, стр. 3.

<sup>7</sup> Там же, 1903, вып. 6, стр. 51.

химическому анализу». Из протокола заседания известно, что сообщение исследователя, сопровождавшееся демонстрацией схематических чертежей, вызвало оживленный обмен мнениями между присутствующими (всего на заседании были сорок один человек) и докладчиком. Особый интерес к сообщению проявили коллеги Цвета — Д. И. Ивановский и Н. В. Морковин. С датой этого доклада теперь связывается открытие адсорбционной хроматографии — открытие, поставившее Цвета в ряд замечательных исследователей, вписавшее его имя в историю науки. Однако свершилось это нескоро. Хотя доклад Цвета был заслушан с большим вниманием и интересом, он еще очень долго не привлекал к себе должного внимания. Однако это не смущало исследователя, и он продолжал свою работу в данном направлении, несмотря на занятость педагогической деятельностью.

О том, насколько был занят Цвет в университете и в чем заключались его обязанности как сверхштатного лаборанта, можно судить из отчета ботанической лаборатории за 1903—1904 учебный год, в которой проводились занятия «по анатомии растений со студентами 2-го курса в весеннем полугодии по 2 раза в неделю, в осеннем — по 3 раза в неделю, каждый раз по 2 часа. Занятия весьма усердно посещались студентами, которые под руководством лаборанта Цвета и его помощника г. Чарковского и при непосредственном наблюдении профессора (т. е. Ивановского. — *Е. С.*) последовательно прошли общий курс анатомии растений на препаратах, которые изготовлялись здесь же на занятиях ими самими. Таким образом, одновременно с изучением собственно анатомии растений занимающиеся приобрели также необходимый навык в микроскопической технике и знакомились с главнейшими приемами ее. Более трудные объекты демонстрировались на готовых препаратах из коллекций ботанической лаборатории... По физиологии растений ежедневно, в часы, свободные от лекций, желающие из студентов 3 и 4 курсов производили физиологические опыты и исследования под руководством профессора и гг. лаборантов... Лаборант Цвет продолжал свои исследования над хлорофиллом: главнейшие результаты этих исследований были доложены им на заседании Биологического отделения Общ[ества] ест[ествоиспытателей] и затем напечатаны в «Трудах» Общества под заглавием: «О новой

категории адсорбционных явлений и о применении их к биохимическому анализу»<sup>8</sup>.

Из отчета видно, что педагогические обязанности Цвета в ботанической лаборатории сводились лишь к ведению практических занятий со студентами и подготовке для них необходимого материала. Ему же, естественно, хотелось продолжать чтение лекций. Но эта обязанность лежала на Ивановском. Поэтому, когда Цвету стало известно в октябре 1903 г. об открывшейся на кафедре физиологии растений в Ново-Александровском институте сельского хозяйства и лесоводства<sup>9</sup> вакантной должности в связи с уходом в Харьковский университет В. К. Залесского<sup>10</sup>, он подал прошение об участии в конкурсе на освободившуюся должность. Кроме Цвета, участниками конкурса оказались магистры ботаники Л. А. Иванов и Н. В. Морковин, а так же магистранты В. С. Буткевич и К. С. Мережковский. Ознакомиться с их работами и дать характеристику научной и педагогической деятельности каждого из кандидатов Совет института поручил профессору Залесскому.

24 сентября 1903 г. состоялось заседание Совета Ново-Александровского института, на котором, согласно его протоколу, «заслушаны были приложенные к сему журналу: во 1-ых, жизнеописания всех названных пяти кандидатов; во 2-ых, отзыв бывшего адъюнкт-профессора Института В. К. Залесского об ученых трудах гг. Мережковского, Цвета, Иванова, Морковина и Буткевича; в 3-их, отзывы профессора Ф. Ф. Селиванова об ученых трудах магистров ботаники Н. В. Морковина и Л. А. Иванова и приват-доцента В. С. Буткевича; в 4-ых, заключение

---

<sup>8</sup> Отчет о состоянии деятельности Варшавского университета за 1903—1904 академический год. — Варшавские университетские известия, 1904, вып. 6, стр. 51—52.

<sup>9</sup> Этот институт был открыт в 1869 г. в г. Новая Александрия Люблинской губернии (примерно в 50 км от Люблина и 140 км от Варшавы) в бывшем имении князей Черторыжских. В то время он был единственным высшим сельскохозяйственным учебным заведением в Западной России.

<sup>10</sup> Вячеслав Константинович Залесский (1871—1936) — физиолог и биохимик растений, отчасти микробиолог, ученик В. И. Палладина. Закончил Харьковский университет (1893), магистр (1900) и доктор (1912) ботаники, с 1903 г. до конца жизни — профессор физиологии и анатомии растений Харьковского университета. Заслуженный деятель науки, член-корреспондент АН УССР.

профессора П. В. Будрина и, в 5-х, журнал заседаний комиссии по оценке достоинств кандидатов на кафедру физиологии растений с учением о микроорганизмах»<sup>11</sup>.

В центре внимания Совета был отзыв Залесского, согласно которому «из всех кандидатов наименее удовлетворяющим условиям конкурса» он назвал Мережковского, а наиболее отвечающими им — Морковина и Буткевича. Окончательное решение должен был дать Совет. В первоначальном кратком отзыве о кандидатуре Цвета Залесский писал следующее: «Г. Цвет по значению ученых трудов значительно уступает остальным кандидатам на данную кафедру. Г. Цвет не вполне еще овладел методами опытных наук, требующих применения строгих приемов исследования, а также точности и осторожности в выводах, так как без критического отношения к фактам высказывает голословные положения и поспешные заключения. Г. Цвет не обладает также педагогическим опытом»<sup>12</sup>.

Из последующего развернутого анализа, данного Залесским работам Цвета, видно, что в центре внимания рецензента была лишь магистерская диссертация последнего — «Физико-химическое строение хлорофильного зерна». «Автор поставил своей задачей, — писал Залесский, — изучить окрашенные и бесцветные части хлоропластов в их естественной группировке и взаимной связи исключительно посредством «физических методов» исследования, под которыми понимается устранение реактивов, могущих изменить исследуемые вещества. Действуя резорцином на зеленые ткани растений, г. Цвет наблюдает образование зеленых капель, стекающих затем в такого же цвета шары, которые он принимает за естественное тело хлоропластов — «хлороглобин». Молекула последнего состоит, по мнению автора, из окрашенной части — пигментов и бесцветного тела — гипохлорина»<sup>13</sup>. Приводя затем критические отзывы некоторых зарубежных исследователей относительно представлений Цвета о хлороглобине, Залесский продолжает: «Во второй части своей работы<sup>14</sup>, произ-

---

<sup>11</sup> ЦГИА СССР, ф. 741, оп. 2, д. 21, л. 224.

<sup>12</sup> Там же, л. 228.

<sup>13</sup> Там же, л. 229, 229 об.

<sup>14</sup> Имеется в виду не вторая часть диссертации Цвета, посвященная критическому обзору литературы о хлорофилле, а вторая часть исследований, связанных с обнаружением двух форм хлорофилла.

водящей несколько лучшее впечатление, автор переходит к изучению пигментов фантастического хлороглобина, утверждая, что получил впервые чистый хлорофиллин в виде кристаллов синего цвета. Убедительных доказательств и тут не имеется, хотя с критическими замечаниями автора и с преимуществами некоторых его приемов можно согласиться»<sup>15</sup>.

Конечно, Залесский был несправедлив в своей резкой оценке исследований хлороглобина, усмотрев в изменении мнения Цвета о природе носителя хлорофилла в хлороглобине «отсутствие осторожности в выводах». Очевидно, эта резкость объяснялась жесткими условиями конкурса, когда из пяти претендентов надо было выбрать одного — с большим числом исследовательских работ и с большим педагогическим опытом. Так как Петербургская биологическая лаборатория, в которой до того работал Цвет, была известна как частное научно-исследовательское, а не педагогическое учреждение, а в Варшавском университете он не вел лекционного курса, то формально среди конкурентов Цвет оказался менее опытным педагогом. Что касается его работ по хлороглобину, то в те годы они были, действительно, легкочувствительны ввиду отсутствия надежной методики изучения состояния пигментов в живой растительной клетке. Даже в более поздние годы, вплоть до наших дней, этот вопрос не разрешен полностью<sup>16</sup>. Поэтому неудивительно, что именно другая часть работы Цвета — исследования хлорофилла — вызвала у рецензента больше доверия, хотя отсутствие и в данном случае достаточно апробированных и точных методов исследования (Цвет пользовался тогда преимущественно методом дифференциального растворения в сочетании с методом дробного растворения) вновь заставляет его взять под сомнение достоверность заявления молодого ученого о получении им в чистом виде одной из форм хлорофилла — хлорофиллина  $\alpha$ , хотя этот вывод, как показало будущее, был абсолютно правильным. Метод, действительно, был не очень надежным. Это понимал и Цвет, усиленно занявшийся совершенствованием методики исследований растительных пигментов. Но открытие он сделал позже, и Залесский, естественно, не мог предугадать его, будучи знаком

---

<sup>15</sup> Там же, л. 229 об.

<sup>16</sup> См.: *Е. Рабинович*. Фотосинтез, т. 1. М., ИЛ, 1951, стр. 391—394.

лишь с работой Цвета 1901 г.<sup>17</sup> Кандидатуры Цвета и трех других претендентов были отклонены.

Результаты тайного голосования отметили в протоколе заседания Совета: «После ознакомления со всеми указанными данными приступлено было к баллотированию вышеупомянутых кандидатов в алфавитном порядке. Баллотирование дало следующие результаты, а именно: г. Буткевич получил 9 избирательных и 6 неизбирательных шаров, г. Иванов — 2 избирательных и 13 неизбирательных, г. Мережковский — 1 избирательный и 14 неизбирательных, г. Морковин — 9 избирательных и 6 неизбирательных и г. Цвет — 4 избирательных и 11 неизбирательных шаров»<sup>18</sup>. В результате повторного голосования кандидатуры Буткевича и Морковина, набравших одинаковое число баллов, преимущество в один балл получил последний. Таким образом, на освобожденную Залесским должность был избран Морковин.

---

<sup>17</sup> Впервые выдержка из отзыва Залесского о работах Цвета была приведена в кн.: *М. Е. Ивин. У порога великой тайны* (1961, стр. 173), а затем повторена в статьях: *К. И. Сакодынский, П. А. Солуянов. Михаил Семенович Цвет и хроматография* (1968, стр. 120); *K. Sakodinsky. M. S. Tswett — his life* («Journal of Chromatography», 1970, N 49, p. 14) и *K. Sakodinsky. M. S. Tswett — his life and work* (Chromatographia, 1970, N 2, p. 93). Мы обратили внимание К. И. Сакодынского на неправильное освещение этого архивного документа и личности Залесского, который никогда не был «одним из руководителей министерства просвещения царского правительства». Однако в недавно появившихся публикациях К. И. Сакодынского: *Жизнь и научная деятельность Михаила Семеновича Цвета* (Сб. «Успехи хроматографии». М., «Наука», 1972, стр. 20); *Михаил Семенович Цвет («Химия и жизнь», 1972, № 5, стр. 56)*; *Михаил Семенович Цвет и хроматография* (1972, стр. 33) и др. все осталось по-прежнему, кроме определения должности Залесского на этот раз уже как «одного из экспертов министерства просвещения царского правительства», каковым он не был. Не приводя нигде даты написания отзыва — 1903 г., а также не говоря, что в нем анализировалась работа Цвета 1901 г., где не было и не могло быть данных о хроматографии, а речь шла о других методах (в частности, о методе дифференциального растворения), Сакодынский счел возможным, не давая полностью этого отзыва, обвинить Залесского в выступлении против открытия Цвета, о котором Залесскому ничего не было известно, и побудить к тому же зарубежного исследователя И. Хайса, о чем как о положительном моменте Сакодынский дает примечание на стр. 33 в брошюре «Михаил Семенович Цвет и хроматография» (1972).

<sup>18</sup> ЦГИА СССР, ф. 741, оп. 2, д. 21, л. 224 об.



Успешному совмещению педагогической и исследовательской работы Цвета в большой степени способствовали дружеские отношения, которые сложились между ботаниками Варшавского университета. Ивановский, Цвет, Хмелевский, а также сгруппировавшиеся вокруг них студенты старшего курса, избравшие темами своих кандидатских работ ботанические вопросы, образовали небольшой, но очень работоспособный научный коллектив. В центре его внимания стали вопросы, связанные с изучением фотосинтетического аппарата разных растений.

Мы уже описывали исследования Цвета, начатые в Петербурге и продолженные в Варшаве, по изучению растительных пигментов. Та увлеченность и целеустремленность, с которой Цвет отдавался этой работе, привлекала к ней внимание. После завершения своей докторской диссертации о природе мозаичной болезни табака Ивановский тоже занялся изучением пигментов зеленых листьев растений. За 1907—1915 гг. он опубликовал 12 сообщений на эту тему. Основные вопросы исследований Иванова: состояние хлорофилла в живых листьях, причины устойчивости живого хлорофилла к фотолическому действию света, роль желтых пигментов в процессе фотосинтеза, причины смещения адсорбционных полос хлорофилла живых листьев и листовой вытяжки и др. Цвет и Ивановский проводили и вместе спектроскопические и фотометрические исследования фотосинтетических пигментов и обсуждали их результаты.

Научные интересы Цвета и Иванова были близки также и Хмелевскому, который еще в Варшаве начал работать над докторской диссертацией «Материалы к морфологии и физиологии зеленых водорослей» и успешно защитил ее в 1905 г. В ней Хмелевский, в частности, раскрыл строение и функции фотосинтетического аппарата низших растений. Он выяснил роль периноидов, встречающихся в хроматофорах зеленых водорослей в виде образований, красящихся ядерными реактивами. В 1903 г. этот исследователь изучал природу фототаксиса растений.

В 1903—1904 учебном году при кафедре анатомии и физиологии растений выполняли свои кандидатские работы студенты четвертого курса, число которых было максимальным за все время существования этой кафедры. Ф. М. Порождо ставил опыты по изучению окислительных ферментов растений, результаты которых были опублико-

ваны уже в том же году за рубежом и в «Варшавских университетских известиях». В том же направлении работал с тирозиназами А. М. Чартковский. Студенты Р. Кржесимовский и В. Горячковский осваивали методы плодового брожения, а М. Герлях вел наблюдения за размножением дрожжей. Эти исследования проводились, по-видимому, под руководством Ивановского. Изучение же анатомического строения саксаула *Haloxylon Ammodendron*, которым занимался П. Будкевич, а также влияния внешних условий на соотношение между испарением и всасыванием воды растением, исследуемого А. К. Иванским, проходило скорее всего под наблюдением Цвета, так как эти вопросы затрагивались непосредственно в его работах.

Еще в Женеве Цвет опубликовал небольшую заметку с описанием прибора для определения транспирации растений (1896). Интерес к этому явлению сохранился у него и позже, о чем свидетельствует его заявка доклада на XI съезде русских естествоиспытателей и врачей об особенностях анатомического строения саксаула. Позже Цвет опубликовал интересное описание открытого им нового типа водяных устьиц у *Lobelia Dortmanna* (1907) — растения, которое он с интересом наблюдал под Петербургом и описывал в письме в Женеву. Это была единственная работа, в которой участвовали сотрудница Фомина и студент Кржесимовский, что и отмечено в статье. Результаты этого исследования Цвета Габерландт затем включил в свой учебник.

В Варшавский период началось научное сотрудничество Цвета с Немецким ботаническим обществом, в «Докладах» которого опубликовано 16 статей — наибольшее количество его работ, напечатанных за рубежом. Впервые Цвет был командирован в Германию летом 1902 г., и тогда его избрали членом Немецкого ботанического общества. С той же «научной целью», как значилось в документах, совершил он и вторую поездку в Германию летом 1903 г. В этих и последующих командировках за границу одновременно с Цветом выезжал для ознакомления с устройством физических инструментов в германских университетах лаборант кафедры физики Алексей Александрович Трусевич. Так состоялось более близкое знакомство Цвета с его будущим родственником (братом жены), с которым он впервые увиделся еще на XI съезде естествоиспытателей и врачей в Петербурге.

Приближение первой русской революции существенно изменило ход жизни в Варшавском университете. В начале XX в. в Польше, как и самой России, началось пробуждение классового сознания широких рабочих масс и пролетарской молодежи. В польских землях этот процесс усугублялся национальным гнетом, который испытывали на себе поляки со стороны кайзеровской Германии и царской России. В 1904 г. участились рабочие забастовки и «студенческие беспорядки», приобретая все большую остроту. Осенью 1904 г. студенты сорвали начало занятий в университете, а в январе 1905 г. выступили вместе с рабочими. На подавление этой демонстрации была брошена полиция. В течение всего года продолжались совместные выступления студентов и рабочих. Особенно ярко их солидарность проявилась в первомайской демонстрации 1905 г., организованной Ф. Э. Дзержинским.

Регулярные занятия в университете так и не начались. В отчете о работе ботанической лаборатории за 1905—1906 учебный год лишь кратко отмечалось, что «занятия со студентами происходили только в начале 1905 года, но затем прекратились...»<sup>19</sup>. Лекции же не читались совсем. В лаборатории занимались лишь несколько студентов старших курсов, завершавших свои кандидатские работы. Но и они вскоре перестали посещать лабораторию, так как учащейся молодежи запретили доступ в университет. Встал вопрос о прекращении занятий, закрытии университета и даже ликвидации его как научного учреждения, что уже было с ним в 30-е годы прошлого столетия.

До 1907 г. университетскому Совету удавалось отстаивать право на существование этого учебного заведения. Как свидетельствовал один из профессоров университета, не пожелавший назвать себя, автор брошюры «Записка о современном положении Варшавского университета», по всей России студенческие занятия «дезорганизованы, переживают время величайшего неустройства и полной анархии. Разного рода специальные заведения, политехнические и технологические институты, консерватории, университеты — все представляется в каком-то хаотическом состоянии, везде занятия почти не идут, все время препо-

---

<sup>19</sup> Отчет о деятельности Варшавского университета за 1905—1906 академический год. — Варшавские университетские известия, 1906, вып. 5, стр. 29.

даватели и учащиеся не столько занимаются, сколько пытаются приступить к занятиям, делают тщетные усилия войти в колею, из которой все выбиты стихийной силой общего неустройства»<sup>20</sup>.

Хотя занятий в университете не было, но профессора и преподаватели имели возможность продолжать свою научную работу. Летом 1905 и 1906 гг. Цвет получал от университета разрешение на поездку за границу для научных занятий в ботанических университетах Берлина и Кюля.

Так как оплата должности внештатного лаборанта и приват-доцента находилась в полной зависимости от числа занятий и лекций со студентами, то отсутствие таковых сильно ухудшило материальное положение Цвета. Он вынужден был искать работу в тех учебных заведениях, которые еще как-то функционировали. В 1907 г. он стал преподавателем ботаники и сельского хозяйства в Варшавском ветеринарном институте и был занят там два раза в неделю<sup>21</sup>.

Материальные трудности, однако, не могли ослабить того упорства, с которым Цвет продолжал теоретическую разработку и совершенствование своего адсорбционного метода. Он провел сотни опытов, испытал много десятков адсорбентов и растворителей разнообразных смесей, предложил более 120 адсорбентов, пригодных для анализа самых различных веществ, создал опытную установку и разработал приемы пользования ею. Все это Цвет обстоятельно осветил в двух статьях, отправленных в 1906 г. в журнал «Доклады Немецкого ботанического общества» и опубликованных в том же году. Первая из них, «Физико-

---

<sup>20</sup> Записка о современном положении Варшавского университета. Варшава, 1906.

<sup>21</sup> Авторы первой русской биографической справки Цвета А. А. Рихтер и Т. А. Красносельская («Краткая биография [М. С. Цвета]». — В кн.: *М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ*. Л., Изд-во АН СССР, 1946, стр. 230), почерпнувшие ряд биографических данных об ученом из французской публикации Д. Брике (1940), неточно перевели наименование должности в Ветеринарном и Политехническом институтах (*professeur* значит по-французски не только научное звание профессора, но и преподаватель, учитель). В результате почти во всех последующих отечественных работах стал фигурировать неправильный факт об избрании Цвета профессором этих учреждений. Впервые профессорское звание Цвет получил лишь в 1917 г.



*Елена Александровна Трусевич —  
жена М. С. Цвета. Варшава, 1905 г.  
(публикуется впервые)*

химическое исследование хлорофилла. Адсорбции», поступила в редакцию журнала 21 июня, а вторая, «Адсорбционный анализ и хроматографический метод. Применение к химии хлорофилла», — через месяц, 21 июля. Таким образом, зарубежные ученые лишь в 1906 г. смогли впервые познакомиться с методом хроматографической адсорбции и долгое время связывали его открытие именно с этой датой. Все четыре статьи Цвета 1906 г. (кроме двух названных еще две статьи — об ультрамикроскопии и пигментах бурых водорослей) были опубликованы в «Докладах Немецкого ботанического общества». На страницах этого и других немецких и французских журналов в дальнейшем печатались его работы, которые позволяли достаточно полно ознакомиться с результатами исследований русского ученого.

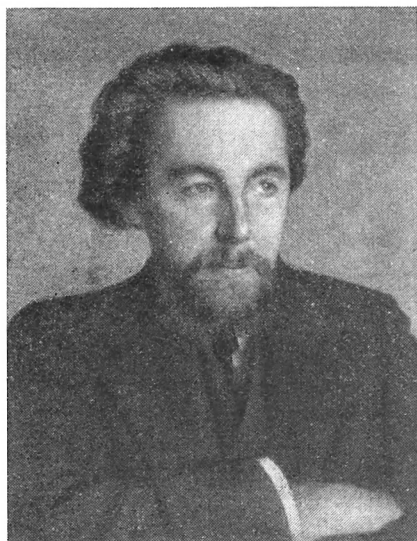
В 1907 г. произошли изменения и в личной жизни Цвета. Он познакомился с Еленой Александровной Трусевич — дочерью чешского учителя Седleckой мужской

гимназии. Елена Александровна довольно рано лишилась отца, и ее мать Мария Ивановна Трусевич также была вынуждена учительствовать, чтобы вырастить детей и дать сыну высшее образование. Алексей Александрович Трусевич закончил в 1899 г. физико-математический факультет Варшавского университета и в ноябре того же года стал штатным лаборантом на кафедре физики.

Чтобы помочь семье (мать к тому времени уже не могла учительствовать), Елена Александровна стала работать в университетской библиотеке. Очень живая, энергичная и деловая, она обратила на себя внимание Михаила Семеновича тем, как быстро и безошибочно ориентировалась в огромном числе книг профессорской библиотеки. Знание же русского, польского, чешского, французского и немецкого языков позволяло ей давать исчерпывающую консультацию по любым научным публикациям. Знакомство с многими из них было необходимо тогда Цвету для работы над рукописью докторской диссертации. Ему доставляло также большое удовольствие разговаривать с Еленой Александровной на языке его детства и юности — по-французски, слушать ее игру на фортепиано во время посещения их дома, любоваться ее рисунками и акварелями. Было решено, что осенью по возвращении из командировки в Германию они пожениятся.

Эта заграничная командировка Цвета в Берлин, как значилось в документах, «для занятий в библиотеке» была самой продолжительной — с 20 марта по 20 августа 1907 г. Ученый решил окончательно завершить работу над некоторыми статьями и рукописью докторской диссертации. Для этого ему необходимо было исчерпывающее знакомство с публикациями последних лет, поступавших в Варшавский университет нерегулярно. Кроме того, его интересовали исследования растительных и животных пигментов, большинство из которых проводились в немецких лабораториях. После напряженной четырехмесячной работы в берлинских библиотеках Цвет выполнил свои намерения: 25 марта и 22 июля он передал две статьи в журнал «Доклады Немецкого ботанического общества» и одну статью — в «Биохимический журнал».

Пребывание в Берлине Цвет использовал также для устной апробации основного пункта своей докторской диссертации — нового метода адсорбционной хроматографии, о котором он уже сделал две публикации в 1906 г.



*М. С. Цвет. Варшава, 1910 г.  
(публикуется впервые)*

в «Докладах Немецкого ботанического общества». 28 июня 1907 г. он выступил на заседании этого общества. Он рассказал о своем методе и показал действие и результаты его использования. О том, как происходило это заседание, свидетельствует следующая протокольная запись: «Г-н Цвет продемонстрировал перед членами общества объекты, которые со всей определенностью доказывали применимость его адсорбционного метода к анализу хлорофиллина: 1) хроматограмм сероуглеродной вытяжки из сухих листьев тисса (*Taxus*), где кроме двух хлорофиллинов и трех ксантофиллинов отчетливо просматривается зеленое кольцо хлорофиллана  $\alpha$  и 2) качественное разделение раствора хлорофилла в петролейном эфире путем физического осаждения пигментов посредством углекислого кальция, при этом в растворе оставался лишь один каротин»<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> Berichte d. deutsch. bot. Gesellschaft, 1907, Bd. 25, S. 267.

После завершения напряженной работы он выехал в Швейцарию, где в то время находилась на лечении от туберкулеза его мачеха Э. А. Цвет вместе с детьми. В небольшое швейцарское местечко Вальдег, где остановилась семья Цветов, по просьбе Михаила Семеновича приехала и Елена Александровна, с которой он познакомил своих родных. Там же состоялась и встреча Цвета с другом его детства и юности — Клапаредом.

По возвращении в Варшаву 16 сентября 1907 г. Михаил Семенович и Елена Александровна поженились<sup>23</sup> и поселились неподалеку от Политехнического института на ул. Моковской, дом 9 (затем д. 7/6). Женитьба во многом улучшила жизненный уклад ученого. В лице Елены Александровны он приобрел горячо любящего и преданного ему человека. Отдаваясь целиком и полностью своим исследованиям, Михаил Семенович не обращал никакого внимания на свой быт и всегда отличался удивительной непрактичностью и неприспособленностью.

Впоследствии Е. А. Цвет вспоминала, что в день ее помолвки она и мать, считавшие ранее неудобным интересоваться бытом Михаила Семеновича, с удивлением узнали, что у него совсем нет никакого жилья и что он ночует в ботаническом кабинете на лабораторном столе. Поэтому с первых же дней их совместной жизни Елене Александровне пришлось взять на себя полностью все заботы о семье, с которыми она успешно справлялась. Признавая ее первенство в семейных делах, варшавские знакомые шутливо называли супругов Цветов «Пани Трусевич с мужем». Елена Александровна была искусной рукодельницей, хорошо рисовала и играла на фортепиано, и нередко вместе с мужем они играли в четыре руки. Для нее стали близкими и научные интересы мужа, что сразу же проявилось в той готовности, с которой Елена Александровна помогала оформлять докторскую диссертацию, готовить к ней иллюстрации. Не замыкаясь в своих семейных заботах, она энергично помогала в организации студенческих столовых,

---

<sup>23</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 26. Архивные документы и воспоминания родных и знакомых Цвета позволяют теперь изменить существовавшее ранее мнение, что «жил он одиноко: видно, научные искания поглощали его целиком, и он не успел даже обзавестись семьей» (*М. Е. Ивин. У порога великой тайны. Л., 1961, стр. 174*).



комитета воспомоществования и в других общественных мероприятиях по улучшению быта студентов.

1907—1908 гг. оказались особенно продуктивными. За это время вышли из печати четырнадцать статей Цвета. Из них лишь одна относилась к анатомии растений, большинство же было посвящено химии хлорофилла и других растительных пигментов — филлоксантина, филлоцианина, «осеннего» ксантофилла и других каротиноидов. Особое внимание уделялось спектроскопическим и спектрофотометрическим исследованиям этих пигментов, дополнявшим хроматографический метод Цвета. Все опыты многократно свидетельствовали о высокой эффективности этого приема исследования. Основные усилия Цвета в 1908—1909 гг. были направлены на организацию печатания своей книги, что оказалось делом нелегким, так как ни Варшавское общество естествоиспытателей, ни университет не имели достаточно средств, чтобы взять на себя ее издание полностью.

После четырехлетнего перерыва, осенью 1908 г., возобновились занятия в Варшавском университете. Однако это обстоятельство мало изменило положение Цвета. Так как в университете обучались лишь вновь принятые студенты первого курса и в программе их занятий курс анатомии и физиологии растений не значился, Цвет по-прежнему не имел возможности вести преподавательскую работу. 18 сентября 1908 г. физико-математический факультет, а 22 сентября и Совет университета ходатайствовали перед попечителем Варшавского учебного округа, которым к тому времени стал известный ботаник В. И. Беляев, «о разрешении приват-доценту Цвету возобновить чтение частного курса общей микробиологии по 1 ч. в неделю»<sup>24</sup>. 13 ноября 1908 г. это разрешение было дано, но приступить к чтению курса Цвету не пришлось. Согласно университетскому отчету за 1908—1909 учебный год, «деятельность ботанической лаборатории ограничивалась специальными научными исследованиями профессора (т. е. Д. И. Ивановского — *Е. С.*) и лаборанта (т. е. Цвета — *Е. С.*), из них первый работал: 1) над клубеньковыми бактериями, 2) по спектрофотометрии листа; второй заканчи-

<sup>24</sup> Протоколы заседаний Совета Варшавского университета за 1908 г. — Варшавские университетские известия, 1911, вып. 3, стр. 56.

вал свое исследование о фотосинтетических пигментах растений и начал печатание его в 1909 г. в «Варшавских университетских известиях»<sup>25</sup>. Однако сообщение о печатании труда Цвета оказалось преждевременным. Работа не была напечатана в университетском журнале, очевидно, ввиду перехода ученого в Варшавский политехнический институт.

Решение оставить университет Цвет принял не сразу. Ему, конечно, не хотелось расставаться с таким сотрудником, как Ивановский. Однако Цвет понимал, что даже после того, когда университетские занятия войдут в обычную колею, он не может рассчитывать после защиты докторской диссертации на ведение курсов по анатомии и физиологии растений, так как другой должности, кроме лаборантской, на этой кафедре не было. Поэтому, когда он узнал о вакантной должности преподавателя ботаники в Варшавском политехническом институте, начавшем свои занятия осенью 1908 г., Цвет обратился 28 августа с заявлением о зачислении его кандидатом на эту должность. К заявлению прилагались жизнеописание и список трудов из 40 названий, последним из которых значилась печатающаяся в Трудах Варшавского об-ва естествоиспытателей работа «Хромофиллы в растительном и животном мире».

Чтобы Цвет успешно прошел конкурс, Ивановский дал обстоятельный отзыв о его научных трудах. «Научные труды г. Цвета, — писал Ивановский, — посвящены главным образом фотосинтетическим пигментам растений. Г. Цвет с самого начала своей научной деятельности совершенно справедливо обратил внимание на то, что для полного разъяснения важнейшего акта растительной физиологии — ассимиляции углерода — необходимо исследование фотосинтетических пигментов, а это последнее возможно только после того, как мы научимся выделять их из растений в возможно неизменном состоянии и установим точную характеристику каждого пигмента в отдельности. Неудача всех ныне уже многочисленных попыток химического исследования хлорофилла объясняется именно упущением из виду этого условия»<sup>26</sup>.

<sup>25</sup> Отчет о состоянии и деятельности Варшавского университета за 1908—1909 академический год. — Варшавские университетские известия, 1909, вып. 6, стр. 35.

<sup>26</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 4.

Описав затем подробно разработанный Цветом метод изучения фотосинтетических пигментов и полученные при этом результаты, Ивановский дал им высокую оценку, отметив при этом, что перечисленными исследованиями научная деятельность Цвета не ограничивается. Ивановский сослался на шесть статей по вопросам физиологии растительной клетки и анатомии растений, написанных Цветом в 1894—1908 гг. «Каждая из этих статей, — отметил он, — содержит частные, но научно интересные и важные наблюдения, а все вместе они доказывают, что г. Цвет и в области морфологии и специально микроскопического исследования является вполне зрелым ученым, способным обогащать науку ценными вкладами. Нельзя не отметить также замечательную продуктивность молодого ученого, успевшего в течение 14 лет опубликовать не менее 40 научных статей.

В общем я полагаю, — заключил Ивановский, — что научные труды г. Цвета показывают, что он является зрелым и самостоятельным ученым, прекрасно владеющим научными методами исследования и успевшим уже завоевать себе видное место в науке»<sup>27</sup>.

2 октября 1908 г. отзыв Ивановского был представлен на объединенное заседание химического и горного отделений Политехнического института, которые единогласно избрали Цвета преподавателем ботаники. 13 октября 1908 г. этот же вопрос рассматривался на Совете института, который утвердил решение отделений. 5 ноября Цвет получил уведомление директора Политехнического института В. П. Амалицкого об избрании его преподавателем этого учебного заведения и просьбу «немедленно вступить в исполнение своих обязанностей»<sup>28</sup>. При этом Амалицкий сообщал, что Цвет допущен к чтению лекций и ведению практических занятий на химическом и горном отделениях «по найму» впредь до утверждения решения институтского Совета министром торговли и промышленности, в ведении которого находился Политехнический институт. Это утверждение Цвета последовало лишь 28 февраля 1909 г. В № 12 «Вестника финансов, промышленности и торговли» за 1909 г. появилось сообщение о том, что «переводится на службу по министерству тор-

---

<sup>27</sup> Там же, л. 5 об.

<sup>28</sup> Там же, л. 11.

говли и промышленности... сверхштатный лаборант по кафедре анатомии и физиологии растений Императорского Варшавского университета, магистр ботаники, коллежский асессор Цвет штатным преподавателем ботаники Варшавского политехнического института Императора Николая II со 2 октября 1908 г.»<sup>29</sup>.

Политехнический институт — в то время самое молодое высшее учебное заведение в Варшаве — был создан по инициативе польской общественности, собравшей для этой цели миллион рублей. Впоследствии местное общество собрало более 900 тысяч рублей дополнительно к тем полутора миллионам, которые русская казна выделила на строительство института. Политехнический институт открылся в 1898 г. В то время это было единственное высшее учебное заведение в Польше, которое готовило технических специалистов, поэтому польская общественность внимательно относилась к его нуждам. Имело значение и то, что 65% учащихся в нем — около тысячи студентов — составляла польская молодежь.

Так как ботаника не была основным предметом в Политехническом институте, то в первые годы (1898—1901) лекции по этому предмету читал В. И. Палладин, но основную работу он вел в университете. После его отъезда из Варшавы ботанический и микробиологический курсы вместе с практическими занятиями стал вести магистр ботаники Н. В. Морковин. Но в 1903 г., пройдя конкурс в Ново-Александровский сельскохозяйственный институт, Морковин освободил эту должность и ее занял В. С. Буткевич, который вел аналогичный курс и в Ветеринарном институте. После защиты в мае 1905 г. в Московском университете магистерской диссертации Буткевич прекратил занятия в Политехническом институте и занял в сентябре того же года кафедру физиологии растений и микробиологии в Ново-Александровском институте сельского хозяйства и лесоводства, а его должность осталась свободной.

Осенью 1908 г. Политехнический институт открылся, и начался набор студентов. Цвет должен был читать в течение всего года лекции по ботанике и микробиологии студентам первого курса химического и горного отделений, а также вести практические занятия, что тогда было особенно сложным из-за предшествующего закрытия

---

<sup>29</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 3 об.

института. О характере этих занятий свидетельствует один из отчетов, составленный Цветом и повторяемый с незначительными изменениями на протяжении ряда лет: «Практические занятия по ботанике велись под руководством преп. М. С. Цвета и состояли в ознакомлении студентов с общими приемами микроскопии и микротехники, в изучении на приготовленных ими самими препаратах строения живой клетки, ее технически важных включений и выделений (углеводы, протеины), тканей: кроющих (кожица, пробка, корка), проводящих (ксилема, флоэма, млечники), механических (лубяные и либриформные волокна, колленхима), выделительных (смоляные ходы) и ассимиляторных, а также распределения названных тканей в стеблях (стволах) и листьях высших растений, в исследовании волокнистых веществ нерастительного происхождения (шерсть, шелк) и в производстве микроскопического и микрохимического анализа технических тканей и бумаги. Занятия сопровождались обязательным зарисовыванием в тетради видимого в микроскоп.

Студенты делились на 4 группы, каждая группа занималась по два часа каждую вторую неделю; руководитель имел 4 часа еженедельно для занятий»<sup>30</sup>.

Одновременно Цвет принял заведование ботаническим кабинетом, для организации нормальной работы которого он затратил немало времени и безвозмездного труда, необходимого, по его свидетельству, «не только для заготовления обильного материала, но и составления по возможности обширных коллекций микро- и макрохимических препаратов»<sup>31</sup>, которых до того времени в кабинете не было. Однако это, по выражению ученого, «сложное и хлопотливое» дело, очевидно, из-за деликатности и непрактичности Цвета так и не было оплачено соответствующей суммой, которую регулярно получали его предшественники. Ему лишь было разрешено совмещать преподавание ботаники в Ветеринарном институте, что никак нельзя было рассматривать как компенсацию за неоплаченный труд в Политехническом институте.

Подготовка к чтению курса по ботанике и микробиологии в техническом институте, ведение практических заня-

<sup>30</sup> Отчет о состоянии Варшавского политехнического института за 1909/1910 учебный год. — Известия Варшавского политехнического ин-та, 1911, вып. 1, стр. 28—29.

<sup>31</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 37.

тий и устройство ботанического кабинета при отсутствии помощников (лишь в 1912 г. в помощь Цвету был приглашен лаборант) в первый год работы Цвета в Политехническом институте и в Ветеринарном институте отнимали настолько много времени, что в 1909 г. не появилось ни одной его научной статьи. Правда, немало времени в тот год он потратил на печатание рукописи о растительных и животных хромофиллах, которую из-за большого объема оказалось невозможным опубликовать ни в «Варшавских университетских известиях», ни в «Трудах Варшавского общества естествоиспытателей». Лишь общими усилиями университета, Политехнического института и Варшавского общества естествоиспытателей работа Цвета «Хромофиллы в растительном и животном мире» вышла в свет самостоятельным изданием весной 1910 г., т. е. через два года после ее представления в печать.

Задержка с печатанием итоговой работы о своем методе побудила Цвета продолжить учет выходящей за последнее время литературы о растительных и животных пигментах, чтобы включить ее затем дополнительно в книгу. Так как революционные события 1905 и последующих годов нарушили регулярное поступление в варшавские библиотеки научной литературы, то, как уже отмечалось выше, для обстоятельного знакомства с нею Цвет выезжал в Германию. Такую же командировку ему разрешили и в каникулярное летнее время 1909 г. Но на этот раз его спутницей и помощницей была Елена Александровна. Одновременно Цвет пользовался также случаем обсудить те или иные вопросы по своей задерживающейся с печатанием монографии, чтобы определить отношение зарубежных коллег.

Не дожидаясь выхода книги, Цвет решил апробировать ее основные положения в кругу ботаников, химиков и физиков на XII съезде русских естествоиспытателей и врачей, который должен был состояться с 28 декабря 1909 г. по 6 января 1910 г. Для этого съезда Цвет подготовил два доклада: «Новый физический метод анализа пигментных смесей и применение его к исследованиям хлорофилла (с демонстрациями)» для ботанической секции и «К познанию явлений адсорбции» — для секции физики. Цвет был командирован в Москву с 27 декабря 1909 по 7 января 1910 г. и прибыл туда вместе с Ивановским и Хмелевским. Так как по программе съезда заседания секций

ботаники и физики, на которых были запланированы доклады Цвета, совпали, то он отдал предпочтение первому из них.

Утром 31 декабря в помещении ботанического кабинета Московского университета Цвет сделал доклад о созданном им новом методе анализа пигментных смесей различной природы. Он обратил внимание на необходимость разработки физических методов исследования растительных и животных пигментов. Изложив основы разработанного им адсорбционного метода, Цвет отметил, что сведения об этом методе им уже опубликованы и «нашли в руках нескольких исследователей разностороннее применение»<sup>32</sup>. В этом сообщении он впервые использовал в русской публикации термин «хроматограмма». После сообщения Цвет продемонстрировал приборы, служащие для хроматографического анализа, а также консервированные хроматограммы естественного и модифицированного хлорофилла. Кроме того, он показал спектры хлорофиллинов  $\alpha$  и  $\beta$ , эфирный раствор хлорофиллина  $\alpha$  синего цвета — химически чистый компонент хлорофилла. Содержание доклада и иллюстрации не вызвали обсуждения. Цвету задали лишь один вопрос: профессор Московского университета биохимик растений В. А. Тихомиров заинтересовался, какими водорослями пользовался ученый при изучении пигмента фикофеина.

Интерес участников съезда к новым методам ботанических исследований и приборам для проведения физиологических и биохимических опытов был очень высок. Для удовлетворения этого интереса в помещении ботанического кабинета были, как сообщалось в программе съезда, «выставлены все приборы, предназначенные для практических групповых и специальных занятий по физиологии растений, приборы и аппараты, служащие для демонстрации опытов во время лекций, а также инструменты и приборы, предназначенные для работ по физиологии и анатомии растений»<sup>33</sup>. Доклады, связанные с этой темой, обсуждались особенно активно. Примером может служить доклад В. Н. Любименко, сопровождавшийся показом сконструированного им спектроколори-

---

<sup>32</sup> Дневник XII съезда русских естествоиспытателей и врачей. М., 1910, стр. 271.

<sup>33</sup> Там же, стр. 35.

метра — прибора для количественных определений хлорофилла. По поводу использования прибора состоялся довольно продолжительный критический обмен мнениями, в котором принял участие и Цвет. Он обратил внимание Любименко на сложность состава хлорофилла и рекомендовал при определении концентраций зеленого пигмента учитывать количество его отдельных компонентов — хлорофиллинов  $\alpha$  и  $\beta$ .

На XII съезде естествоиспытателей и врачей научный авторитет Цвета значительно вырос. На заседании ботанической секции, проходившем 5 января 1910 г., он был избран почетным председателем и вместе с секретарем Н. А. Максимовым вел заседание. Цвет активно выступал при обсуждении ряда докладов. Так, по докладу Ивановского «О хлорофилле в живых хлоропластах» Цвет вместе с Любименко усмотрел «в теории докладчика ту маленькую дисгармонию, что коллоидальный раствор хлорофилла, обладающий устойчивостью на свету, не воспроизводит спектра листа, а препарат хлорофилла, имеющий спектр листа, на свету неустойчив»<sup>34</sup>, когда согласно рассуждениям докладчика должно было бы быть наоборот. При обсуждении сообщения В. Н. Палладина «К физиологии каталазы и редуктазы» Цвет усомнился в возможности судить об активности каталазы по количеству пены, образующейся после прибавления перекиси водорода, так как оно зависит не только от количества выделяющегося кислорода, но и от свойств жидкости, в частности от наличия в ней органических веществ. Цвет высказал свое мнение также и по другим докладам: В. Н. Любименко «Об отношении между энергией разложения  $\text{CO}_2$  и накоплением сухого вещества у зеленых растений при действии различных групп цветных лучей света», Ф. Н. Крашенинникова и Н. Н. Киселева «Об утилизации растением воды, поглощаемой почвою из воздуха», А. А. Рихтера «К вопросу о смерти от холода низких растений», М. И. Ляховецкого «Новый метод изучения двигательной функции у бактерий» и С. А. Мокржецкого «Новые данные по внекорневому питанию с целью лечения растений». Все это — свидетельство того, как выросли интересы Цвета к раз-

---

<sup>34</sup> Дневник XII съезда русских естествоиспытателей и врачей. М., 1910, стр. 270.



личным областям биохимии и физиологии растений и особенно к методам их исследования.

Несмотря на то что Цвет не смог прочесть свой второй доклад «К познанию явлений адсорбции», объединенное заседание секций химии и физики напечатало тезисы этого доклада в «Дневнике съезда» наряду с прочитанными. Из них видно, что в данном вопросе Цвет обращал внимание на удобство изучения законов физической адсорбции, в частности изотермы Фрейндлиха, с использованием тех свыше ста адсорбентов и ряда органических растворителей, с которыми он работал при разделении пигментов. Кроме того, он отмечал некоторые теоретические положения элективной адсорбции, использованной им для аналитических целей.

Возвратившись в Варшаву, Цвет включил несколько аннотаций на работы по растительным пигментам в раздел «Дополнение» публикуемой рукописи, а также написал к ней предисловие. Летом 1910 г. книга «Хромофиллы в растительном и животном мире» наконец вышла из печати, и в начале учебного года Цвет представил ее в Варшавский университет для защиты в качестве докторской диссертации.

Книга подразделялась на три части. Первая ее часть была посвящена истории и методологии исследуемого вопроса. Описав и сравнив между собой существовавшие тогда методы исследования листовых пигментов — адсорбционный, дифференциального растворения, химический и оптический, — Цвет убедительно показал преимущество первого из них. Вторая часть книги включала в себя три раздела, в которых освещались результаты изучения хромофиллов высших растений, водорослей и бактерий, а также флагеллатов и животных. Здесь Цвет подробно изложил данные о физических и химических свойствах хромофиллов, влияние на их целостность различных факторов окружающей среды, а также историю вопроса, которая его очень интересовала. Третья часть книги была посвящена вопросу энергетики хромофиллов: поступлению и расходованию солнечной энергии, доступности различных ее видов для растений и космической роли растений в процессе фотосинтеза.

Для тех, кто не имел возможности познакомиться с этим трудом, имеющим довольно значительный объем, Цвет написал тезисы, которые включали в себя восемнад-

цать основных положений диссертаций. Они-то и выносились на обсуждение всех участников дискуссии.

Защита докторской диссертации Цвета состоялась 28 ноября 1910 г. Для Варшавского университета этот диспут стал своего рода историческим фактом: впервые в его стенах состоялась защита на соискание ученой степени доктора ботаники. Кроме того, это была первая докторская диссертация, защищавшаяся на физико-математическом факультете после длительного закрытия университета. Поэтому неудивительно, что на диспуте присутствовало много интересующихся, в том числе и студентов. О том, как он проходил, вспоминает профессор ботаники Ростовского педагогического института А. А. Приступа, который осенью 1910 г. только что поступил на первый курс естественного отделения Варшавского университета: «Защита была назначена в самой большой — 3-й аудитории, где обычно читались лекции по русскому языку. Однако к началу диспута собралось так много желающих присутствовать на нем, что аудитория оказалась мала, и поэтому было решено перенести защиту в актовый зал университета. Официальными оппонентами были уже известные мне тогда университетские профессора — заведующий кафедрой физиологии растений Дмитрий Иосифович Ивановский, заведующий кафедрой ботаники Викентий Фердинандович Хмелевский и заведующий кафедрой неорганической химии Венедикт Викторович Курилов. В те годы я был еще несмышленищем и мало что уразумел по существу обсуждаемых вопросов; меня больше интересовала процедура защиты. В речи проф. Цвета отчетливо чувствовалась неправильность ее, особенно сказывающаяся в ударениях на конце слов на французский манер. Несколько выше среднего роста, худощавый, с правильными чертами немного вытянутого лица, обрамленного бородкой, он держался спокойно и уверенно. Так же спокойно и уверенно отвечал на вопросы оппонентов, в частности Хмелевского, интересовавшегося растениями, из которых для исследования извлекались пигменты»<sup>35</sup>.

Конечно, успех защиты Цветом докторской диссертации был обеспечен ее ценным научным содержанием. Однако раскрыть и оценить должным образом это содер-

---

<sup>35</sup> Письмо А. А. Приступы автору книги.

жание присутствующим в значительной степени помог Ивановский, хорошо знакомый с исследованиями Цвета еще со времен Петербурга. Выступление Ивановского на диспуте по докторской диссертации Цвета не сохранилось, однако остался его письменный отзыв об этой и других работах диссертанта, написанный незадолго до защиты и свидетельствующий об отношении к ним основного оппонента Цвета. «Поставив себе задачей, — писал Ивановский, — выработать надежные методы выделения пигментов фотосинтеза и установив их характеристику, г. Цвет еще в магистерской диссертации своей «Физико-химическое строение хлорофильного зерна» 1901 успел уже наметить пути и получить результаты, существенно изменявшие господствовавшие в этом вопросе воззрения. В последующее затем время в целом ряде публикаций (около 20 статей в различных, преимущественно заграничных, журналах) он настойчиво стремится к усовершенствованию методов исследования и устанавливает массу новых факторов или исправляет показания предыдущих исследователей. Ему удалось выработать чрезвычайно остроумный метод *физического* анализа пигментов, дающий желательную гарантию их целости, что ввиду дознанной крайней лабильности этих веществ представлялось делом нелегким. Г. Цвет пользуется для этого свойством физической адсорбции пигментов к пористым или порошкообразным телам и таким образом, без применения каких бы то ни было химических агентов, всегда деформирующих эти вещества, достигает весьма совершенного им разделения. Вытяжка из листьев, профильтрованная через колонку углекислой извести, дает г. Цвету полную и весьма отчетливую хроматограмму всего сложного комплекса фотосинтетических пигментов, содержащихся в зеленом хлоропласте.

Выработав метод, г. Цвет применил его к различным группам растений, что дало ему возможность установить не подозревавшееся до сих пор разнообразие фотосинтетических пигментов у растений и исправить многие ошибки предыдущих исследователей. Он показал, что классический «зеленый компонент» хлорофилла — предмет многочисленных химических исследований — не имеет реального существования: химия хлорофилла должна считаться с двумя флуоресцирующими компонентами — синим хлорофиллином  $\alpha$  и зеленым хлорофиллином  $\beta$ .

Оба пигмента изолированы г. Цветом в значительном количестве и установлены подробно их спектральные свойства, равно как и относительное оптическое участие их в светопоглощении цельного хлорофилла. Нефлуоресцирующие, желтые пигменты в числе не менее четырех отделены и спектроскопически характеризованы. Вообще разработанный г. Цветом хроматографический адсорбционный метод позволяет разложение на компоненты любой смеси пигментов, отделение и титрование их, а следовательно, позволяет приступить к аналитическому исследованию зависимости образования или разрушения пигментов от внешних условий.

В области пигментов водорослей главным результатом является установление природы пигмента феофицией. Бурая, легко переходящая в зеленую окраска этих водорослей оказалась обусловленной не классически растворимым в воде фикофеином, а особым, растворимым в спирте пигментом, обладающим характерным спектром; флуоресцирующий же комплекс пигментов бурых водорослей отличается от такового же высших растений тем, что хлорофиллин  $\beta$  заменен в нем третьим членом той же группы — хлорофиллином  $\gamma$ , обладающим своим характерным спектром.

Выяснение весьма сложной природы хлорофилла и получение чистых препаратов его компонентов позволяют с большей надеждою на положительные результаты приступить к их химическому исследованию. В этом направлении г. Цвету удалось уже выяснить, что столь много шумевшие в последнее время филлоксантин и филлоцианин Мархлевского и Шенка, считавшиеся продуктом кислотного расщепления хлорофилла, на самом деле представляют дериваты различных пигментов: первый — хлорофиллина  $\beta$ , второй — хлорофиллина  $\alpha$ . Вообще первым продуктом изменения хлорофиллинов под влиянием кислот являются хлорофилланы  $\alpha$  и  $\beta$ , которые г-ном Цветом получены и спектроскопически обследованы в чистом виде. Феофитин Вильштеттера, исследования которого в самое последнее время обратили на себя общее внимание, по данным г. Цвета, является смесью именно этих обоих хлорофилланов.

В общем, — заключал Ивановский, — исследования г. Цвета производят настоящий переворот в учении о фотосинтетических пигментах и обеспечивают ему выдаю-

щееся место среди исследователей этого вопроса. Я не могу, конечно, претендовать взять на себя оценку, насколько твердо установлены г. Цветом все весьма многочисленные сообщаемые им факты: предыдущая история этого вопроса науки учит быть крайне осторожным в решительных приговорах. Но я могу с полной уверенностью утверждать, что, когда будет, наконец, полное разъяснение природы фотосинтетических пигментов, этим успехам наука в значительной степени будет обязана трудам г. Цвета, подготовившего почву для стоящего на очереди, но доселе не удававшегося химического исследования»<sup>36</sup>. Слова Иванова оказались пророческими, но признанию заслуг Цвета суждено было ждать еще ряд десятилетий.

О результатах дискуссии по докторской диссертации Цвета свидетельствует протокол соответствующего заседания физико-математического факультета Варшавского университета: «Выслушав отзывы профессоров Иванова, Хмелевского и Курилова о работе г. Цвета, а также представленные г. Цветом на возражения оппонентов соответствующие разъяснения, физико-математический факультет единогласно постановил: защиту представленной Цветом диссертации и данные им на диспуте разъяснения считать удовлетворительными. Положили: Утвердить г. Цвета в степени доктора ботаники и выдать ему диплом»<sup>37</sup>. 9 декабря 1910 г. Совет университета утвердил Цвета в этой степени, а 15 марта 1911 г. ему был выдан диплом, подписанный ректором И. Трепицыным, деканом физико-математического факультета П. Митрофановым и секретарем Совета М. Керенским.

Освободившись от забот, связанных с опубликованием и защитой докторской диссертации, Цвет с прежней энергией продолжил свои исследования по химии хлорофилла. Уже в 1910 г. появились две его статьи в русском и немецком журналах, где на основании использования созданного им хроматографического метода исследователь доказывал справедливость своего прежнего утверждения 1900 г. о неоднородном составе так называемого кристаллического хлорофилла, долгое время ошибочно считавшегося натуральным неизменным зеленым пигментом.

<sup>36</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 4—5 об.

<sup>37</sup> Варшавские университетские известия, 1912, вып. 5, стр. 114.

В следующем 1911 г. появилось уже восемь публикаций Цвета, из которых лишь одна носила характер рецензии, будучи посвящена критической оценке учебного пособия по анатомии растений. Остальные же освещали результаты его экспериментальной работы по дальнейшему изучению растительных пигментов, в частности каротиноидов, а также по разработке гипотезы о механизме переноса энергии фотосинтеза. По-прежнему в центре внимания исследователя стоял вопрос о методах изучения биохимической природы органических соединений. То, что все эти статьи были опубликованы в немецких и французских журналах, в значительной степени объясняется той научной связью, которая возникла у Цвета летом 1911 г. во время посещения Берлина, Парижа, Амстердама, Лейдена и Дельфта с целью изучения постановки преподавания микробиологии в специальных высших учебных заведениях и институтах Европы.

Стремясь к расширению своих исследований, Цвет очень тяготился отсутствием необходимого для этого времени, почти полностью занятого ведением всех ботанических дисциплин, большая часть которых была далека от его научных интересов. Кроме того, его работы не встречали поддержки со стороны руководства института, которое считало, что хроматографическое исследование пигментов растений не соответствует профилю технического учебного заведения. В стенах Политехнического института Цвет не нашел коллег, с которыми мог бы делиться своими мыслями о дальнейшем совершенствовании и использовании разработанного им метода, хотя среди них были специалисты по химической технологии, знакомые с производством пигментов, с окрашиванием и печатанием тканей, технологией переработки нефти и другими процессами, для развития которых хроматография в дальнейшем оказала большие услуги.

Вот почему, узнав об уходе в отставку заслуженного профессора Московского университета К. А. Тимирязева в начале 1911 г., Цвет сразу же направил в министерство народного просвещения в Петербург необходимые для участия в любом конкурсе автобиографию и список работ. Не довольствуясь этим, он послал затем 12 марта 1911 г. письмо на имя министра народного просвещения с объяснением причин, побудивших его искать новое место работы. «Благодаря независимости моих научных исследо-



*М. С. Цвет в кругу родных. Москва, 1911 г. Слева направо: В. С. Цвет-Колядинский, М. С. Цвет, В. С. Цвет, Э. А. Цвет, Н. С. Цвет и А. С. Цвет-Колядинский*

ваний, — писал Цвет, — идущих в разрез с существующими ранее в данной области взглядами, — исследований, получивших, впрочем, за последние годы общее признание в европейской части, я вынужден, имея за собой в настоящее время более 15 лет научной деятельности и степень доктора ботаники, довольствоваться второстепенным местом преподавателя в Варшавском политехническом институте, да и то, предоставленное мне лишь два года тому назад. Обиднее всего, — продолжал он, — что неудовлетворительные условия постановки моего предмета как второстепенного в техническом учебном заведении — между прочим, отсутствие ассистента — тяжело отзывалось на моей научной работе, которой приходится отдаваться лишь урывками»<sup>38</sup>.

Очевидно, просьба Цвета и его кандидатура даже не обсуждались, так как в то время в Московском университете решался вопрос о ботанике Н. М. Гайдукове, оставившем работу в Киевском университете еще в 1909 г. и переехавшем жить в Москву. 15 марта 1911 г. ректор

<sup>38</sup> ЦГИА СССР, ф. 733, оп. 155, д. 65, л. 92—92 об.

университета обратился к попечителю московского учебного округа с просьбой о принятии в число приват-доцентов по кафедре ботаники магистра Н. М. Гайдукова. После тщательной проверки благонадежности Гайдукова, что в значительной степени упрощалось его проживанием в Москве, попечитель московского учебного округа направил министру просвещения в Петербург, где находились документы Цвета, сообщение о принятии 26 мая 1911 г. на кафедру ботаники Московского университета Гайдукова. Это и решило вопрос о просьбе Цвета отрицательно.

В конце 1911 г. Цвет был командирован в Петербург для участия в работе II Менделеевского съезда по общей и прикладной химии и физике, проходившего с 21 по 28 декабря. Председателем съезда избрали профессора Н. А. Умова, который в первый день общего заседания произнес речь о характерных чертах и задачах естественнонаучной мысли того времени. Докладом Цвета «Современное состояние химии хлорофилла» открылось утром 22 декабря заседание секции биохимии и биофизики. Кроме него, на секции выступали с докладами В. М. Арциховский, Ф. Н. Крашенинников, А. Г. Генкель, В. В. Лепешкин, Н. А. Максимов, А. А. Рихтер и другие ботаники-физиологи, в обсуждении же приняли участие А. С. Фаминцын, В. Л. Омелянский, П. С. Коссович, В. Н. Любименко, А. И. Набоких и др.

Интересным мероприятием съезда была организация выставки приборов. Стремясь по возможности полнее показать уровень физико-химических исследований того времени, организаторы съезда обратились к русским и зарубежным мастерам, изготавливавшим научные приборы, с просьбой прислать свои новейшие модели. На эту просьбу откликнулись иностранные и отечественные фирмы. Кроме того, ряд самодельных приборов предоставили частные лица Варшавы, Волыни, Москвы, Петербурга, Уфы и Харькова. Экспонаты выставки были размещены в Физическом институте. Преобладали оптические приборы, в их числе был и люминоскоп Цвета, о чем свидетельствовало особое объявление: «На выставке будет демонстрирован люминоскоп, прибор для наблюдения флуоресценции и опалесценции, построенный М. С. Цветом»<sup>39</sup>.

<sup>39</sup> Дневник II Менделеевского съезда. СПб., 1911, № 8, стр. 94.



Вскоре после съезда Цвет получил из Петербурга приятное сообщение о том, что 29 декабря на заседании Комиссии физико-математического отделения Академии наук его труд «Хромофиллы в растительном и животном мире» удостоен Большой премии им. М. Н. Ахматова<sup>40</sup>. Работу Цвета рекомендовал академик А. С. Фаминцын. «Труд этот (в 366 стр.), — писал Фаминцын, — представляет продолжение исследований, изложенных проф. Цветом в его работе 1901 г. «Физико-химическое строение хлорофильного зерна» (268 стр.). Наиболее ценный результат этого труда (т. е. книги 1910 г. — *Е. С.*) составляет выработанный проф. Цветом новый *адсорбционный* метод, дающий возможность исследовать с гораздо большей точностью, чем другими употребляемыми способами, хромофиллы в вытяжках из растений различными растворителями»<sup>41</sup>. Фаминцын обратил особое внимание на то, что «лозунгом» своей работы Цвет считает «возможное устранение хромофиллов от всякого химического воздействия как при процедурах извлечения, так и от той новой среды, которой является избранный растворитель»<sup>42</sup>.

Подробно осветив основы метода адсорбционного анализа, разработка которых была начата в работе 1901 г., Фаминцын дал обстоятельный анализ всех трех частей докторской диссертации Цвета 1910 г. Высоко оценив две первые из них, рецензент не согласился полностью с положением об энергетике хлорофиллов, высказанных Цветом в третьей части его труда. «Ввиду того, однако, — заклю-

---

<sup>40</sup> Премия Михаила Николаевича Ахматова учреждена Академией наук в 1908 г. «за оригинальные сочинения по всем отраслям научных знаний и изящной литературы, писанные русскими поданными и на русском языке». Присуждение наград производилось ежегодно по трем отделениям Академии: физико-математическому, историко-филологическому и русского языка и словесности. Каждое отделение имело право назначить одну большую премию в 1000 рублей и три малых по 500 рублей. Цвет принял участие в третьем конкурсе на соискание премии им. М. Н. Ахматова. В 1911 г. три малые премии по физико-математическому факультету получили биологи: за ботанические работы Н. В. Цингер и И. К. Пачесский, за зоологическую — П. П. Сушкин.

<sup>41</sup> А. С. Фаминцын. Отзыв о работе М. С. Цвета «Хромофиллы в растительном и животном мире» (Варшава, 1910 г.) — В сб. отчетов о премиях и наградах за 1911 г., присуждаемых Академией наук. Ггр., 1916, стр. 14.

<sup>42</sup> Там же, стр. 14—15.

чил Фаминцын, — что оно имеет в труде г. Цвета лишь второстепенное значение и стоит вне связи с его методами адсорбции, главной задачи его труда, я полагаю, что при обсуждении научной ценности труда проф. Цвета положение это не может послужить препятствием к выдаче ему полной премии Ахматова в 1000 рублей, о чем и имею честь ходатайствовать перед Комиссией»<sup>43</sup>. Ходатайство Фаминцына члены Комиссии поддерживали единогласно. Это было одно из последних радостных событий в жизни Цвета.

Первым вестником предстоящих тяжелых испытаний, неотступно преследовавших Цвета последние годы его жизни, явилось серьезное ухудшение его слабого здоровья. Сказались напряженный исследовательский труд в неблагоприятных научных и материальных условиях, большая педагогическая нагрузка и полная отдача всех сил любимому делу разработки и совершенствования хроматографии. В сентябре 1911 г. в результате операции по удалению аденоидов Цвет потерял много крови и болезнь приковала его к постели. Он не смог приступить к ведению занятий; он дал в дирекцию Политехнического института соответствующие объяснения, подтвержденные оперировавшим его врачом Дмоховским, сообщавшим, что Цвет «в продолжение двух недель исполнять служебные обязанности не может»<sup>44</sup>. Однако, еще полностью не окрепнув, Цвет должен был приступить к работе, что в дальнейшем привело к осложнению на сердце.

К физическому недомоганию, вызванному большой потерей крови, добавилось расстройство нервной системы. 10 апреля 1912 г. невропатолог Войскевич констатировал, что «Михаил Семенович Цвет страдает... сильным нервным истощением и нуждается для восстановления здоровья в полном отдыхе, в связи с курсом гидротерапии. Желательно пребывание на море, а затем в горах»<sup>45</sup>. Положение усугублялось также тем, что встала необходимость повторной операции. 22 апреля 1912 г. врач Э. Юргенс свидетельствовал: «Доктор ботаники Михаил Семенович

---

<sup>43</sup> А. С. Фаминцын. Отзыв о работе М. С. Цвета «Хромофиллы в растительном и животном мире» (Варшава 1910 г.) — В сб. отчетов о премиях и наградах за 1911 г., присуждаемых Академией наук. Пгр., 1916, стр. 20.

<sup>44</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 45.

<sup>45</sup> Там же, л. 57.

Цвет страдает гнойным воспалением решетчатой кости правой стороны и нуждается в операции в самом скором времени во избежание значительного вреда для организма. Необходим и продолжительный отдых после операционного периода для восстановления здоровья пациента, лучше всего в гористой или лесистой местности»<sup>46</sup>.

Ходатайство Цвета о предоставлении ему отпуска для лечения с 19 апреля по 20 июня было удовлетворено, и лето 1912 г. Михаил Семенович и Елена Александровна провели в небольшом австрийском городке Аббария-Софрана. При отъезде Цвет получил на лечение единовременное пособие в размере 200 рублей. Однако осложнение болезни потребовало значительно больших средств, чем он располагал. Вот почему Елена Александровна решилась втайне от мужа обратиться 25 мая 1912 г. с письмом к директору Политехнического института В. П. Амалицкому и просить его содействия в оказании помощи для продолжения лечения Михаила Семеновича. «Кажется, мне не надо и говорить Вам, — писала она, — как мы с мужем скромны вообще, как стараемся и даже умеем бережливо устроиваться, избегая также по возможности помощи со стороны; и если б не крайность, как в данном случае, не обратились бы и вообще с просьбой о пособии. Муж щепетилен до того, что, не желая как бы разжалобивать, не захотел даже представить выданное ему более серьезное медицинское свидетельство и настоял на смягченной редакции его. Может быть, потому и сочли состояние его «пустячным»... Между тем еще до операции, когда не предвиделись случившиеся потом осложнения, врач нашел общее состояние мужа далеко, далеко не удовлетворительным и настаивал на поездке на южное море для подкрепления, затем на необходимости проделать курс гидротерапии, по возможности в санатории.

После же операции сильные кровоизлияния, повторявшиеся с некоторыми промежутками два раза, ослабили мужа вконец. Он ведь лежал две недели (Юргенс опасался анемии мозга), пока, наконец, я смогла увезти его, и теперь он еще очень слаб, все больше лежит и спит. Я же думаю невеселую думу, как свести концы с концами, как устроить так, чтобы его лечить; довести лечение до конца, а не... свести на нет все затраченные на этот раз мате-

---

<sup>46</sup> Там же, л. 58.

риальные и нравственные усилия. Делать больше долгов, чем у нас уже набралось теперь, мы положительно не в состоянии. Одна надежда на то, что институт все-таки захочет прийти на помощь и даст возможность своему всегда, кажется, аккуратному и добросовестному служащему восстановить расшатанное здоровье»<sup>47</sup>. Просьба Елены Александровны была удовлетворена, и Михаилу Семеновичу выдали дополнительное пособие в размере 250 руб., а для работы в ботаническом кабинете решено было наконец пригласить лаборанта.

С сентября 1912 г. эту должность занял Владимир Андреевич Штернов. После летнего лечения Цвет несколько окреп и мог вновь приступить к работе. Он был очень рад помощи Штернова и вообще приходу в институт человека, имеющего кроме него отношение к ботанике. Между ними сложились хорошие, дружеские отношения, и Цвет не раз обращался в дирекцию института с ходатайством о выплате Штернову жалования, когда оно задерживалось ему как работнику «по вольному найму».

Некоторое улучшение здоровья позволило Цвету принять участие в XIII съезде русских естествоиспытателей и врачей, состоявшемся в Тифлисе 16—24 июня 1913 г. Однако на этот раз он уже не выступал с докладом и почти не участвовал в прениях.

Летний отпуск 1913 г. без возможности получения какого-либо специального лечения не мог восстановить силы, необходимые для начала занятий со студентами, и Цвет, всегда добросовестно относившийся к своим обязанностям, вынужден был обратиться 9 сентября с рапортом на имя директора института о том, что вследствие болезни он не может в ближайшее время вести занятия со студентами, однако через неделю он все же приступил к своим обязанностям.

7 марта 1914 г. врач варшавской больницы И. Павинский свидетельствовал, что его «пациенту Михаилу Семеновичу Цвету, доктору ботаники, преподавателю Варшавского института, страдающему сердцем (*insufficiencia valvulae mitralis cum adenoidis*), необходимо немедленно прекратить занятия и подвергнуться систематическому лечению минеральными водами в Наугайме»<sup>48</sup>. Коллеги

<sup>47</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 64, 65.

<sup>48</sup> Там же, л. 78.

сочувственно отнеслись к просьбе Цвета о предоставлении ему отпуска для лечения с 22 апреля. Декан химического отделения заслуженный профессор химии И. И. Бевад согласился с тем, чтобы Цвет закончил лекционный курс раньше срока, и не возражал против выезда его на лечение. Разрешение было получено, но из-за войны Цвет не смог поехать за границу, как предполагал ранее, а выехал в Смоленск. Оттуда он обратился 19 августа 1914 г. с письмом к директору института, в котором сообщал: «Ввиду теперешнего моего болезненного состояния мне сейчас воспрещено врачом предпринимать какое бы то ни было путешествие»<sup>49</sup> и просил о продлении отпуска до 15 сентября.

Ухудшение здоровья сразу же сказалось на количестве публикаций ученого. В 1912 г. вышли из печати лишь две его статьи, а в следующем 1913 г. — ни одной. Последнюю работу Цвета «Об искусственном антоциане» представил Фаминцын на заседании физико-математического отделения Академии наук 27 ноября 1913 г., которое приняло решение о ее напечатании. Факт опубликования этой работы в 1914 г. в «Известиях Академии наук» свидетельствовал о высоком признании научных заслуг автора. Тогда же были опубликованы еще два сообщения Цвета об исследованиях антоциана, оказавшихся его последними научными трудами.

Всегда жизнерадостный, общительный и живой в общении с окружающими, Цвет становился все более замкнутым, поддерживая связь лишь с немногими варшавскими и зарубежными друзьями. Этому в какой-то степени способствовало скептическое отношение его коллег к разработанному им методу хроматографии. Студент первого курса Варшавского университета, ныне профессор Московского института химического машиностроения С. И. Соколов<sup>50</sup>, присутствовал на одном из докладов, который Цвет делал на заседании Варшавского общества естествоиспытателей в 1913 г. «В моей памяти, — вспоминает Соколов, — довольно отчетливо сохранился его внеш-

<sup>49</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 83.

<sup>50</sup> Сведения о студенте I курса естественного отделения физико-математического факультета С. И. Соколове см.: Список студентов Варшавского ун-та за 1912—1913 академический год (Варшава, 1913, стр. 90) и в последующих выпусках того же издания.

ний облик. Михаил Семенович был выше среднего роста, с красивой темной шевелюрой; держался с достоинством, немного сутулился. На нем был темный длиннополый куртук, который носили в то время на официальных приемах и собраниях. Помнится, что Михаил Семенович четко изложил сущность эксперимента по разделению смеси пигментов на хроматографической колонке, которую он тут же продемонстрировал. Хотя демонстрация этого метода в то время проводилась им не впервые, но многие видели ее в действии первый раз. При этом он сообщил новые результаты, полученные при исследовании растительных пигментов... По окончании доклада некоторые из членов общества — профессора университета — задавали вопросы и делали замечания по докладу. В них преобладали различного рода сомнения в обоснованности сделанных докладчиком выводов. Видимо, при этом сказалось недопонимание существа использованного метода исследований — хроматографии, на что Михаил Семенович реагировал с некоторым раздражением. По-иному отнеслась к его докладу молодежь — ассистенты и студенты старших курсов. Они не высказывались в аудитории на заседании, но после довольно оживленно обсуждали между собой слышанное, делились впечатлениями. Их мнение было целиком в пользу докладчика. Будущее показало, что именно они были правы»<sup>51</sup>.

Недоверчивое отношение варшавских ботаников к методу Цвета и полученным благодаря ему данным препятствовало отчасти потому, что они знали об отсутствии условий для подобного экспериментирования в примитивном ботаническом кабинете Политехнического института. Хотя Цвет не разделял полностью это мнение, он все же стремился работать в условиях, более благоприятных для его исследований.

Учитывая неудачный опыт участия в конкурсе на получение должности в Московском университете, когда он узнал об этой возможности с запозданием, Цвет решил обратиться 7 июня 1913 г. к министру народного просвещения с просьбой иметь его «в виду в качестве кандидата на одну из вакантных ныне кафедр по ботанике (анатомии и физиологии растений)»<sup>52</sup>. Одновременно были на-

---

<sup>51</sup> Письмо С. И. Соколова автору книги.

<sup>52</sup> ЦГИА СССР, ф. 733, оп. 156, д. 144, л. 11.

правлены список работ Цвета, автобиографические сведения и визитная карточка.

14 июня 1913 г. управляющий департаментом народного просвещения И. М. Воронцовский направил попечителю Варшавского учебного округа Г. В. Левицкому письмо с пометкой «доверительно», в котором просил дать характеристику Цвету. 14 августа 1913 г. такая характеристика была написана деканом химического факультета профессором И. И. Бевадом. «Имею честь сообщить, — писал Бевад, — что доктор ботаники М. С. Цвет состоит преподавателем ботаники... в течение целого ряда лет читает лекции и ведет практические занятия со студентами, причем как преподаватель он заявил себя с самой хорошей стороны; им поставлено преподавание ботаники на строго научную почву и обставлено образцово; со студентами он умеет обращаться и благодаря его тактичности с ними ни разу не было у него даже мелких недоразумений; как человек он обладает высокими нравственными качествами — горячо и бескорыстно преданный своему делу<sup>53</sup>, скромный, несмотря на научное имя, работающий, добрый и отзывчивый товарищ и вообще человек идеально чистых взглядов»<sup>54</sup>. Почти без изменения этот отзыв о Цвете был передан директором института В. П. Амалицким Левицкому, а тем — в Петербург Воронцовскому. На визитной карточке Цвета Воронцовский сделал пометки: «В список внесен», «Более подходящими являются Москва и Юрьев». Название последнего города подчеркнуто дважды и против него поставлен знак «?».

Узнав через несколько месяцев о возможности открытия в Самаре Политехнического института и организации в нем сельскохозяйственного отделения с кафедрой ботаники и микробиологии, Цвет вновь обратился 21 января 1914 г. в министерство просвещения с напоминанием о своей просьбе. В неофициальном письме одному из руководителей учебного отдела министерства он писал, что назначение его во вновь организуемое учебное заведение дало бы ему «возможность шире применить свои знания

---

<sup>53</sup> В последующих письмах за подписью Амалицкого и Левицкого это слово было изменено, и в характеристике значилось: «...преданный своему долгу...» (ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 71; ЦГИА СССР, ф. 733, оп. 156, д. 144, л. 9, 9 об.).

<sup>54</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 73, 73 об.

и шире развернуть научную деятельность»<sup>55</sup>. Там же он объяснял и причины, побудившие его обратиться с такой просьбой: «В Варшавском политехническом при специально технологических тенденциях отношение к устройству кафедры не то что ботаники, но и микробиологии — отрицательное; ввиду этого мне приходится подумывать, как бы устроиться лучше и в научном и в материальном отношении... Может быть, — заканчивал Цвет свое письмо, — благодаря небезызвестности, которой я пользуюсь в заграничном научном мире, и знанию четырех иностранных языков я мог бы оказаться полезным при организационной заграничной командировке, каковая, вероятно, должна будет состояться в целях ознакомления с наилучшей постановкой дела и с устройством ботанического сада специального типа применительно к потребностям сельскохозяйственного образования»<sup>56</sup>.

Так как вопрос о Самарском институте не был еще окончательно решен, министерство просвещения предложило Цвету принять участие в конкурсе на занятие профессуры при кафедре ботаники в Томском университете. По состоянию здоровья Цвет не смог принять этого предложения — работа в условиях Сибири ему была противопоказана. Он решил ждать открытия института в Самаре. Однако надежда на этот институт оказалась напрасной. Вступление России летом 1914 г. в первую мировую войну сняло с обсуждения этот вопрос.

## Нижний Новгород — Юрьев — Воронеж.

### Трудные годы

Великому суждены и великие  
испытания.

Э в р и п д

Тревожные вести о возможности войны стали приходить в Варшаву еще летом 1912 г. «Австрия мечтает повторить попытку Наполеона», — сообщала газета «Варшавская мысль» 11 июля 1912 г. по случаю столетия со времени нашествия французов на Россию. Вскоре на ее страницах запестрели сообщения: «Немецкие шпионы

<sup>55</sup> ЦГИА СССР, ф. 25, оп. 1, д. 4788, л. 2.

<sup>56</sup> Там же, л. 2, 2 об.



в России», «Россия в случае войны с Германией», «Тучи на Балканах», «Война неизбежна», «Накануне войны» и... «Война!» — сообщение 28 сентября 1912 г. Медленно, но неуклонно война разрасталась, вовлекая в себя новые страны и народы. В июле 1914 г. в России началась всеобщая мобилизация, а 1 августа Германия объявила ей войну. На границе Царства Польского развернулись военные действия. 20 августа 1914 г. русское правительство утвердило «Временное положение о вывозе на счет казны по военным обстоятельствам государственного имущества, правительственных учреждений, служащих и их семейств», а 16 декабря 1914 г. оно издало «Дополнительные распоряжения об эвакуационных пособиях».

После зимних каникул студенты варшавских учебных заведений приступили к занятиям, как обычно, в январе 1915 г. Однако к весне учебные часы заметно сократились. Из министерства просвещения поступило распоряжение о досрочном завершении к 1 апреля выпускных экзаменов в Варшавском ветеринарном институте и о призыве выпускников на военную службу. 1 мая должны были закончиться лекции в университете и в Политехническом институте, а к 5 июня — экзамены. Лишь на старших курсах института они затягивались до 10 июня.

По существу в 1914—1915 учебном году в Политехническом институте нормальных занятий не было. В главном здании, где находились ботаническая лаборатория и кабинет Цвета, разместился госпиталь и ученый принимал экзамены на своей квартире. Среди экзаменующихся в те далекие военные годы был и студент первого курса химического отделения С. С. Спиров, закончивший этот институт позднее уже в Нижнем Новгороде. По воспоминаниям Спирова, в конце своего пребывания в Варшаве Цвет был «уже в зрелом возрасте, с медлительными движениями и каким-то всегда печальным взглядом больного человека. Видимо, близость фронта, а может быть недооценка его работ по хроматографии в то время стали причинами подавленного состояния Цвета. Такая угнетенность сказывалась даже в темном цвете его одежды...»<sup>1</sup>

В майских номерах варшавских газет усиленно опровергались «нелепые слухи» о том, что их городу угрожает опасность. После того как в мае—июне сорвалась попытка

---

<sup>1</sup> Письмо С. С. Спирова автору книги.

австро-германских войск окружить русские войска в Галиции и Польше, у варшавян появилась надежда на то, что военные действия скоро закончатся и эвакуации не будет. Цвет решил выехать на лето и вывезти свою семью на юг России, где бы он мог подлечиться и повидаться со своими родными. Решено было отпуск провести в Одессе. 5 июня 1915 г. Цвет обратился к директору института с просьбой выдать ему и членам его семьи удостоверение, позволяющее им возвратиться в Варшаву после окончания летних каникул. 8 июня такое удостоверение было выдано Михаилу Семеновичу, Елене Александровне Цвет и ее матери Марии Ивановне Трусевич, которые, согласно этому документу, «имеют постоянное жительство в гор. Варшаве и отправляются внутрь империи с правом беспрепятственного пропуска их при обратном возвращении в Варшаву»<sup>2</sup>.

Однако после приезда в Одессу воспользоваться этим правом им не пришлось. Из-за недостатка боеприпасов, оружия и снаряжения русские войска начали отходить в конце июля из Польши, Галиции и Прибалтики, в результате чего австро-германские войска почти без боя заняли в августе эти районы. Спешно эвакуировались из Варшавы в Москву Политехнический и Ветеринарный институты. Так как эвакуация происходила в отсутствие Цвета, он не смог вывезти ни имущество семьи, ни свой научный архив, ни книги, о чем жалел особенно. «В Варшаве остались, — писал он об этих днях 28 декабря 1915 г. в Женеву, — на попечение наших врагов все, что я имел, и прежде всего мои книги».

Вместе с имуществом семьи Цвета в Варшаве погибли его рукописи и научные дневники, а также библиотека. При нем остались лишь те немногие научные материалы, документы и оттиски работ, которые ученый привез в Одессу с намерением познакомить с ними коллег при прохождении конкурса в Новороссийском университете.

Несмотря на случившееся, Цвет не падал духом. «Я надеюсь, — сообщал он в том же письме, — что смогу получить кафедру в каком-нибудь из университетских городов и не быть настолько старым, чтобы вновь продолжать мои исследования». Эта надежда возникла у ученого, очевидно, в результате известия о намерении В. В. Палловова оставить кафедру анатомии и физиологии расте-

---

<sup>2</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 85.

ний Новороссийского университета и вернуться в Петербург. Будучи лично знаком с научными возможностями этой кафедры еще со времен своего первого посещения профессора Рипшави летом 1896 г., Цвет надеялся обрести, наконец, условия, в которых мог бы в полную силу развернуть интересующие его исследования. Если учесть благоприятные климатические условия Одессы, необходимые для поддержания его здоровья, то лучшего места работы он вряд ли мог и желать...

Все это было известно Е. А. Цвет, которая, видя безуспешность попыток мужа что-либо изменить в создавшемся положении, решила сама обратиться в министерство просвещения с просьбой помочь ему. «Ваше превосходительство, — писала она 25 февраля 1915 г. товарищу министра В. Т. Шевякову, — ...если это замещение будет производиться не путем конкурсов, куда доступ открывается одними научными заслугами, а путем выборного начала, при котором, как хорошо, увы, известно, зачастую решающую роль играют знакомства и приятельские связи, то, за неимением таковых, муж мой вряд ли может рассчитывать проникнуть в замкнутый университетский круг. Одна надежда тогда на исключительный случай специального назначения самим министром.

...Вопрос времени, надо сказать, играет для мужа немаловажную роль. Если хотеть спасти его от тяжелых условий, в которых он прямо гибнет физически, надрываясь от непомерного, не по силам (муж некрепок здоровьем) труда, то это надо сделать не откладывая... Муж мой, совмещая преподавание в Политехническом и Ветеринарном институтах, имеет 18 часов занятий в неделю. Для Вас как ученого эта цифра достаточно красноречива. И это занятия по второстепенному, побочному в специальных заведениях предмету, причем нельзя рассчитывать ни на особый интерес со стороны слушателей, ни на какую бы то ни было хоть самую скромную школу.

Энергия уходит на «преподавание», нравственного удовлетворения никакого; запас научных идей — мертвый капитал, который некому передавать; личная научная работа сводится к минимуму. И так уходят лучшие годы. Ведь это же гибель. Какое вопиющее противоречие между лестной оценкой М. С. Цвега как даровитого ученого и невозможными условиями, в какие он как ученый поставлен.

Изболевшись душой, я и рискнула, наконец, поднять голос, веря, что есть же справедливость; надо, чтобы те, от кого зависит твоя участь, знали всю горькую правду... Об одном очень прошу: не судите меня слишком строго за этот мой шаг, который мне необходимо сохранить тайне от мужа».

В заключение следовала приписка: «Если бы представилась надобность, академики ботаники А. С. Фаминцын и И. П. Бородин, высоко ценя мужа, с полной готовностью дадут о нем должный отзыв как о научной величине»<sup>3</sup>.

Через полтора месяца Е. А. Цвет получила ответ за подписью товарища министра просвещения В. Т. Шевякова, в котором сообщалось, что «к крайнему сожалению, м[инистерство] лишено возможности предоставить Вашему супругу М. С. Цвету кафедру ботаники в одном из университетов, ввиду отсутствия в настоящее время вакантных кафедр. Вместе с сим считаем нужным сообщить Вам, что в случае открытия где-либо соответствующих вакансий и разрешений заместить таковые путем конкурса или по рекомендации супругу Вашему надлежит обратиться в факультет соответствующего университета с заявлением о желании баллотироваться в качестве кандидата»<sup>4</sup>. Руководствуясь этим советом, Цвет и прибыл в Одессу, чтобы на месте узнать о возможности участия в университетском конкурсе и передать для этой цели свое заявление.

После устройства семьи в Одессе и короткого отдыха Михаил Семенович выехал в Москву, где к тому времени разместился эвакуированный Политехнический институт, и поселился на Покровском бульваре, в доме № 45, в ожидании решения дальнейшей судьбы института и возможности изменения своего служебного положения. Последняя предоставилась, правда, довольно скоро. Ввиду недостатка специалистов по налаживанию военного производства Главное артиллерийское управление обратилось в конце июля 1915 г. к преподавателям Политехнического института, в том числе и к Цвету, с предложением перейти работать на завод, где им обеспечивались лучшие материальные условия. Отвечая на него, Цвет сообщил 7 августа директору института, что, «не имея материальной возмож-

<sup>3</sup> ЦГИА СССР, ф. 733, оп. 156, д. 144, л. 7 об., 18, 18 об., 8, 8 об.

<sup>4</sup> Там же, л. 6, 6 об.

ности приобрести в кратчайший срок обширные технические познания, требуемые Главным артиллерийским управлением, я, к сожалению, не могу воспользоваться его предложением работать на заводах»<sup>5</sup>.

В октябре 1915 г. Цвет выехал на короткий срок в Одессу, чтобы выяснить положение дел на кафедре физиологии растений Новороссийского университета и решить вопрос о дальнейшем месте жительства семьи. Из-за задержки назначения Половцова на новое место службы профессором Женского педагогического института в Петербурге затягивалось и объявление конкурса на освободившуюся должность. Однако высокая оценка работ Цвета профессором кафедры морфологии и систематики растений Б. Б. Гриневецким, а также физиологом растений А. И. Набоких и профессором географии того же университета Г. И. Танфильевым породили у Цвета надежду на возможность положительного исхода дела. Поэтому было решено, что Елена Александровна и ее мать не поедут в Москву, а временно поселятся у сестры Цвета, Надежды Семеновны Лященко, которая тогда со своей семьей и с матерью Эллой Альбертовной жила недалеко от Киева в небольшом городке Тараща.

Однако вскоре Елена Александровна, не желая оставлять мужа одного, убедила его в необходимости их приезда в Москву. Тем более, что не исключалась возможность вторжения немцев на Украину и многие киевские учреждения, в том числе и университет, начали эвакуацию в центральную часть России. В середине декабря Цвет получил отпуск и удостоверение от 18 декабря 1915 г., свидетельствующее о том, что он выезжает «на Рождественское вакационное время в Киев к семье, откуда будет возвращаться в январе месяце обратно в Москву вместе с семьей»<sup>6</sup>.

Незадолго до отъезда в отпуск Цвет наконец получил из министерства народного просвещения уведомление от 9 декабря 1915 г. об открытии конкурса на вакантную должность в Новороссийском университете, куда ему рекомендовалось обратиться с соответствующим прошением. Вскоре стали известны и участники конкурса, которых кроме Цвета оказалось еще двое, — Ф. М. Породко и

---

<sup>5</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 87.

<sup>6</sup> Там же, л. 90.

Н. А. Максимов. Первого из них Цвет хорошо знал по Варшавскому университету, который Породко окончил в 1903 г., после чего в ботанической лаборатории этого университета готовил под руководством Ивановского и Цвета свою кандидатскую работу. В 1910 г. Породко стал магистром. Работая в должности лаборанта Новороссийского университета, он подготовил докторскую диссертацию, которую защитил в 1916 г. Другой участник конкурса Максимов — магистр ботаники с 1913 г. — работал над докторской диссертацией и руководил созданной им лабораторией физиологии растений в Тифлисском ботаническом саду.

Совет Новороссийского университета впервые решил прибегнуть к новой форме замещения вакантной кафедры, а именно к рекомендации того или иного кандидата путем опроса специалистов всех университетов и Академии наук. «Этот способ, как оказалось, — писал позднее Гриневецкий, — имеет свои преимущества и недостатки. Преимуществами его по сравнению с простой рекомендацией заключаются в том, что таким образом можно избежать [негативизма] и дать возможность попасть на вакантную кафедру свежим силам, представителям других университетов, недостатком же этого метода является то обстоятельство, что неизвестно, кто желает конкурировать на данную кафедру, так как кроме местных приват-доцентов, о которых обыкновенно всем известно, что они могли бы выступить кандидатами, могут пожелать пойти туда и профессора других университетов, а также выдающиеся ученые из других учреждений, таких, как сельскохозяйственные или политехнические институты. Ввиду того, что неизвестны имена всех конкурирующих, наибольшее число рекомендаций получает лицо, имеющее формальные права, о котором все знают, что он желает конкурировать на данную кафедру, но отнюдь не всегда лицо, более достойное занять кафедру. Это обстоятельство надо принять во внимание при сравнительной оценке кандидатов»<sup>7</sup>. Как мы в этом убедимся ниже, опасения Гриневецкого не были напрасными. Новая система, как и прежняя, не смогла обеспечить полной объективности в оценке научной значимости участников конкурса.

---

<sup>7</sup> ЦГИА СССР, ф. 733, оп. 156, д. 590, л. 72.

Раньше всех прибыл в Одессу отзыв профессора Петербургского университета С. П. Костычева, написанный им 13 января 1916 г. Его характеристика работ Цвета была наиболее короткой и наименее выразительной. Отметив, что Цвет «всецело посвятил себя изучению пигментов листьев», выразившемуся в его докторской диссертации, премированной Академией наук, рецензент тут же отмечал, что эта работа «получила не вполне однородную оценку со стороны специалистов. Многие из них, — пояснял Костычев, — отдавая должное изобретательности М. С. Цвета, находят, кроме того, что вообще его химическая подготовка не всегда соответствует возложенным им на себя задачам, что особенно ярко выступает в его магистерской диссертации. Свои мысли М. С. Цвет излагает в печатных трудах неизмеримо яснее, чем с кафедры»<sup>8</sup>. Последнее было отмечено Костычевым, очевидно, по воспоминаниям о первых лекциях Цвета в Петербурге на курсах П. Ф. Лесгафта, когда молодой лектор еще не в совершенстве владел русским языком. Однако в 1916 г. этого уже нельзя было сказать.

Полной противоположностью этой краткой, сдержанной и не дающей никаких рекомендаций относительно преимуществ того или иного кандидата характеристике был обстоятельный «Отзыв об ученых трудах М. С. Цвета» на семи страницах, написанный 31 января 1916 г. профессором морфологии и систематики растений Новороссийского университета Б. Б. Гриневецким. Этот отзыв давал исчерпывающие сведения как о самом исследователе, так и о его трудах: «Михаил Семенович Цвет уже 22-ой год усиленно работает на научном поприще, напечатав за это время, как видно из прилагаемого списка, 55 ученых трудов. Он имеет ученые степени доктора философии<sup>9</sup> Женевского университета и доктора ботаники Варшавского университета и приобрел известность в ученом мире благодаря своим выдающимся трудам в области исследования составных частей важнейшего вещества в растительном мире, какими являются хлорофилл и вообще пигменты растений. В этом отношении он представляет из себя тип ученого, который после краткого периода научных исканий и от-

---

<sup>8</sup> Там же, л. 96.

<sup>9</sup> В документах Цвета эта степень значится как доктор естественных наук.

клонений в ту или иную сторону рано нашел себе в науке собственный путь, всецело затем углубившись в исследование одной области явлений, с которой он навсегда уже связал свое имя»<sup>10</sup>.

Проследив обстоятельно эволюцию научных интересов Цвета, приведшую его к открытию адсорбционного метода, Гриневецкий дал высокую оценку не только этому методу и полученным благодаря нему данным о природе растительных пигментов, но и осветил успехи исследователя в области анатомии растений, химии, физики, в создании приборов, в частности люминескопа. Он дал исчерпывающий анализ магистерской и особенно докторской диссертации Цвета, показав, какое признание получили изложенные в них данные как в зарубежной, так и в отечественной литературе. Отмечая высокую научную продуктивность Цвета, его неудовлетворенность достигнутым, непрерывный творческий поиск вплоть до последних лет, прерванные войной и эвакуацией института, Гриневецкий заключал: «Выдающиеся научные заслуги М. С. Цвета делают его кандидатуру на кафедру физиологии и анатомии в Императорском Новороссийском университете весьма желательной для пользы науки и университета тем более, что М. С. Цвет не только известный ученый, но имеет также за собой долгие годы педагогической практики. Так, в 1896 году он читал общий курс ботаники на Курсах Лесгафта в Петрограде; с 1902 года он начинает чтение лекций по бактериологии в Императорском Варшавском университете, а с 1907 года он читает в Варшавском ветеринарном институте ботанику и агрономию и с 1908 года в Варшавском политехническом институте анатомию и физиологию растений, а также микробиологию. Ввиду того что в программу Варшавского политехнического института ботаника входит лишь как второстепенный предмет, у М. С. Цвета, несмотря на его блестящие научные заслуги, нет ни кафедры, ни лаборатории, ему подобающей; поэтому, я думаю, физико-математический факультет исполнит лишь свой долг перед русской наукой, предоставив столь выдающемуся ученому вакантную кафедру в нашем университете»<sup>11</sup>. К отзыву Гриневецкого присоединились профессор географии растений Г. И. Тан-

<sup>10</sup> ЦГИА СССР, ф. 733, оп. 156, д. 590, л. 75.

<sup>11</sup> Там же, л. 81.



фильев и приват-доцент кафедры анатомии и физиологии растений А. И. Набоких, сделавшие о том соответствующую приписку рядом с подписью основного рецензента.

К середине февраля прибыл и отзыв из Московского университета, подписанный ординарным профессором М. И. Голенкиным и приват-доцентом Ф. Н. Крашенинниковым. В нем давалась характеристика всех трех участников конкурса, которая в отношении Цвета была наиболее краткой. Отметив место работы исследователя, число публикаций, наименования магистерской и докторской диссертаций и основное направление экспериментов по изучению хлорофилла, рецензенты обратили внимание на то, что «более существенное значение имеют работы второй половины его научной деятельности. Следует отметить адсорбционный анализ хлорофилла по методу, названному им хроматографическим, который позволяет легко и наглядно убедиться в существовании в исследуемом растворе ряда отдельных составных начал пигмента. Насколько этот прием применим для количественных разделений — подлежит еще разысканию; Вильштеттер высказывал сомнение в пригодности его для этих целей. Примкнув к указаниям, сделанным еще Стоксом о составе зеленого пигмента из двух компонентов, М. С. Цвет в ряде работ старался подтвердить это указание. Этому ему и удалось достигнуть; Вильштеттер, который вначале не соглашался с этим утверждением, впоследствии примкнул к нему, приведя уже несомненные доказательства нахождения в хлорофилле двух зеленых пигментов. Во всех своих исследованиях М. С. Цвет является уже вполне определившимся научным работником»<sup>12</sup>.

Рецензенты, однако, не нашли возможным высказать мнение о том, кто из трех кандидатов наиболее достоин занять вакантную кафедру. «Для того чтобы отдать решительное предпочтение кому-либо одному, необходимо быть еще знакомым с их личными достоинствами и знать еще местные условия. Не будучи осведомлен об этом, я не в состоянии высказать определенного решения», — заключал Крашенинников, к которому присоединился и Голенкин.

Значительно более определенно высказал свое отношение к участникам конкурса академик А. С. Фаминцын, к которому 9 ноября 1915 г. обратился декан физико-мате-

---

<sup>12</sup> ЦГИА СССР, ф. 733, оп. 156, д. 590, л. 100 об.—101.

матического факультета Новороссийского университета с сообщением об освобождении должности экстраординарного профессора по анатомии и физиологии растений с просьбой «найти возможным взять на себя труд указать кандидатов со степенью доктора или магистра и представить отзывы о них в трехмесячный срок с 9 ноября 1915 г.»<sup>13</sup>.

Фаминцын внимательно ознакомился с присланными ему Породко биографическими сведениями и списком работ (17 названий) этого исследователя, а также документами Цвета, которые были переданы ему, очевидно, из министерства, куда Цвет посылал их еще в 1913 г. с просьбой содействовать переходу его из Политехнического института. Несмотря на то что Породко обратился к Фаминцыну лично с письмом<sup>14</sup>, в котором просил того поддержать его кандидатуру, Фаминцын, однако, отдал полнейшее предпочтение в своем отзыве кандидатуре Цвета. Не повторяя письменно ту высокую оценку, которую он уже дал Цвету в 1911 г. при присуждении ему Академией наук Ахматовской премии и которая была опубликована к тому времени, Фаминцын передал в Новороссийский университет публикацию, но не ограничился этим.

Чтобы показать, сколь высоко внимание к работам этого исследователя за рубежом, Фаминцын тщательно изучил первый том вышедшего в 1913 г. второго издания «Биохимии растений» известного чешского фитофизиолога Ф. Чапека. Сохранились сделанные Фаминцыным многочисленные выписки из этой книги с упоминанием или изложением Чапеком исследований Цвета<sup>15</sup>. По инициативе Фаминцына цитаты из сочинения «Биохимия растений» Чапека были специально напечатаны вместе с автобиографией Цвета, списком работ ученого и кратким описанием содержания его трудов и переданы Фаминцыным в Новороссийский университет со следующим заключением: «Не останавливаясь на более мелких результатах Цвета... я полагаю, что и вышеприведенных достаточно, чтобы убедиться в большом значении выдающихся работ его над растительными пигментами. Чапек, приписывая

---

<sup>13</sup> ЛО (Ленинградское отделение) архива АН СССР, ф. 39, оп. 1, д. 63, л. 222—222 об.

<sup>14</sup> Письмо Ф. М. Породко А. С. Фаминцыну см. там же, л. 223.

<sup>15</sup> ЛО архива АН СССР, ф. 39, оп. 1, д. 63, л. 226—227 об.

громадное значение работам Вильштеттера и Мархлевского, признает за исследованиями Цвета, как видно из вышеприведенных цитат, крупное научное значение. В дополнение характеристики и научного значения работ Цвета присоединяю мой отзыв о работе М. С. Цвета «Хромофиллы в растительном и животном царстве», удостоенной Императорской Академией наук Ахматовской премии в 1911 г.»<sup>16</sup>.

Из списка работ Цвета Фаминцына особенно заинтересовали публикации «Гемоглобин и хлорофилл. В каком направлении желательно изучение последнего тела» (1898), «К истории исследований хлорофилла. Ответ г-ну Мархлевскому» (1907), «Современное состояние химии хлорофилла» (1912), опубликованные на русском и французском языках, и немецкая статья 1913 г. об искусственном антоциане, т. е. те статьи, которые имели непосредственное отношение к его исследованиям фотосинтетического аппарата растений<sup>17</sup>.

После того как был закончен опрос мнений и предложений, выяснилось, что Варшавский, Харьковский и Казанский университеты назвали кандидатуру Породко. Очевидно, как и предполагал Гриневецкий, они не могли догадываться о том, кто из работников других учебных заведений мог бы претендовать на данную кафедру. Киевский университет в частном порядке предложил Максимова, и лишь Петроградский и Московский университеты указали трех кандидатов — Максимова, Породко и Цвета, — вероятно, потому, что им стали известны их намерения участвовать в конкурсе, но при этом рекомендуящие не высказали никакого мнения о том, кого из названных они считают наиболее достойным. Исключением явилось мнение Академии наук в лице Фаминцына, который дал наиболее высокую оценку исследованиям Цвета и назвал его кандидатуру первой. Свой отзыв, о котором мы только что говорили, он сопровождал припиской в конце: «На случай, что избрание Цвета не состоится, считаю долгом заявить, что из остальных ботаников наиболее достойным кандидатом считаю Федора Михайловича Породко»<sup>18</sup>.

<sup>16</sup> А. С. Фаминцын. Отзыв о работе М. С. Цвета «Хромофиллы в растительном и животном мире». Пгр., 1916, стр. 17.

<sup>17</sup> ЛО архива АН СССР, ф. 39, оп. 1, д. 63, л. 225.

<sup>18</sup> А. С. Фаминцын. Отзыв о работе М. С. Цвета. ., стр. 17.

Предполагая, что в Новороссийском университете мнение Фаминцына может не оказать решающего значения, Гриневецкий повторно обратился 22 марта 1916 г. в Совет университета на этот раз с «Особым мнением по поводу замещения кафедры ботаники (физиологии и анатомии растений)». Указав на недостатки избранного Советом способа выявления более достойных кандидатов на вакантную должность, он заявил: «Когда были намечены все три кандидата, я по долгу службы представителя кафедры ботаники рассмотрел их ученые труды, и из такого сравнения стало ясным, что как по количеству научных трудов [55], так и по их значению самым достойным кандидатом является доктор ботаники Михаил Семенович Цвет, ученый с европейским именем, исследования которого над хлорофиллом составляют гордость русской науки и были уже отмечены Императорской Академией наук присуждением большой Ахматовской премии в 1911 г. В то время как Ф. М. Порождко и Н. А. Максимов, — без сомнения, талантливые, но, так сказать, рядовые исследователи, М. С. Цвет — это уже вполне определившаяся крупная величина в науке. Поэтому я составил для факультета прилагаемый при сем отзыв об ученых трудах Михаила Семеновича Цвета. К моему отзыву присоединились и ближайшие к предмету ботаники специалисты проф. А. И. Набоких и проф. Г. И. Танфильев. Таким образом, отзыв специалистов Императорского Новороссийского университета вполне совпал с отзывом представителя Императорской Академии Наук, и критическое рассмотрение научных заслуг всех трех кандидатов приводит лишь к единственному выводу, что самым достойным занять кафедру физиологии и анатомии растений в нашем университете является М. С. Цвет. Ныне с эвакуацией Варшавского политехнического института этот выдающийся ученый превратился в беженца и за отсутствием лаборатории должен был прекратить свою плодотворную научную деятельность. Поэтому я еще раз повторяю то, что сказал уже в своем отзыве, что Университет исполнил бы лишь долг перед русской наукой, дав возможность столь выдающемуся ученому занять подобающее ему место и продолжить свою научную деятельность»<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> ЦГИА СССР, ф. 733, оп. 156, д. 590, л. 72 об., 73.

К сожалению, ни заявления Гриневецкого, ни отзыв Фаминцына не оказали должного влияния на членов Совета физико-математического факультета, и они большинством голосов отдали предпочтение своему сослуживцу, лаборанту Порождко, который лишь в 1916 г. стал доктором ботаники и затем до конца жизни возглавлял кафедру физиологии растений Одесского университета. Это была очередная, но, к сожалению, не последняя несправедливость по отношению к Цвету.

В начале 1916 г. среди преподавателей Политехнического института стало известно о возможном переезде из Москвы в Нижний Новгород. Уже с 1915 г. нижегородская общественность неоднократно посылала в министерство просвещения делегации с ходатайством о переводе эвакуированного из Варшавы Политехнического института в их город. Делегаты доказывали, что именно в Нижнем Новгороде имеется необходимая для такого института база — машиностроительные предприятия Сормова и Канавина, а также эвакуированные к ним же во время войны крупные прибалтийские заводы — дизельстроительный (ныне «Двигатель революции»), инструментальный, телефонный, проволочный и несколько заводов сельскохозяйственного машиностроения. Кроме того, Нижний Новгород был центром волжского судоходства.

Наконец разрешение было получено, и 1 июля 1916 г. первая партия институтского имущества, в основном канцелярия, начала размещаться в здании на углу ул. Тихвинской, выходящей на Благовещенскую площадь. Об этом первом дне пребывания института на новом месте на следующий же день — 2 июня — сообщил «Нижегородский листок» в статье «Известия о Политехникуме». С тех пор почти ежедневно в этой газете под специально выделенной рубрикой «Вести о Политехникуме» стали печататься различного рода сообщения, связанные с жизнью института: о приезде директора, деканов отделений, преподавателей и студентов, о приеме студентов на первый курс, о трудностях жилищных и материальных, которые испытывали не только студенты, но и преподаватели, об отсутствии необходимых помещений для институтских лабораторий и т. д.

Отъезд Цвета из Москвы несколько задержался, так как он активно приступил к приобретению необходимого для ботанической лаборатории оборудования, которого не

могло быть в Нижнем Новгороде и без которого он не мыслил себе преподавания этого предмета. Во время эвакуации института из Варшавы ботанический кабинет не удалось вывезти полностью. 20 июня 1916 г. Цвету выдали в Москве удостоверение, согласно которому «заведующий ботаническим кабинетом, штатный преподаватель института, коллежский советник Михаил Семенович Цвет уполномочен производить заказы по подготовке приборов и инструментов для ботанического кабинета института»<sup>20</sup>. Это свое право Цвет использовал столь активно, что в скором времени на новом месте он создал лабораторию, которая, по свидетельству М. П. Архангельского, была очень хорошо оборудована для того времени.

Приехав в Нижний Новгород в середине августа 1916 г., семья ученого поселилась на Мартыновской ул., в доме № 47 на квартире у хозяйки дома Лапиной. Цвет сразу стал помогать подыскивать помещение для ботанического кабинета. Незадолго до начала учебного года под институтские лаборатории отвели здание бывшего Владимирского реального училища, в одной из комнат которого Цвет сам без посторонней помощи (лаборант Штернов приехал в Нижний Новгород лишь в сентябре) занялся устройством кабинета.

Начало институтом учебного 1916—1917 года на новом месте 1 октября 1916 г. было отмечено торжественно, о чем обстоятельно сообщила на следующий день газета «Нижегородский листок» в статье «Торжество открытия Политехникума в Нижнем Новгороде». Для нижегородцев этот день стал действительно знаменательным событием: в их городе начал работать первый институт, доступный широким слоям учащейся молодежи. Кроме 600 студентов старших курсов в институт поступило около 500 человек первокурсников, и в том числе почти половина их горожан. До того в Нижнем Новгороде по существу не было высших учебных заведений. Имелись лишь духовная семинария, кадетский корпус, дворянский александровский институт да институт благородных девиц для сорока—пятидесяти изнеженных барышень. Правительство и нижегородские купцы не были заинтересованы в развитии народного образования. Проживший в этом городе более

---

<sup>20</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 95.

десяти лет известный писатель В. Г. Короленко справедливо заметил: «Здесь излишняя ревность к народному просвещению также причисляется к крамоле». Лишь в начале 1916 г. на пожертвования и на средства от городского общественного самоуправления удалось создать Городской народный университет. Однако он не имел ни своих преподавателей, ни постоянного помещения. Лекторов приглашали из Москвы, а занятия проводились по вечерам.

Трудно складывались поначалу и условия работы Политехнического института. Во Владимирском реальном училище, где читал лекции и вел практические занятия Цвет, уже в первые дни учебного года из-за невозможности отопления помещения приходилось отменять лекции. Особенно тяжелыми оказались условия жизни для студентов, не имевших ни общежитий, ни столовых, ни обеспеченности, которая позволила бы приобрести сильно вздорожавшее жилье и продукты питания. В работу по улучшению быта студентов активно включилась Елена Александровна Цвет. Энергичная и заботливая не только по отношению к своим близким, она приняла участие в возобновлении работы «Общества вспомоществования недостаточным студентам», которое в свое время было создано еще в Варшаве для облегчения условий жизни малообеспеченных студентов. Это общество способствовало выдаче пособий, организации столовых, подысканию дешевых квартир, а также дополнительной работы для нуждающихся, устройству для лечения в больнице и т. д.

Одновременно Елена Александровна стремилась по возможности помогать и мужу в его работе. О его обязанностях в институте отчасти можно судить по следующему объявлению местной газеты в уже названной рубрике «Вести о Политехникуме»: «Проф. М. С. Цвет извещает гг. студентов: лекции по ботанике (Владимирское реальное училище, биологическая аудитория) начнутся с 10 октября для студентов I семестра горного отделения — морфология и систематика растений — по понедельникам, с 11 до 12 ч. дня и для студентов I семестра химического отделения — анатомия растений — по понедельникам от 10 до 11 ч. Студентов IV курса химического отделения, желающих приступить к курсу бактериологии и дрожжей, профессор просит записаться в институте»<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> «Нижегородский листок», 7 октября 1916 г., стр. 2.

Несмотря на плохое здоровье, Цвет не ограничился педагогической работой. Не имея условий для продолжения своих научных исследований, он охотно включился в научно-просветительную работу, которую с приездом Политехнического института решили развернуть нижегородцы. Вместе с организаторами Городского народного университета, в частности с преподавателем зоологии института Д. Ф. Синицыным, Цвет принял участие в обсуждении вопроса о создании общества естествоиспытателей и по их просьбе выступил в ноябре 1916 г. в местной печати со специальной статьей «К вопросу об учреждении Нижегородского общества естествоиспытателей».

«Группой местных деятелей совместно с представителями Политехникума, — писал Цвет, — разрабатывается в настоящее время проект Нижегородского общества естествоиспытателей. В Нижнем уже существуют почтенные научные организации: „Кружок любителей физики и астрономии“, „Общество сельского хозяйства“ и др. Кроме того, намеревается возобновить свою деятельность существующее при Варшавском политехникуме „Общество ревнителей технических и физико-математических знаний“. Вновь же организуемое общество естествоиспытателей, ставя себе более широкие задачи, может явиться связующим звеном между уже существующими отдельными организациями, сплотив для более интенсивной плодотворной деятельности все научные силы края». Назвав далее конкретно мероприятия, которые должно проводить это общество, учитывая связь науки с практическими задачами как в изучении местного края, так и в обсуждении результатов лабораторных исследований, Цвет отметил, что в основе всех мероприятий общества должно лежать стремление широко распространять научные знания среди широких слоев местного населения. «Так, — заключал он, — Нижегородское общество естествоиспытателей, поощряя и при случае координируя работу своих членов, одновременно оживит духовный быт города, непрерывно приобщая его к мировому течению научной мысли»<sup>22</sup>.

Статья Цвета явилась по существу проектом программы работы Нижегородского общества естествоиспытателей. Кроме того, ее положения оказались вполне прием-

---

<sup>22</sup> «Нижегородский листок», 5 ноября 1916, стр. 2.



лемыми и к другим подобным научным обществам. Как покажет будущее, именно этими идеями руководствовались в 1918 г. создатели Нижегородского государственного университета, о котором будет сказано ниже. В те же годы мнение Цвета было встречено со всей серьезностью и положено в основу организации создаваемого тогда же Нижегородского научного общества. «Наше научное общество, — сказал директор народного университета Д. Ф. Сеницын в своей речи на организационном собрании общества 1 декабря 1916 г., — должно организовать изучение среднего Поволжья в естественноисторическом, этнографическом и хозяйственно-экономическом отношениях и найти скрытые здесь сокровища»<sup>23</sup>.

Вскоре по инициативе Сеницына и агронома при губернском земстве М. П. Архангельского встал вопрос об организации в городе Вышних сельскохозяйственных курсов. На особом совещании в губернской земской управе было решено создать редакционную комиссию под председательством Сеницына для разработки положения о новых курсах, составления примерного учебного плана и объяснительной записки для вынесения затем всего материала на обсуждение в чрезвычайном земском собрании. Для привлечения общественного внимания к данному вопросу Архангельский вскоре выступил в «Нижегородском листке» со статьей о сельскохозяйственном образовании в России.

Имея в виду ту пользу, которую оказала статья Цвета, положенная в основу структуры и программы деятельности Нижегородского научного общества, а также учитывая его опыт в преподавании курса сельского хозяйства в Варшавском ветеринарном институте, Сеницын вновь обратился к Цвету с просьбой принять участие в организации нового сельскохозяйственного учебного заведения. Цвет с готовностью согласился оказать посильное содействие. Об его отношении к этому предложению можно судить по воспоминаниям Архангельского, так описавшего первую встречу с Цветом: «Будущий директор Нижегородских селькурсов (т. е. Д. Ф. Сеницын. — Е. С.) говорит мне: „А теперь направимся к М. С. Цвету. Он очень заинтересован Вашей идеей о сельскохозяйственных курсах. Я знакомлюсь с Михаилом Семеновичем.

---

<sup>23</sup> «Нижегородский листок», 2 декабря 1916, стр. 2.

Он ходит по комнате медленными шагами, покашливает и расспрашивает меня о том, что сделано и что мы намерены делать дальше по части осуществления курсов. Он одобрительно кивает головой и в конце бросает: «Я с удовольствием примкну к этому делу. У меня имеется некоторый опыт. Но прежде всего надо создать небольшой коллектив из наших преподавателей и общественных деятелей города, которым не чуждо дело высшего образования. Есть ли у Вас материалы по Стебутовским и Голицынским курсам?»<sup>24</sup>

Цвет охотно согласился войти в состав организационного комитета Высших сельскохозяйственных курсов, членами которого стали кроме Архангельского и Синицына декан химического отделения Политехнического института доктор химии заслуженный профессор И. И. Бевад, а также другие профессора и преподаватели этого института — профессор химии В. А. Солонина, инженер А. Н. Кугушев и физик Н. А. Линниченко. Собрания оргкомитета чаще всего проводились в помещении ботанической лаборатории Цвета, который стал одним из его активнейших членов. Цвет составил учебный план с учетом четырехгодичного обучения на курсах, список преподавательского состава, предварительную смету и принял также участие в составлении проекта устава курсов и его дальнейшем обсуждении.

Вскоре необходимость обращаться за помощью в губернское земское собрание отпала. Февральская революция 1917 г. упразднила это учреждение. Созданный 5 марта Исполнительный комитет города горячо поддерживал план создания курсов и оказал необходимое содействие для его реализации.

На работе института февральская революция сказалась очень незначительно: 4 марта 1917 г. Нижегородский исполком постановил переименовать Варшавский политехнический институт в Нижегородский, а 21 марта 1917 г. состоялось собрание преподавателей и представителей студенчества, которое избрало новую временную администрацию во главе с прогрессивно настроенным

---

<sup>24</sup> М. П. Архангельский. К истории возникновения и организации Горьковского сельскохозяйственного института. (Факты и личные воспоминания). Рукопись, Редакционный отдел ГСХИ, 1955, стр. 5.

профессором А. Н. Кугушевым. В жизнь и деятельность института и его преподавателей это постановление не внесло существенных изменений<sup>25</sup>.

Отдавая много сил преподавательской и научно-организационной деятельности, Цвет не любил рассказывать о своих исследованиях и заслугах в науке. «Однажды, — вспоминал Архангельский, — я, как заместитель Нижегородского научного общества, предложил ему выступить с докладом в этом обществе о своих работах. Подумав, Михаил Семенович сказал: «Мои работы многие физиологи не признают, считая, что немцы и в том числе Вильштеттер<sup>26</sup> сказали все в этой области. Да и вряд ли будет понят мой доклад...» Гораздо более сговорчивым Цвет становился, когда шла речь о его участии в организации сельскохозяйственных курсов, лишь сожалея, что их деятельность начнется без него. «М. С. Цвет с горечью говорил, — писал Архангельский, — что ему вскоре по совету врачей придется оставить Нижний Новгород ввиду прогрессирующей болезни сердца и неблагоприятных климатических условий, что он не увидит

---

<sup>25</sup> Эти изменения начались после Октябрьской революции: 28 марта 1918 г. исполком города принял решение об объединении всех имеющихся к тому времени высших учебных заведений города в Нижегородский университет — НГУ, а 25 июня 1918 г. В. И. Ленин подписал постановление СНК РСФСР об упразднении Нижегородского политехнического института и передаче его имущества НГУ («Известия ВЦИК», 29 июля 1918 г.). Ректором университета был назначен Д. Ф. Сеницын. Высшие сельскохозяйственные курсы послужили основой для организации агрономического факультета НГУ, куда вошел и ботанический кабинет Цвета под названием лаборатории анатомии и физиологии растений. Ее заведующим стал известный советский биохимик растений С. Л. Иванов. От этого кабинета тогда же отделилась лаборатория микробиологии, руководимая бывшим ассистентом Цвета В. А. Штерновым. Однако после отъезда Штернова через несколько лет из Нижнего Новгорода эти лаборатории вновь объединились. В результате последующего расформирования НГУ в 1929 г. из него выделились и стали функционировать самостоятельно Нижегородский (с 1932 г. Горьковский) индустриальный институт (с 1950 г. политехнический институт им. А. А. Жданова) и Нижегородский (с 1932 г. Горьковский) сельскохозяйственный институт. В актовом зале последнего в числе основателей института висит и портрет М. С. Цвета. Нижегородский государственный университет был открыт вновь в 1934 г. (ныне Горьковский государственный университет им. Н. И. Лобачевского).

<sup>26</sup> Письмо М. П. Архангельского автору книги.

открытия курсов, на существование которых он твердо надеялся» <sup>27</sup>.

Действительно, на открытии курсов Цвет не мог присутствовать. Болезнь его прогрессировала, чему способствовали продовольственные трудности карточной системы, заботы по налаживанию работы на новом, совершенно неготовом для того месте и неудачные попытки перехода в учреждения с более благоприятными условиями для его исследований. 3 апреля 1917 г. нижегородской врач В. П. Вицинский свидетельствовал, что Цвет «страдает резкой формой малокровия и истощения на почве сердечной слабости и в последние месяцы пользуется моими врачебными советами и что он безусловно нуждается в весьма серьезном лечении в предстоящий летний сезон на одном из курортов Кавказских минеральных вод, [и должен отправиться] туда на первую же очередь» <sup>28</sup>.

Это медицинское свидетельство Цвет приложил к заявлению, с которым обратился 15 апреля к директору института. В нем он просил предоставить ему отпуск с конца апреля, обязавшись сделать все необходимое для успешного завершения занятий и проведения экзаменов. Ни декан химического отделения И. И. Бевад, ни декан горного отделения Д. Н. Артемьев не возражали против предоставления отпуска, который был разрешен ему на 28 дней с 21 апреля.

Лишь острые материальные трудности и лишения, связанные с войной, побудили Цвета, скромного и щепетильного по своей натуре, обратиться 17 апреля к директору института с просьбой упорядочить наконец оплату его труда согласно существовавшим тогда нормам. Речь шла о заведовании в течение восьми лет ботаническим кабинетом, включавшим в себя и бактериологический кабинет, за которое согласно уставу все его предшественники получали дополнительную оплату,

---

<sup>27</sup> М. П. Архангельский. К истории возникновения и организации Горьковского сельскохозяйственного института. (Факты и личные воспоминания). Рукопись, Редакционный отдел ГСХИ, 1955, стр. 7.

<sup>28</sup> ГАГО, ф. 2082. оп. 2, д. 319, л. 102.

а Цвет в силу деликатности своего характера выполнял эти обязанности безвозмездно. Лишившись дополнительного заработка, который ученый имел в Варшавском ветеринарном институте, он и обратился в дирекцию Политехникума с напоминанием о проведенной ранее работе. «К этому приходится отметить, — писал Цвет, — что в нынешнем году пришлось организовать кабинет заново. Меня лично, не имевшего помощи ассистента до сентября месяца, это обстоятельство совершенно лишило летнего отдыха. Каникулы пришлось провести в Москве, с 15 августа быть уже в Нижнем, чтобы успеть к началу занятий подготовить устройство лаборатории. Благодаря этому оказалось возможным начать учебный год без промедления, приступив к практическим занятиям уже с начала октября. Повторяю, мне пришлось для этого пожертвовать столь необходимым мне при моем слабом здоровье летним отдыхом... Теперь, накануне предвидящегося ухода моего из института, я, разоренный материально, с расстроенным и подорванным лишениями этой зимы здоровьем, с горечью оглядываюсь назад на систематически проводившиеся в отношении меня несправедливости. Было бы, думаю, законным и справедливым со стороны обновленного правления института, выдав мне усиленное вознаграждение за организацию и заведование кабинетом, этим хоть отчасти загладить прошлую несправедливость и дать мне возможность как ликвидировать долги в кассе, так и лечением восстановить пошатнувшееся здоровье»<sup>29</sup>.

13 мая 1917 г. Совет института удовлетворил просьбу ученого и постановил: «Выдать г. Цвету пособие для лечения здоровья, расстроенного вследствие усиленных трудов по организации и заведению ботаническим кабинетом»<sup>30</sup>, но лишь 15 сентября правление института утвердило это решение и определило сумму в 500 рублей, которую полагалось выплачивать ему ежегодно в течение прошедших восьми лет. Не дождавшись денег и сделав долг в институтской ссудно-сберегательной кассе, Цвет вместе с женой и ее матерью выехал на юг в местечко Беслан, находящееся близ Владикавказа (ныне Орджоникидзе).

<sup>29</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 105 об.—106.

<sup>30</sup> Там же, л. 104.

Место поездки было выбрано не случайно. В летнее время на бесланском агроучастке Владикавказской железной дороги работал А. А. Лященко — муж сестры Цвета Надежды Семеновны. К помощи этой семьи и решил вновь обратиться Михаил Семенович, так как не имел средств, необходимых для лечения на одном из южных курортов. Он поселился вместе с Еленой Александровной и Марией Ивановной в комнатах небольшого особняка, который снимала семья Лященко на Генеральской ул., 16. Все здесь были рады приезду Цвета и особенно его мачеха Элла Альбертовна.

Е. А. Лященко — племянница Михаила Семеновича (в то время ей было 5 лет) хорошо помнит его и так описывает внешность: «Наружность дяди была очень запоминающаяся. Высокого роста, стройный, с темными, довольно длинными волосами, с небольшой, более светлой, чем волосы на голове, бородкой. Правильные черты лица, густые темные брови. Запомнился мне его взгляд (теперь, анализируя прошлое, я могу назвать его усталым и немного грустным). Одет в черный сюртук. Общий облик его можно назвать аристократическим (другое слово подобрать трудно). Долго ли он прожил у нас, конечно, не помню, но, несмотря на многие прошедшие годы, точно знаю, — это было в 1917 г. и описанную встречу с моим дядей Мишей до сих пор хорошо помню»<sup>31</sup>.

Вскоре после приезда в Беслан Цвет тяжело заболел воспалением легких, и о скором возвращении в Нижний Новгород не могло быть и речи. Оправившись от продолжительной болезни, он наконец смог написать в Женеву Брике по поводу полученного Цветом незадолго до того письма от Клапареда. Эта переписка в основном была связана с книгой «Биографии женевских ботаников», материал для которой тогда начал собирать Брике. Еще из Москвы Цвет отправил 28/XII—1915 г. заполненную им анкету Брике с краткими сведениями о своей научной биографии, фотокопия которой приведена нами. Однако после эвакуации из Варшавы у него не оказалось материалов, необходимых для составления точной

---

<sup>31</sup> Е. А. Лященко. М. С. Цвет и его родственники. Рукопись. Библиотека Института истории естествознания и техники АН СССР. М., 1970, стр. 12—13.

Monument Prof. Dr. Dr. Th. Th. Th.

Nom Th. Th. Th.

Prénoms Th. Th. Th.

Née Th. Th. Th.

Date (jour, mois, année) 24 mai 1882

Nationalité (au, pour les Russes, indiquer le lieu) Russie

Objet: curriculum vitae. Les points suivants sont à mentionner: 1° Noms et prénoms des parents. 2° Études (nature, lieu, dates). 3° Eventuellement grades universitaires avec dates. 4° Fonctions, profession ou occupation (éventuellement succession de ces dernières avec dates). 5° Voyages (avant ou au moins parallèlement, un caractère botanique). 6° Date de l'indiquer si l'on est propriétaire de collections, leur importance, où elles se trouvent (surtout un s'en est détaillé). 7° Sociétés scientifiques dont on fait partie (quand la botanique entre dans leur objet d'étude, éventuellement dates d'entrée). 8° Au verso: publications.

Fil. de Simon Th. Th. et Marie Th. Th. Th.

Études: Université de Saint-Petersbourg à Saint-Petersbourg et à Saint-Petersbourg.

Études: Université de Saint-Petersbourg à Saint-Petersbourg (1891 - 1894).

Docteur en sciences de l'Université de Saint-Petersbourg de 1894.

Docteur en botanique de l'Université de Saint-Petersbourg de 1894.

Assistant à l'Université de Saint-Petersbourg 1894 - 1898.

Professeur à l'Université de Saint-Petersbourg en 1898.

Professeur de botanique et de zoologie à l'Institut Polytechnique de Saint-Petersbourg, depuis 1898.

Professeur de botanique et de zoologie à l'Institut Polytechnique de Saint-Petersbourg depuis 1898.

Chaire de la Faculté allemande de Saint-Petersbourg (1898 - 1908).

Chaire de la Faculté allemande de Saint-Petersbourg (1898 - 1908).

Chaire de la Faculté allemande de Saint-Petersbourg (1898 - 1908).

Анкета с основными биографическими данными, составленная  
М. С. Цветом в 1915 г.

библиографии своих работ. Он намеревался сделать это в Нижнем Новгороде, но и там не смог этого выполнить из-за отсутствия библиотеки.

«Дорогой мсье! — писал Цвет Брике 8 июля 1917 г. — Клапаред написал мне, что Вы не отказались поместить мою библиографию в Вашу книгу. Я этим очень поль-

щен и бесконечно сожалею, что не мог послать Вам необходимого полного списка, который Вы желали... Теперь, я могу послать Вам только данный список, который включает лишь самые основные публикации.

Если в двух словах сказать о Варшаве, я захватил оттуда лишь очень неполное собрание оттисков, которое, впрочем, уже давно находится в Юрьеве, куда я должен был его отправить как участник конкурса, открытого для замещения кафедры Кузнецова. В Нижнем Новгороде, где наш Политехнический институт находится уже целый год, у нас нет научной библиотеки, а потому для меня было невозможно установить нумерацию томов и страниц в моих публикациях.

Теперь вот Вам дополнительная биографическая справка. Я только что назначен ордин[арным] проф[ессором] в Юрьевском (Дерптском) университете, где я буду также директором Ботанического сада. Это событие наполнило бы меня радостью, если бы мое здоровье не было уже так плохо в последние два года и если бы не перспектива возможной эвакуации, потому что немцы недалеко от Юрьева. Политическая атмосфера очень тревожна, и революция приобретает все более социальный характер. «Смерть буржуям» можно прочесть на некоторых плакатах, которые носят демонстранты-максималисты<sup>32</sup>...

Я продолжаю жить здесь с семьей, чтобы поправить свое здоровье, — писал далее Цвет, — но начал я с тяжелой пневмонией, от которой чуть было не испустил дух. Я меланхолично наблюдаю изумительный по красоте вид, открывающийся здесь передо мной, но думаю все время о Женевском прошлом. Через один-два месяца я уеду, очевидно (в Юрьев??), если Юрьев вообще будет. Во всяком случае, если Вы мне будете писать, мой временный адрес: Нижний Новгород, ботанический кабинет Политехнического института.

Клапаред написал мне, — заканчивал Цвет свое последнее письмо Брике, — что вы в Женеве очень страдаете из-за войны. Хотя бы она скорее кончилась, эта война! Не напоминают ли две враждебные коалиции

---

<sup>32</sup> Максималисты — члены полуанархической террористической группы, отколовшейся от партии эсеров (подробнее см. БСЭ, изд. 2-е, т. 26, 1954, стр. 122).



двух свирепых львов, которые до самого конца войны будут пожирать друг друга?»

Слова Цвета оказались пророческими: в ходе первой мировой войны закончили свое существование и царская Россия, и кайзеровская Германия.

Весной 1917 г. Цвет принял участие в конкурсе на должность профессора и директора Ботанического сада в Юрьевском университете. Содействие в прохождении по конкурсу ему оказал Гриневецкий, работавший в этом университете до 1914 г. и так высоко оценивший труды Цвета в предыдущем году во время конкурса в Новороссийском университете.

В начале июня на имя директора Политехнического института пришло письмо ректора Юрьевского университета от 30 мая 1917 г., в котором сообщалось, что Цвет избран 24 марта 1917 г. Советом их университета ординарным профессором. Вскоре по возвращении в Нижний Новгород ученый получил удостоверение от 25 сентября, согласно которому «бывший штатный преподаватель института ныне ординарный профессор Юрьевского университета Михаил Семенович Цвет отправляется к новому своему месту служения в Воронеж, куда упомянутый университет эвакуируется. Настоящее удостоверение выдается г. Цвету для предъявления надлежащим властям с целью оказания ему содействия в пути следования»<sup>33-34</sup>.

То, что местом назначения Цвета значился не Юрьев, а Воронеж, объяснялось приготовлениями к эвакуации туда Юрьевского университета. Однако ее последующая задержка, а также намерение Цвета принять в ней участие для того, чтобы максимально вывезти все оборудование ботанической лаборатории, заставили его изменить маршрут и направиться непосредственно в Юрьев. То ли предшествующий отъезд семьи Цвета на юг, то ли его выезд в Юрьев вместо Воронежа, а также незнание о последующей судьбе ученого породили среди его нижегородских коллег слух о намерении Цветов бежать к Деникину, а затем за границу. К сожалению, эти нелепые сведения дожили и до наших дней, так что автору данной книги пришлось с документами в руках доказывать их несостоятельность.

---

<sup>33-34</sup> ГАГО, ф. 2082, оп. 2, д. 319, л. 115.

В начале октября 1917 г. Михаил Семенович и Елена Александровна приехали в Юрьев<sup>35</sup> и поселились в университетских помещениях, на территории ботанического сада. Город очень понравился им. Небольшой, чистенький, он утопал в зелени, сменившейся к тому времени осенним нарядом. Здание университета и прилегающие к нему постройки расположились в районе Домской горы, или Домберга. Особенно привлекательными были на вершине горы окруженные парком развалины собора рыцарей ливонского ордена, в одном из крыльев которого размещалась университетская библиотека. Это было чисто университетский город немецкого типа. Резкая русификация в начале 90-х гг. не смогла, однако, ликвидировать многих особенностей, связанных с его немецким прошлым, что сказывалось на программе и уставе университета и в том немецком духе, который все еще сохранялся в кругу немецких студентов и преподавателей.

Цвет уже многое знал об этом университете, вначале от своего отца, окончившего тот же физико-математический факультет, где ему предстояло работать, а затем от Н. И. Кузнецова, возглавлявшего там в течение 20 лет кафедру ботаники и Ботанический сад. Именно эту должность и занял теперь Цвет в связи с назначением Кузнецова в 1915 г. на пост директора известного в Крыму Никитского ботанического сада и консультантом министерства земледелия.

Наконец Цвет получил те условия для научной работы, о которых он так мечтал. В результате активной деятельности Кузнецова ранее бедная, с малочислен-

---

<sup>35</sup> До 1893 г. Юрьев назывался Дерптом, или Дорпатом, а ныне Тарту. В Дерптском университете, созданном в 1802 г. как русское высшее учебное заведение на основе существовавшей с 1632 г. *Academia Gustaviana*, кафедра анатомии и физиологии растений была основана, как и в ряде других русских университетов, в 1863 г. по указанию министерства просвещения России. Подробнее об истории этой кафедры см.: А. Я. Перка, Х. А. Мооритс. История развития физиологии растений в Тартуском университете (К 100-летию основания кафедры физиологии растений ТГУ). — Ученые записки Тартуского гос. ун-та, 1964, вып. 151, стр. 3—15. Авторы называют в числе ее работников Цвета, отмечая, что, «к сожалению, ввиду военного положения не сохранилось каких-либо данных о его научной деятельности в Тарту» (стр. 9).

ными научными силами ботаническая кафедра Юрьевского университета стала считаться одним из сильнейших ботанических коллективов. По воспоминаниям академика Б. А. Келлера (1933), сдававшего там в 1909 г. магистерский экзамен, его поразили широта научных интересов и интенсивность деятельности кафедры.

Однако Цвету не пришлось воспользоваться этими условиями. Первая мировая война сказалась на работе всего университета и его кафедр, так как Прибалтика стала ареной военных действий. В начале 1915 г. в Юрьеве началась спешная эвакуация русских учреждений. Часть университетского оборудования была вывезена в Воронеж, Пермь, Нижний Новгород и Ярославль.

Однако после первых успехов немцев в Галиции и Восточной Пруссии наступило некоторое затишье, и линия фронта остановилась, дойдя до границ тогдашней Эстляндии. По свидетельству одного из коллег Цвета, «Жизнь в университете во время войны замирает: профессоры и ассистенты-медики работают на фронте, студенты-медики старшего курса досрочно выпускаются, студентов младших курсов берут в военные училища. Больницы Юрьева заполняются ранеными с ближайшего фронта. Устраиваются новые лазареты; университет также организует лазарет на свои средства. Жены и дочери профессоров работают в них в качестве сестер»<sup>36</sup>.

Февральская революция 1917 г. не вызвала каких-либо существенных изменений в жизни Юрьевского университета, в чем Цвет убедился сразу же после прибытия в Юрьев. В этом городе он и встретил Октябрьскую революцию<sup>37</sup>.

Сразу же после приезда на новое место службы Цвет включился в научную и педагогическую жизнь университета. В декабре 1917 г. он принял участие в годовом отчетном заседании Юрьевского общества естествоиспы-

---

<sup>36</sup> К. К. Сент-Илер. Юрьев—Воронеж. — В сб. «15 лет Воронежского университета». Воронеж, 1934, стр. 34.

<sup>37</sup> Неверно утверждение некоторых авторов о том, что «Октябрьская революция застала ученого в Воронеже» (К. И. Сакодинский, П. А. Солуянов, Михаил Семенович Цвет и хроматография. — В сб.: Газовая хроматография, вып. 8. М., НИИТЭХИМ, 1968, стр. 117).

тателей<sup>38</sup>. Осенью того же года Цвет приступил к занятиям со студентами. Среди его слушателей была Т. В. Низовкина, которая и поделилась с нами своими воспоминаниями о тех днях. «Окончив гимназию в г. Юрьеве, — сообщила Низовкина, — я поступила в Юрьевский университет в 1917 г. Женщин в университет стали допускать за несколько лет до моего поступления. Для этого надо было сдать при округе экзамены на аттестат зрелости по физике и латинскому языку. Я поступила на химическое отделение физико-математического факультета. Курс ботаники вел профессор Михаил Семенович Цвет. Он читал свои лекции не в главном здании университета, а в аудитории Ботанического сада, находившейся в небольшом одноэтажном здании старинного типа напротив пруда, располагавшегося в том же саду. Она представляла собой сравнительно небольшую комнату с одним широким окном, где и собиралась наша группа студентов в 25—30 человек.

Профессор М. С. Цвет входил на лекции не через ту дверь, в которую входили студенты, а в другую дверь справа, очевидно, связанную с его жилыми комнатами. Его облик хорошо запомнился мне уже с начала знакомства. Когда я увидела М. С. Цвета на первой его лекции, он показался мне высоким человеком. Одет он был строго, в черный сюртук. Волосы седоватые, бледное с правильными чертами лицо. На лице было удивительное выражение большой усталости, казалось, что он, может быть, даже чем-то болен. Весь облик полон благородства и спокойствия.

Лекции М. С. Цвет читал спокойно, медленно. Они были содержательны, но, к сожалению, у меня не сохранились. Прослушать курс до конца также, как и сдавать ему экзамены, мне не удалось. Уже в конце февраля 1918 г.<sup>39</sup> я вынуждена была спешно уехать из Юрьева: к городу подходили немцы»<sup>40</sup>.

18 февраля 1918 г., вероломно нарушив перемирие, германские войска начали наступление по всему фронту

---

<sup>38</sup> Хессе и Уэйл (Hesse G., Weil H., 1954, S. 33) ошибочно назвали это собрание общества учредительным; Юрьевское (бывшее Дерптское) общество естествоиспытателей было создано задолго до того — в 1853 г.

<sup>39</sup> С начала 1918 г. все даты даются нами по новому стилю.

<sup>40</sup> Письмо Т. В. Назовкиной автору книги.

с целью свержения Советской власти и захвата России. Собранный 20 февраля на экстренное заседание Совет Юрьевского университета решил избрать местом дальнейшей деятельности университета г. Воронеж. Об этом городе и раньше не раз шла речь, так как было известно, что различные воронежские организации с начала века безуспешно ходатайствовали перед правительством об открытии у них университета.

Однако намерение Совета не удалось осуществить. Из 30 наступающих немецких дивизий 15 двигалось на Петроград. Их беспрепятственное наступление было столь быстрым, что уже 23 февраля один из немецких отрядов вступил в Юрьев. День был воскресный, и немецкая часть города с воодушевлением встречала оккупантов. Воспользовавшись временной слабостью молодой Советской республики, настойчиво стремящейся к заключению мира, Германия и ее союзники предъявили грабительские условия этого мира, которые Советское правительство вынуждено было принять для временной передышки и социалистического переустройства страны. 3 марта 1918 г. был подписан Брестский мир, согласно которому оккупированные за этот срок немцами Украина, Эстляндия, Лифляндия и Аландские острова отходили Германии, получившей право определить «будущую судьбу этих областей»<sup>41</sup>.

7 марта начальник немецкого оккупационного отряда в Юрьеве выступил в университете перед немецкими профессорами, преподавателями и студентами и вскоре передал неофициальное распоряжение ректору В. Г. Алексееву о том, что университет должен быть немецким. Предписывалось до 29 марта закончить курс лекций на русском языке и начать экзамены. Совет университета заявил, что оккупационные власти не имеют на то правового основания, так как Петроградское правительство заключило мир с Германской империей, а в мирном договоре «нет ничего такого, что бы могло оправдать подобные мероприятия»<sup>42</sup>. Кроме того,

<sup>41</sup> История ВКП(б). Краткий курс, стр. 207—208. Брестский мир был аннулирован решением ВЦИК от 13 ноября 1918 г. после революции в Германии, свергнувшей Вильгельма II и его правительство.

<sup>42</sup> Цит. по: *К. К. Сент-Илер. К истории Воронежского университета*. — Труды Воронежского ун-та, т. 1. Воронеж, 1925, стр. 367.

Совет университета отметил, что предполагаемая реформа принесет ущерб другим национальностям, и прежде всего эстонцам и латышам, которые не могли слушать лекции на немецком языке. Совет поддержали эстонские и латышские профессора, которые просили оставить деятельность университета в прежнем виде, так как в течение ряда лет преподавание в школах и подготовка к поступлению в институты велись на русском языке. В ответ оккупационные власти потребовали свертывания университетских занятий к 20 марта, после чего намеревались занять студенческие общежития и реквизировать имущество не только казенное, но и частное.

К назначенному сроку лекции были закончены, начались экзамены. Из-за отсутствия средств свертывалась научная деятельность лабораторий, закрывались клиники и другие университетские учреждения. Продолжали функционировать лишь психиатрическая клиника и Ботанический сад. Отрезанный от Советской России и ничего не зная о дальнейшей судьбе университета и его профессорско-преподавательского состава, а также русских студентов, Совет университета командировал 30 марта 1918 г. в Петроград и Москву профессора истории В. Э. Регеля, а затем еще несколько профессоров.

По воспоминаниям зоолога Сент-Илера, «апрель и начало мая были временем относительного затишья: университет оставили в покое. Профессора заканчивали занятия: производили экзамены и выдавали дипломы. Студентов оставалось в Юрьеве еще довольно много, но число их постепенно убывало, так как многим удалось выехать с поездами беженцев в Россию, на Украину и в Польшу. Не получая денег из дому и истратив все свои запасы, студенты терпели нужду, и даже ранее состоятельные из них должны были обращаться за помощью. Попытки обращения за материальной поддержкой к местной комендатуре не имели успеха». Со времени вступления оккупантов в Юрьев вследствие полного истощения кассы казначейства служащие университета получали содержание в уменьшенном размере, а затем выплата прекратилась совсем, так что многие оказались совершенно без средств. Попытка обратиться к оккупационным властям за помощью не увенчалась успехом. Кроме того, не было никакой возможности

снести с русским правительством и получить из центра хоть какие-нибудь указания.

16 мая главнокомандующий оккупационной армии отдал приказ о прекращении деятельности Юрьевского университета как русского учреждения<sup>43</sup>, а ректору и русским профессорам предлагалось «добровольно покинуть Лифляндию».

Для ведения дел по организации выезда из Юрьева университетский персонал избрал ликвидационную комиссию, которая должна была определить состав двух отъезжающих групп. Она установила, что в первую очередь желают выехать около 220 человек, а во вторую — около 60 (в том числе и члены семей). Однако никто не мог сказать, когда, каким образом и на какие средства будет организован отъезд. Положение было очень неопределенным и тягостным, так как никаких вестей из России не было. Некоторые работники стали искать возможность выбраться из Юрьева частным путем.

Между тем выехавшие с большим трудом из Юрьева профессора делали все возможное, чтобы помочь своим коллегам, оставшимся с университетом. Благодаря энергичным действиям В. Э. Регеля в Москве, куда эвакуировался из Петрограда Наркомпрос, и Петухова в Воронеже решение вопроса о дальнейшей судьбе университета значительно ускорилось. 26 апреля 1918 г. Государственная комиссия по просвещению под председательством Н. К. Крупской поддержала ходатайства воронежских партийных, советских и общественных организаций о переводе Юрьевского университета в Воронеж, а 18 мая 1918 г. Государственная комиссия по просвещению постановила: «Считать необходимым учреждение университета в г. Воронеже, для чего использовать имущество и свободный персонал эвакуированных университетов. С этой целью войти с представлением в Совет Народных Комиссаров о переводе юрьевских

---

<sup>43</sup> К. К. Сент-Илер. К истории Воронежского университета, стр. 376—377. С сентября 1918 г. в городе, названном вновь Дерптом, стал функционировать немецкий Дерптский университет, о торжественном открытии которого сообщила местная газета «Dorpater Zeitung» (16 сентября 1918 г., № 168). Преемником Цвета по анатомии и физиологии растений стал П. Клаусон, уехавший затем в Марбург-на-Лайне.

профессоров со студентами и архивом университета в Воронеж. Ассигновать на постройку зданий под университет 600 000 рублей»<sup>44</sup>. Этот день 18 мая 1918 г. и считается ныне днем рождения Воронежского государственного университета.

Наконец, 11 июня 1918 г. на заседании Совнаркома под председательством В. И. Ленина было утверждено постановление о начале переговоров с правительством относительно выезда из Юрьева тех профессоров, которые соответствуют требованиям, предъявляемым представителям науки в новых социальных условиях.

Одновременно с этими правительственными решениями был создан комитет по устройству в Воронеже университета, председателем которого назначили В. Э. Регеля<sup>45</sup>, ставшего затем первым ректором ВГУ. 8 июля 1918 г. он возвратился в Юрьев, где уже совсем отчаялись получить какие-либо сведения из России, и доложил Совету университета о результатах своей трехмесячной командировки. В. Э. Регель привез значительную сумму денег, выделенных советским правительством для выплаты жалования служащим, решение правительственных органов о переводе университета в Воронеж, а также сообщение о прибытии вскоре маршрутного поезда для университетского персонала и их имущества. Спешно были закончены приготовления к отъезду и получены проездные билеты. Наконец 12 июля прибыл долгожданный поезд, и 17 июля 189 служащих университета и членов их семейств, а с ними 210 студентов и учащихся женской гимназии покинули Юрьев.

Семья Цветов решила выехать со вторым поездом. Материальные лишения вконец подорвали здоровье ученого. Многие семьи работников университета, оказавшись без средств, стали продавать вещи, но у Цветов такой возможности не было. После потери всего имущества при эвакуации из Варшавы их единственным средством к существованию стало жалованье Цвета. Поэтому отсутствие жалованья не могло не сказаться на здоровье ученого, не имевшего никаких сбережений. Живший тогда в Юрьеве и не раз встречавший его Э. Штамм вспоминал позже, что «в начале 1918 г. (оче-

---

<sup>44</sup> ЦГАОР СССР, ф. 2306, оп. 1, д. 35, л. 126, 126 об.

<sup>45</sup> ЦГАОР СССР, ф. 2306, оп. 18, д. 59, л. 6.



видно, имелось в виду первое полугодие 1918 г. — *Е. С.*) Цвет выглядел очень исхудавшим, нервным и болезненным. Его русское произношение, говорят, было безупречным, да и внешне он производил впечатление чисто русского... что при тогдашних обстоятельствах не облегчало преподавательскую деятельность в немецком университете»<sup>46</sup>.

Доставленные В. Э. Регелем в начале июля деньги для выплаты жалованья университетским работникам стали для семьи Цвета спасительными. Не имея достаточно сил для нелегкого путешествия на новое, еще не обжитое для университета место и по опыту зная, каких больших трудов стоит устройство кафедры на новом месте, ученый решил несколько восстановить свои силы в оставшиеся летние дни. Он надеялся также вывезти в Воронеж те учебные пособия, которые изготовили преподаватели и студенты для использования на занятиях<sup>47</sup>. Однако он не смог это осуществить. Немцы описали и запретили вывозить не только неэвакуированное оборудование университета, но и личное имущество тех преподавателей, которые жили в университетских поме-

<sup>46</sup> Цит. по: *G. Hesse, H. Weil. Michael Tswett's erste chromatographische Schrift. M. Woelm—Eschwege, 1954, S. 34.*

<sup>47</sup> Нельзя согласиться с утверждением Хессе и Уэйла в работе, посвященной творчеству Цвета (1956), что Цвет не захотел воспользоваться возможностью эвакуироваться в Воронеж в июле 1918 г., а решение выехать со вторым поездом принял «внезапно». Заметим, что отъезд с первым поездом был сопряжен с большими неудобствами и трудностями из-за его перегруженности: в двух классных и 19 товарных вагонах выехало 399 человек преподавателей и учащихся Юрьева, их багаж, а кроме них и некоторые русские чиновники со своим имуществом. Вот почему остальные профессора и преподаватели университета предпочли ждать второй поезд, о котором уже имелась договоренность. С ним уезжало меньшее число эвакуированных.

Безосновательно также предположение Хессе и Уэйла о том, что причиной отъезда из Юрьева Цвету послужил отказ о принятии его на работу в немецкий университет, а также боязнь потерять полагающуюся ему в России пенсию. Никто из русских профессоров не обращался к немецким властям об оставлении их на работе в немецком Дерптском университете, что касается пенсии, то Цвету было еще далеко до пенсионного возраста, и он намеревался работать в меру своих сил. Странно, что, зная об оставленных Цветом в России близких родственниках, Хессе и Уэйл допускали мысль о его намерении не возвращаться к ним.

щениях. Имущество оставляли в качестве залога за тот университетский учебный инвентарь, который был эвакуирован в Россию и который оккупанты требовали возвратить. Следовательно, то немногое, чем располагала семья Цветов после приезда в Юрьев, было ими потеряно.

К этому времени относятся воспоминания о Цвете его коллеги К. Регеля, который еще два года после этого работал в Тарту, а затем 18 лет в качестве профессора и директора Ботанического сада Каунасского университета в Литве: «Цвет выехал в Воронеж осенью 1918 г. с последним поездом, который перевозил в Россию русских чиновников и профессоров университета. Во время моего пребывания в Юрьеве я видел Цвета неоднократно, а последний раз на вокзале, когда он шел на поезд. У него была седеющая борода, он плохо выглядел, говорили, что он болен (чахоткой?)»<sup>48</sup>.

Второй поезд с работниками университета вышел из Юрьева 31 августа 1918 г. и через Псков, Гатчину и Москву прибыл утром 7 сентября в Воронеж. С ним прибыло 6 профессоров, 14 преподавателей и 3 служащих университета и при них 8 членов семей, а всего вместе с первым поездом в Воронеж переехали из Юрьева 39 профессоров, 45 преподавателей, 25 канцелярских служащих, 6 работников библиотеки и 12 служителей.

30 сентября 1918 г. в здании бывшего кадетского корпуса был созван Совет профессоров Юрьевского университета, приехавших в Воронеж. В их числе был и Цвет. Совет избирал первого ректора Воронежского университета. Им стал В. Э. Регель.

Местные и центральные правительственные органы уделяли много внимания университету и оказывали всевозможную помощь в устройстве на новом месте его преподавателей<sup>49</sup>.

<sup>48</sup> Цит. по: *Ch. Dhéré. Michel Tswett. — Candollea*, vol. 10, 1943, p. 33.

<sup>49</sup> См. документы, хранящиеся в Госархиве Воронежской области (ф. 10, оп. 1, д. 18, л. 60, 388; д. 32, л. 751, 752; д. 37, л. 736 и об.; д. 37, л. 751 и об.) и в Центральном госархиве Октябрьской революции СССР (ф. 2306, оп. 1, д. 35, л. 126 и об.; д. 36, л. 116 и об.; оп. 18, д. 59, л. 6 и об.; ф. 130, оп. 2, д. 186, л. 59 об. и др.), часть которых опубликована в сб.: Культурное строительство в Воронежской губернии. 1918—1928 гг. Воронеж, 1965,

Первый год жизни прибывшего в Воронеж университета и его преподавателей неоднократно освещался в печати и особенно в местных газетах. «Воронежский красный листок» 26 июля 1918 г. сообщал о результатах осмотра секретарем Воронежского губисполкома А. Драгачевым зданий, предназначенных для университета, 4 октября 1918 г. — о материальном оснащении ВГУ, а 28 июля 1918 г. в статье «Приезд профессоров Юрьевского университета» рассказал о прибытии в Воронеж 25 июля первого университетского состава с эвакуированными преподавателями и студентами и встрече их.

В устройстве и размещении прибывших приняли участие не только представители губисполкома, но и местная интеллигенция. Преподаватель Зооветеринарного института, затем профессор ВГУ Алексей Иванович Веревкин предложил приезжим небольшую комнату во флигеле его двухэтажного дома № 20 по Халютинской (ныне Батуриной) улице, в которой и поселились Цвет и его жена. Приветливый и сердечный хозяин, его жена и дочь старались по возможности помочь им в устройстве на новом месте. Простая железная кровать, покрытая серым солдатским суконным одеялом, стол, стул, этажерка с книгами да шкаф — вот все, что могли они предложить приехавшим налегке супругам. Веревкин стал почти единственным собеседником Цвета.

Нелегкий многодневный переезд из Юрьева, продовольственные трудности и отсутствие должной медицинской помощи заметно сказались на ухудшении здоровья Цвета. Положение осложнялось тем, что его место жительства оказалось очень далеким от университета и не связанным никаким видом транспорта. Сердечная слабость не позволяла Цвету идти пешком через весь город, и он вынужден был иногда не являться даже на заседания университетского Совета. Так, 4 октября 1918 г., когда Совет профессоров должен был избрать проректора (им стал К. К. Сент-Илер), Цвет официально передал свое право голосования профессору зоологии И. И. Шмальгаузену, одному из немногих, с кем он поддерживал в Воронеже наиболее тесные дружеские отношения.

Болезнь, лишения и жизненные невзгоды сделали ученого молчаливым, грустным и задумчивым. Цвет не стремился общаться с соседями и привлекать к себе

внимание, а держался скромно и уединенно. Иногда его видели сидящим у окна, выходявшего в сад. С приближением зимы все меньше и меньше света проникало в скромное жилище ученого. Любимым местом Цвета стала беседка в саду, где он часто сидел, задумавшись, один или беседуя с Веревкиным. Немало путешествовавший и прошедший пешком по лесам, степям и горам, Цвет мог теперь совершать лишь короткие прогулки иногда вместе с Еленой Александровной вдоль улицы в сторону обрыва реки Воронеж. Тропинка от дома к реке круто обрывалась у берега, и с высоты открывался завораживающий вид бескрайних заречных просторов, любоваться которыми Цвет мог часами.

Многое из сказанного здесь нам стало известно от А. Н. Грудевой, до сих пор проживающей в доме, принадлежавшем Веревкину. Скромная и застенчивая девочка, она почти ежедневно приходила тогда во флигель — молча прибирала его комнаты и топила печь. Иногда Цвет обращался к ней с вопросом или с просьбой.

Грудевой запомнились вежливость, предупредительность и сдержанность его обращения не только с ней, но и со всеми окружающими. Одевался Цвет всегда чисто и аккуратно, но девочке казалось, что его одежда — с чужого плеча, так она была ему свободна из-за его истощенности.

Несмотря на свою болезнь и плохое самочувствие, ученый сразу же включился в работу по устройству кафедры. 7 октября 1918 г. он изложил Комитету по организации Воронежского университета свои предложения относительно дальнейшего совершенствования преподавания ботанических курсов. «Ввиду предстоящего расширения деятельности российских университетов, — писал Цвет на имя физико-математического факультета, — считаю необходимым предложить факультету ходатайствовать в Комиссариате об учреждении 3-й профессуры по ботанике. Таковая уже существует при некоторых университетах (например, Одесском). Она позволяет разгрузить специалистов по систематике и по физиологии растений. Не отвлекаясь чтением общего курса на физико-математическом и медицинском факультетах, они могут всецело посвятить себя учебной и ученой работе по своим специальностям.

Предлагаемая третья профессура была бы также, и при том органически, связана с особой специальностью, а именно с экологической географией растений. Эта молодая отрасль, рассматривающая распределение растений с точки зрения взаимоотношений между организмом и средой, имеет свои корни как в физиологии, так в анатомии, морфологии и систематике растений и призвана заменить в университетском преподавании прежнюю сухую и мертвящую т. н. геоботанику, или флористику.

Помимо своего чисто научного значения, — заключал Цвет, — экологическая география растений имеет еще и большое практическое значение для агрономии в широком смысле слова, так как изучение экологической индивидуальности тех или иных полезных или могущих стать полезными растений связано с вопросом об их рациональной культуре в тех или иных областях»<sup>50</sup>. В дальнейшем мнение Цвета приняли во внимание при совершенствовании университетской программы по ботанике, но, к сожалению, он уже не мог стать тому свидетелем.

В трудных условиях гражданской войны молодая Советская республика уделяла большое внимание организации и развитию в стране высшей школы. В 1918 г. были созданы 22 мая — Нижегородский университет, 10 августа — Иваново-Вознесенский политехнический институт, 4 сентября — Московская горная академия, а затем и другие вузы. Из них Воронежский государственный университет — первый вуз, возникший после Октябрьской революции, и в его организации приняли непосредственное участие не только А. В. Луначарский, Н. К. Крупская, П. К. Штернберг и др., но и лично В. И. Ленин. 15 октября, раньше, чем на других факультетах, был прекращен прием заявлений на естественном отделении физмата, а через месяц в печати появились сообщения об открытии и первом дне занятий университета — 12 ноября 1918 г.

Местная газета так писала об этом событии их города: «Недавно начались занятия в Воронежском государственном университете. Ежедневно по вечерам профессорами читаются лекции, привлекающие большое

---

<sup>50</sup> Музей истории Воронежского государственного университета.

количество слушателей. Среди студентов имеется довольно большой контингент рабочих, железнодорожников, служащих, для которых прежде ворота университета были закрыты. На лекции часто приходят и не студенты, так как слушание их доступно всем гражданам. Время занятий (от 5 до 8 часов вечера), несомненно, очень удобно для трудящегося люда, но скоро начинаются практические занятия и совмещение их с лекциями по вечерам будет довольно затруднительным»<sup>51</sup>.

К чтению лекций по ботанике Цвет приступил лишь во втором семестре. «Суть в том, — писал он по этому поводу 14 апреля 1919 г., — что, страдая серьезным пороком сердца, я не могу много и долго ходить. Вынужденный условиями жилищного кризиса жить вдали от университета, я был, следовательно, отрезан от него, ввиду отсутствия трамвая и извозчиков... За неимением другого свободного помещения я мог бы поселиться временно при заведуемом мною ботаническом институте, где при достаточно обширном помещении могли быть выделены безо всякого ущерба для лаборатории под мое жилище две совершенно изолированные, с отдельным ходом маленькие комнатки, ...но видя, что время уходит, решил исхлопотать пока что пользование казенной лошадью. Получив... согласие Правления (8 апр[еля]). я на следующий же день, 9-го, начал чтение лекций»<sup>52</sup>.

Однако несмотря на это, чтение лекций стоило Цвету все большего труда. Хорошо знавшая его по Юрьеву зоолог В. И. Бухалова рассказала и об этих днях их совместной работы в Воронежском университете: «Кафедры зоологии и ботаники помещались в одном здании, у нас была общая аудитория. Запомнилось, что профессор Цвет читал лекции, сидя за столиком, его умное лицо с резкими чертами поражало своей бледностью, при разговоре он задыхался, грудь вздымалась от тяжелых толчков сердца»<sup>53</sup>. По свидетельству профессора медицинского факультета университета И. В. Георгиевского, обследовавшего Цвета еще в Юрьеве, последний страдал

<sup>51</sup> «Воронежский красный листок», 17 ноября 1918.

<sup>52</sup> Центральный государственный архив РСФСР, ф. 2306, оп. 18, д. 355, л. 167, 167 об.

<sup>53</sup> Цит. по: В. П. Мелешко. Некоторые новые данные к биографии М. С. Цвета. — Труды Воронежского технологического ин-та, 1960, т. 16, стр. 165—166.

декомпенсированным пороком сердца. Ни постоянная забота Елены Александровны, ни квалифицированная помощь воронежских врачей не могли предотвратить неумолимо надвигающийся исход болезни. Во время одного из приступов Цвет был увезен в университетский госпиталь № 25. Смерть наступила 26 июня 1919 г.<sup>54</sup>, вскоре после того как ученому исполнилось 47 лет.

По одним сведениям (Мелешко, 1960), Цвет похоронен на кладбище Алексеевского монастыря, по другим (Лященко Е. А., 1970) — на Чугуновском городском кладбище. Попытки автора книги уточнить место захоронения Цвета оказались безуспешными, так как в Воронежском архиве не сохранилось записей захоронений тех лет на этих кладбищах.

В заключение — несколько слов о судьбе небольшого личного архива Цвета, который включал самые интересные записи исследователя о проводимых ученым опытах, готовящиеся публикации, препараты, письма, фотографии и другие материалы. Их бережно хранила Е. А. Цвет. С большими трудностями, оставив в Воронеже даже свои личные вещи, везла она их через всю взбудораженную гражданской войной Россию на юг в поисках семьи Н. С. Лященко, у которой она оставила свою мать. Однако к тому времени А. А. Лященко получил назначение на новое место работы и семья переехала из Владикавказа вначале в Крымск, а затем в Абрау-Дюрсо. Почти год добиралась до своих родных Е. А. Цвет. Летом 1920 г. она нашла их в Абрау-Дюрсо, и везде с нею был сундучок с материалами ее мужа. Вместе со своей матерью она вскоре стала жить и учительствовать в находящейся в семи километрах от Абрау-Дюрсо деревне Глебовке, состоящей в основном из чешских эмигрантов.

Тяжело переживая потерю мужа, Елена Александровна всецело занялась педагогической работой с детьми, которые очень любили ее за чуткость и внимательность, за интересные уроки, изобретательность в устройстве

---

<sup>54</sup> Заметим, что правильна именно эта дата кончины Цвета (см. Труды Воронежского государственного ун-та, 1925, т. 1, стр. 425), а не май 1920 г., как указано в некоторых зарубежных работах (Lederer E., Lederer M., 1953; Хайс И. М., 1962; Asimov I., 1964), и не 1929 г., как значится в книге А. А. Жуховицкого и Н. М. Туркельтауба (1962).

музыкальных вечеров, новогодних праздников с самодельными подарками. После смерти матери, наступившей в мае 1922 г., она не могла перенести одиночества и умерла в начале июня 1922 г. в той же деревне Глебовке, где и была похоронена<sup>55</sup>. Подробнее об обстоятельствах смерти Е. А. Цвет рассказано в рукописи Е. А. Лященко (1970).

Заветный сундучок с материалами М. С. Цвета Елена Александровна завещала его сестре Н. С. Лященко, которая бережно хранила его во время всех своих последующих переездов. Умирая, Надежда Семеновна наказывала своей дочери «беречь документы дяди Миши, который был большим ученым». Долгие годы сундучок «дяди Миши» вместе с содержимым хранился в Москве на квартире Е. А. Лященко, пока во время Великой Отечественной войны ей не пришлось эвакуироваться вместе со своим учреждением на Урал. Из сундучка было взято самое ценное — фотографии. Это — единственные предметы из тех, что принадлежали Цвету и сохранились до наших дней. Часть их воспроизводится в этой книге.

---

<sup>55</sup> Приводимые К. И. Сакодынским в работе «Михаил Семенович Цвет и хроматография» (1972, стр. 39) дата смерти и место захоронения Е. А. Цвет в Абрау-Дюрсо неточны.



## Часть II

---

### Создание и развитие хроматографического метода

#### Хроматографический адсорбционный анализ

Давно приспела пора отдать должное достижениям нашей науки, наших отечественных ученых, правильно и по достоинству оценить... замечательный хроматографический метод профессора Цвета.

С. И. В а в и л о в

Хлорофилл — это, пожалуй, самое интересное из органических веществ.

Ч. Д а р в и н

Адсорбция была открыта в 1785 г. русским химиком и фармацевтом Т. Е. Ловицем, который в последующие семь лет не только описал открытое им явление, но и рекомендовал его для практического использования и дал первую теоретическую трактовку природы адсорбционного процесса.

Что касается самого термина «адсорбция», то он был предложен лишь спустя полвека — в 1835 г. — немецким исследователем М. Л. Франкенгеймом для обозначения процесса конденсации твердых частиц и растворенных

веществ, а также газов на поверхности твердого поглотителя за счет физического притяжения между ними. На первых этапах изучения это явление именовалось абсорбцией (от латинского слова *absorptio* — поглощение).

В настоящее время термин «абсорбция» сохранился лишь в физике (абсорбция света) и в физиологии (всасывание), а в физической химии он обозначает проникновение и поглощение веществ всей массой тела в отличие от поверхностного сгущения и уплотнения растворенного или газообразного вещества при адсорбции. Однако провести резкую грань между этими процессами невозможно.

Изучение адсорбции в прошлом веке велось преимущественно в форме разработки способов дезодорации, обесцвечивания и очищения различных жидкостей (спирта, питьевой воды и др.), фармацевтических препаратов, органических и других веществ. В основе многих из этих способов лежало использование фильтрации через различные среды, т. е. прием, известный ученым с давних пор.

Цвет относил к адсорбции «явления отчасти в своей сущности, может быть, разнородные, но отвечающие следующему общему определению: сгущение на поверхности тел окружающих их газов, паров, жидкостей или растворенных в последних веществ»<sup>1</sup>.

Впервые мысль об использовании этого процесса для разделения растительных пигментов была высказана им в 1900 г. Установив в конце 90-х годов, что пигменты хлоропластов связаны со своим носителем адсорбционными связями, Цвет предположил, что разделение этих пигментов после извлечения их из листьев можно осуществить с помощью той же адсорбции.

По этому поводу он писал в 1900 г.: «Хлорофиллины не извлекаются из листьев чистым бензином... потому, что они удерживаются в хлоропластах молекулярными силами... Но достаточно прибавить к бензину одну сотую спирта, чтобы молекулярные силы были преодолены, и все пигменты переходят в раствор... Молекулярные силы, удерживающие компоненты хлороглобина (за ис-

---

<sup>1</sup> М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ. Избранные работы. М., Изд-во АН СССР, 1946, стр. 9.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

## ХЛОРОФИЛЬНОГО ЗЕРНА.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И КРИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.

Доктора Женевского Университета

**М. С. Цветъ.**

Труды Общества Естествоиспытателей при Императорскомъ Казанскомъ университетѣ, томъ XXXV, вып. 3.

**КАЗАНЬ**

Типо-литографія Императорскаго Университета.  
1901.

*Титульный лист магистерской диссертации М. С. Цвета  
1901 г., посвященной изучению хлоропластов*

ключением каротина) в хлоропластах или на бумаге, должны быть отнесены к категории адсорбционных»<sup>2</sup>.

Тогда же Цвет приступил к разработке нового метода, а его первые размышления о теоретической основе этого метода имели место уже в магистерской диссертации «Физико-химическое строение хлорофильного зерна» (1901). Проанализировав исследования растительных пигментов, проведенные к началу XX в., Цвет обратил внимание на необходимость разработки такого метода,

<sup>2</sup> М. С. Цвет. Хлорофиллины и метахлорофиллины. — Труды СПб. об-ва естествоиспытателей, 1900, т. 34, вып. 1, стр. 284.

который позволил бы сохранять неизменными извлекаемые из растений пигменты. Такую же цель ставили перед собой в прошлом веке многие исследователи хлорофилла, но никто из них не мог выработать радикального способа для ее достижения. Причина неудачи, как справедливо отмечал Цвет, заключалась в том, что в проведенных исследованиях основная ставка делалась на химические методы, на отыскивание таких химических реагентов, которые извлекали бы пигменты из растений, а затем отделяли их смеси в их естественном виде. Однако, о каком природном состоянии пигментов могла идти речь, если для их извлечения и разделения растения предварительно подвергали усиленному механическому разрушению (растиранию в ступке с наждаком, стеклом или другим твердым порошкообразным веществом для разрушения хлоропластов), а затем обрабатывали различными реактивами, даже сильными кислотами и щелочами, нередко нагревая их до кипения? Вот почему Цвет уже в магистерской диссертации отмечал, что «биохимик должен применять для выделения веществ чисто физические методы. Такое условие включает в себя негативное и позитивное указания: с одной стороны, не вводить в процедуру вредных химических агентов, с другой, приводить по возможности к нулю действие химических агентов, имеющих в тканях»<sup>3</sup>.

В той же самой диссертации на основании всестороннего анализа предшествующих исследований Цвет показал, что авторы многих работ в своих экспериментах с хлорофиллом по существу очень часто пользовались различными приемами физического анализа. Изучив эти приемы, он разделил их на пять групп: дробное растворение, дифференциальное растворение, дробное осаждение, «мокрая возгонка» и диффузионный метод. Особое внимание Цвет обратил на большие возможности физических методов анализа, в частности метода дробного осаждения, которым пользовался и сам в своей магистерской диссертации 1901 г. По его собственному признанию, сделанному позже, в 1910 г., «в упомянутом труде

---

<sup>3</sup> М. С. Цвет. Физико-химическое строение хлорофильного зерна. — Труды Об-ва естествоиспытателей при Казанском ун-те, 1901. т. 35, вып. 3, стр. 9—10.

М. С. Цвѣтъ.

---

О новой категоріи адсорбціонныхъ явленій и о примѣненіи ихъ  
къ біохимическому анализу.

Предварительное сообщеніе.

(Обобщено въ біологическомъ отдѣленіи Варшавскаго Общ. Естествоиспытателей  
8/21 Марта 1903 г.).

---

Введеніе.

Подъ названіемъ *адсорбціи* соединяются въ настоящее время явленія отчасти въ своей сущности, можетъ быть, разнородныя, но отаѣчающія слѣдующему общему опредѣленію: сгущеніе на поверхности тѣлъ окружающих ихъ газовъ, паровъ, жидкостей или растворенныхъ въ послѣднихъ веществъ.

Поглощеніе животнымъ и древеснымъ углемъ не только красящихъ веществъ, по общераспространенному мнѣнію, но и вообще всевозможныхъ растворенныхъ веществъ, а также газовъ; поглотительная способность почвы, огромная поглотительная способность для газовъ палладіевой и платиновой черни; сгущеніе водяныхъ паровъ и газовъ на стеклянныхъ и металлическихъ поверхностяхъ (образованіе такъ называемыхъ „Wasserhaut” или „Luftbaut”); поглощеніе водяныхъ паровъ мелко-порошкообразными и коллоидальными металлическими окислами; поглощеніе воды гидрогелемъ кремнистаго ангидрида; поглощеніе солей целлюлозой и животными перепонками; ингибиціонныя свойства целлюлозы, крахмала и пр.;

(стр. 86 и сл.) находился в зачатке разработанный с 1903 г. . . *адсорбционный анализ*»<sup>4</sup>.

Таким образом, к 1900 г. Цвет обосновал необходимость и возможность разработки нового, физического принципа биохимических исследований растительных пигментов в их естественном состоянии и приступил к созданию метода, отвечающего этому принципу. По его глубокому убеждению, успех любого исследования зависит от степени совершенства методики. В своих работах Цвет нередко повторял: «Всякий научный прогресс есть прогресс метода». «К сожалению, — писал он, — методика является нередко самой слабой стороной научных исследований. Каждое поколение в своей главной массе ученически наследует приемы предыдущего и, не подвергая их основательной критике, довольствуясь тем, что они «общеприняты», применяет их для добывания новых результатов, которые получают права гражданства у современников, впоследствии же нередко теряют всякое значение»<sup>5</sup>. Цвет был уверен, что со временем химические методы исследования хлорофилла уступят ведущее место физическим как более совершенным.

На XI съезде русских естествоиспытателей и врачей 30 декабря 1901 г. Цвет сообщил о своих первых успехах в этом направлении в докладе «Методы и задачи физиологического исследования хлорофилла». Его основное содержание «Дневник съезда» отразил следующей краткой аннотацией: «Докладчик обращает внимание на выработанный им *абсорбционный*<sup>6</sup> метод и демонстрирует лежащее в его основе явление. Последнее состоит в том, что некоторые из хлорофильных пигментов, будучи внедрены в бумагу, крахмал или порошкообразную углекислую известь, не извлекаются из этих сред петролейными углеводородами, хотя они растворимы в последних»<sup>7</sup>. При этом отмечалось, что существующие методы физического анализа изложены Цветом в его магистерской диссертации. К сожалению, доклад Цвета на съезде

<sup>4</sup> М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ, стр. 81.

<sup>5</sup> Там же, стр. 65.

<sup>6</sup> В данном случае слово «абсорбционный» напечатано вместо «адсорбционный». Эта опечатка, встречающаяся и в некоторых других работах Цвета, вызывала у него особую досаду и огорчение.

<sup>7</sup> М. С. Цвет. Методы и задачи физиологического исследования хлорофилла. — Дневник XI съезда русских естествоиспытателей и врачей. СПб., 1902, стр. 523.

был опубликован не полностью, в виде статьи «Физиологическое исследование хлорофилла» (1902), и из нее выпала именно та часть доклада, которая касалась нового метода, предложенного автором для изучения пигментов.

На цитированную выше краткую запись в «Дневнике съезда» до сих пор никто не обращал внимания, а она говорит о том, что Цвет создал и продемонстрировал в действии свой адсорбционный метод не в 1903 г., как это считалось до сих пор, а еще в 1901 г.<sup>8</sup>, направив затем свои усилия на углубленную разработку этого метода.

По существу можно считать, что именно в 1901 г. исследователь воплотил в жизнь свою идею по созданию совершенно нового физического метода анализа — метода адсорбционной хроматографии. Однако, будучи очень требовательным к себе, он, вероятно, считал этот метод еще недостаточно совершенным и поэтому, не выступая с сообщением о нем в печати, продолжал дальнейшие исследования в этом направлении.

Более года еще велись дополнительные опыты. Наконец, 8 марта 1903 г. Цвет выступил на заседании биологического отделения Варшавского общества естествоиспытателей с обстоятельным докладом «О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к биохимическому анализу», которое и было опубликовано в «Трудах» Общества. Ученый сообщил, что эта работа основана на опытах, проведенных им в предшествующие годы при изучении причин нерастворимости хлорофилла листьев в бензине или лигроине. Эти причины, по мнению Цвета, заключались в том, что энергия растворения у лигроина по отношению к хлорофиллу меньше адсорбционной силы субстрата, удерживающего этот пигмент. Эту силу можно преодолевать с помощью некоторых растворителей, например спирта, и поэтому прибавление одной сотой доли абсолютного спирта к лигроину способствует немедленному извлечению из листа всех пигментов. Под «адсорбционной силой субстрата», удерживающей пигменты листа от растворения в бензине и лигроине,

---

<sup>8</sup> До сих пор лишь в статье А. Ф. Егоровой (1971) создание Цветом хроматографии отнесено к 1901 г., но никаких пояснений при этом не дается.

он понимал адсорбционные силы белковой стромы хлоропластов. Достоверность своей гипотезы Цвет обосновывал упомянутым выше экспериментом. Добавляя в лигроин незначительное количество спирта, он добивался растворения хлорофилла в лигроиновом растворе, до этого нерастворимого в нем. Вскоре Цвет с удивлением заметил, что аналогичные адсорбционные силы возникают также между хлорофиллом и фильтровальной бумагой, когда через нее фильтруется лигроиновый раствор хлорофилла. Фильтровальная бумага, улавливая хлорофилл, зеленеет и ведет себя так же, как зеленый лист растения, удерживая пигмент и препятствуя его растворению в бензине и лигроине.

Опираясь на лигроиновый раствор пигментов листа, фильтровальной бумагой и небольшим количеством спирта, Цвет нашел способ, пользуясь которым мог переводить хлорофилл из «растворимого» состояния в «нерастворимое» и наоборот, сохраняя неизменными его химический состав и свойства, что подтверждалось контрольными спектроскопическими определениями. «Так как существование какого-нибудь химического сродства между целлюлозой фильтровальной бумаги и хлорофильными пигментами в высшей степени невероятно, — рассуждал Цвет, — то мы имеем, значит, дело с типичным явлением адсорбции... Следовало ожидать тоже, что всевозможные порошкообразные вещества окажут адсорбционное действие на хлорофилловые пигменты в лигроиновых растворах, и возникла надежда, что систематическое изучение вопроса бросит некоторый свет на сущность адсорбционных явлений и позволит выработать на их основании новый метод физического отделения веществ»<sup>9</sup>.

Изложив результаты проведенных им исследований более ста адсорбентов, принадлежащих к самым различным классам химических соединений, а также ряда соединений неопределенного состава, Цвет сделал заключение о возможности создания метода, основанного на свойстве растворенных веществ образовывать адсорбционные соединения с различными твердыми составляющими адсорбента.

Хотя в докладе Цвета 30 декабря 1901 г. говорилось о новых задачах, стоящих перед исследователями хлоро-

<sup>9</sup> М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ, стр. 13—14.



филла, и разработанном им методе адсорбции, официальной датой создания метода хроматографической адсорбции до сих пор считают 8 марта 1903 г., так как именно тогда принципы нового метода, изложенные в сообщении, были освещены в печати.

Работа Цвета знакомила с сущностью метода адсорбционного анализа и приемами пользования им. «В основе метода, — говорилось в ней, — лежит свойство растворенных веществ образовывать физические адсорбционные соединения с различными минеральными и органическими твердыми веществами»<sup>10</sup>. Эта краткая формулировка заключала в себе результат огромного числа экспериментов. Хотя автор и не описывал эти опыты, но о их результатах можно было судить по большому количеству испытанных адсорбентов, использованных растворителей.

Описав выявленные им наиболее индифферентные растворители пигментов и их адсорбенты, Цвет отметил, что проведенная им работа полностью еще не решила всей проблемы. Его предварительное сообщение поставило на твердую научную почву выдвинутый им принцип использования явления адсорбции для выделения природного хлорофилла из смеси растительных пигментов. На этом этапе исследований при помощи нового метода можно было отделить лишь большую часть каротина и ксантофилла  $\alpha$ . «Без сомнения, — заканчивал Цвет свое сообщение 1903 г., — дальнейшее исследование механизма адсорбции позволит усовершенствовать ее аналитические применения... позволит выработать для разных практических задач определенные адсорбционно-аналитические приемы»<sup>11</sup>.

Утверждение Цвета полностью оправдалось и прежде всего благодаря его последующим работам. Каждая из них вносила какие-либо новые положения в развиваемый Цветом метод и его теоретическое обоснование, а также сообщала новые данные о растительных пигментах, полученных с помощью адсорбционной хроматографии. Так, в 1905 г. Цвет выступил с критической заметкой по поводу опытов австрийского физиолога растений Г. Молиша. Ученый убедительно показал, что в своих опытах Молиш имел дело с красящими веществами, от-

---

<sup>10</sup> Там же, стр. 27.

<sup>11</sup> Там же, стр. 29.

сутствующими в живом растительном организме, и полученный им фикофеин — пигмент бурых водорослей (феофиций) — в действительности не натуральный фотосинтетический пигмент, а артефакт. Что касается лейкоциана, представленного Молишем в качестве второго красящего вещества этих водорослей, то Цвет установил его идентичность с уже известным желтым пигментом феофиций фикоксантином, полученным им адсорбционным методом. Тот же метод позволил исследователю установить наличие у бурых водорослей феофиций четырех пигментов: двух зеленых — хлорофиллинов  $\alpha$  и  $\gamma$  и двух желтых — каротина и фикоксантина. Из них хлорофиллин  $\gamma$  был получен в чистом виде впервые.

Изучив в 1903—1905 гг. дополнительно влияние разнообразных органических растворителей на листовые пигменты, Цвет пришел к окончательному утверждению своей первоначальной гипотезы об адсорбционной связи хлорофилла со стромой хлоропластов, которая может быть нарушена кипячением или действием спирта, эфира и некоторых других веществ, но не петролейно-эфирными углеводородами.

В 1906 г. две статьи Цвета — «Физико-химическое исследование хлорофилла. Адсорбции» и «Адсорбционный анализ и хроматографический метод. Применение к химии хлорофилла», — напечатанные одна за другой, привлекли широкие научные круги за рубежом об исследованиях Цвета. Вот почему почти все зарубежные авторы датой изобретения считают не 1903, а 1906 г.<sup>12</sup>

В этих статьях Цвет не только знакомил зарубежных читателей с разработанным им методом, но и сообщал о результатах опытов по совершенствованию этого метода в выборе адсорбентов, растворителей и приемов. Об изучении Цветом адсорбентов и растворителей будет подробно сказано ниже, поэтому мы познакомимся лишь с техникой хроматографического эксперимента.

---

<sup>12</sup> Известный американский химик Г. Стрейн писал позже: «В 1906 г. в Варшаве был предложен новый остроумный метод химического анализа, которому предстоит оказать влияние на жизнь человечества и всего живого мира. Он позволяет осветить сложнейшие процессы природы... Благодаря ему в сложном механизме живой клетки были обнаружены реакции, ранее не снившиеся во сне» (*H. H. Strain. The Chromatographic Adsorption Analysis. N. Y., 1941, p. 1*).

В работе 1903 г. Цвет отметил, что адсорбционные опыты он проводил в основном двумя способами. В первом случае он помещал мелко измельченный адсорбент в трубку и уплотнял, затем профильтровывал через него лигроиновый раствор пигмента. Во втором случае наливал в колбу лигроиновый раствор хлорофилла, а затем в нее же насыпал адсорбент, на котором после некоторого встряхивания осаждались пигменты. Цвет обратил внимание на разную способность компонентов листовой вытяжки адсорбироваться в статических и динамических условиях. Большая эффективность была отмечена в случае динамического способа, когда лигроиновый раствор хлорофилла пропусклся через слой адсорбента. Первоначально адсорбирование пигментов из растворов проводилось путем их фильтрования через порошок адсорбента, насыпанный в воронку на фильтровальную бумагу. В том случае, когда в качестве адсорбента применяли инулин, углекислый кальций, гидрат окиси алюминия и сахар, опыт приобретал особую наглядность: в воронку поступала зеленая вытяжка из листьев, а вытекала вначале прозрачная, а затем слегка желтоватая от примеси каротина жидкость. В ходе фильтрации через порошковый адсорбент в воронке все отчетливее проступали два слоя, окрашенные в разные цвета: сверху — интенсивно зеленый, содержащий преимущественно хлорофилл, внизу — желтый с ксантофиллом. Слои отделялись друг от друга еще резче, если после фильтрации раствора адсорбент промывали тем же индифферентным растворителем: получались в изолированном виде пигменты, входящие в состав смеси листовой вытяжки. Спектроскопические наблюдения показали, что применявшиеся адсорбенты не изменяли ни структуры, ни химической природы поглощаемых ими пигментов листа.

В дальнейшем Цвет усовершенствовал технику адсорбционного метода. Он помещал адсорбент уже не в воронку, а в узкую стеклянную трубку диаметром 2—3 мм при длине 30—40 мм. Он дал подробное описание прибора, с помощью которого были получены хроматограммы. Описание сопровождалось красочной иллюстрацией, которая позже вошла в его докторскую диссертацию 1910 г., а затем во многие публикации, посвященные открытию хроматографии. Устройство прибора, предложенное Цветом, стало классическим для большин-

ства последующих конструкций адсорбционно-хроматографических установок. Оно почти всегда повторяет устройство этого прибора и в наше время. Прибор состоит из трех основных частей: емкости, из которой вливают в колонку адсорбента хроматографируемый раствор; хроматографической колонки — стеклянной трубки с насыпанным в нее порошкообразным адсорбентом и приемника, в который стекает раствор, прошедший через колонку адсорбента.

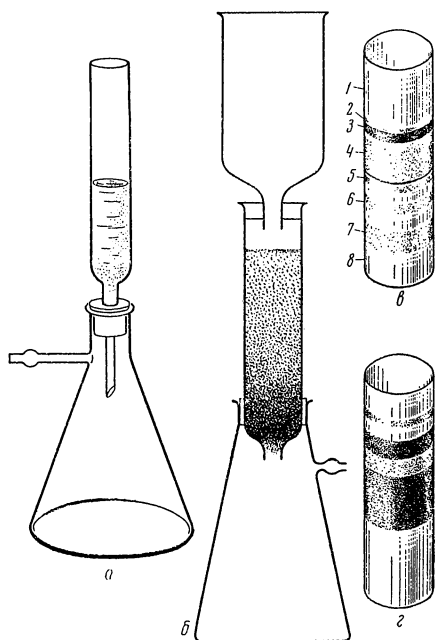
Вытяжку пигментов Цвет получал, растирая свежие листья крапивы в петролейном эфире (в бензоле или сероуглероде) и прибавляя небольшое количество спирта. Спирт удалялся путем взбалтывания вытяжки с дистиллированной водой, после чего вытяжка фильтровалась через адсорбент, заключенный в трубке. Для ускорения фильтрования Цвет применял отсасывание насосом.

Протекая через белый столбик углекислого кальция, смесь пигментов вытяжки начинала расслаиваться. Компоненты смеси размещались на разных уровнях окрашенными зонами благодаря тому, что сверху задерживались пигменты с более сильной адсорбционной способностью, вниз продвигались слабее удерживаемые. Во всех опытах расположение слоев было всегда одинаковым: сверху бесцветный слой, а за ним желтый, светлый, желто-зеленый, зеленовато-синий, три слоя желтых и последний светло-серый. «Подобно световым лучам в спектре, — писал Цвет в 1906 г., — различные компоненты сложного пигмента закономерно распределяются друг за другом в столбе адсорбента и становятся доступными качественному и количественному определению. Такой расцветченный препарат я называл *хроматограммой* <sup>13</sup>, а соответствующий метод анализа *хроматографическим методом*» <sup>14</sup>. Так в науку впервые вошел термин, которому суждено было в будущем именовать большое направление в методике физических, химических, биохимических и биологических исследований.

---

<sup>13</sup> Позднее Цвет пользовался термином «хроматограмма», который стал общепризнанным.

<sup>14</sup> Цит. по: М. С. Цвет. Хромофиллы в растительном и животном мире. Варшава, 1910, стр. 84. Менее точно то же высказывание Цвета переведено в кн.: М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ, стр. 38—39.



В первой хроматограмме (в) различимы зоны:

- 1 — бесцветная (коллоидальные спутники хлорофилла);
- 2 — желтая (ксантофилл β),
- 3 — желто-зеленая (хлорофиллин β);
- 4 — зелено-синяя (хлорофиллин α);
- 5 — желтая (ксантофилл α'');
- 6 — желтая (ксантофилл α');
- 7 — желтая (ксантофилл α);
- 8 — стальная серая (хлорофиллан)

*Первые хроматографы, созданные М. С. Цветом для анализа небольших количеств веществ (а) и для получения больших количеств очищенных веществ (б); первые хроматограммы, полученные им при разделении естественных пигментов зеленых листьев (в) и тех же листьев, обработанных кислотой (г).*

Сине-зеленый слой был назван Цветом зоной хлорофиллина α, а светлый желто-зеленый — зоной хлорофиллина β. Верхний желтый и три нижних представляли собой ряд ксантофиллов, множественность которых Цвет установил задолго до исследований немецкого химика Р. Куна и его швейцарского коллеги П. Каррера с сотрудниками в 30-х годах<sup>15</sup>. Лишь один желтый пигмент — каротин — проходил через всю адсорбционную колонку,

<sup>15</sup> Известный советский исследователь хлорофилла и его спутников — каротиноидов — Т. Н. Годнев справедливо заметил: «Цвет намного опередил свое время, указав на множественность этих спутников, что было подтверждено и химически разъяснено только в наши дни» (Т. Н. Годнев. Хлорофилл. Его строение и образование в растениях. Минск, 1963).

не адсорбируясь на ней. Осторожно извлекая из трубки после адсорбции разноцветный столбик спрессованного адсорбента, Цвет разрезал ножом различноокрашенные участки и обрабатывал каждый растворителем. В эфирном растворе средней концентрации хлорофиллин  $\alpha$  имел синий цвет, а хлорофиллин  $\beta$  — зеленый. Так впервые были получены в химически чистом виде основные компоненты зеленого пигмента высших растений.

Изложив технику хроматографического эксперимента, Цвет подробно описал в 1906 г. хроматографические приборы и их применение в зависимости от цели анализа, приемы наполнения различных трубок адсорбентом, правила фильтрации раствора, «проявления» зон и, наконец, их разделения и выделения отдельных пигментов. Многое из этих рекомендаций положено в основу современной хроматографии.

В следующей работе «К химии хлорофиллов. О филлоксантине, филлоцианине и хлорофиллане» (1907) Цвет сосредоточил свое внимание на том, что при исследовании пигментов непременно следует учитывать чистоту изучаемого пигмента, и отметил большие возможности, которые дает выработанный им хроматографический метод. Цвет сопоставил результаты исследований растительных пигментов, полученные его предшественниками, с теми данными, которые он получил с помощью метода адсорбционной хроматографии. Они свидетельствовали о высокой эффективности метода для отделения и очистки зеленых и желтых листовых пигментов. Одновременно ученый дал характеристику кислотным дериватам хлорофиллинов, отметив их высокую лабильность (особенно в кислой среде). Все это еще раз свидетельствовало о том, что Цвету удалось разработать метод, решающий проблему получения чистых препаратов растительных пигментов.

Мысль о необходимости изучения чистых препаратов Цвет повторил в статье «Спектрально-аналитические исследования хлорофиллина и его ближайшего кислотного деривата (хлорофиллана)» (1907), в которой дал характеристику спектров хлорофиллинов  $\alpha$  и  $\beta$ , подчеркнув, что спектральные исследования не играют самостоятельной роли в исследовании хлорофиллинов. В качестве универсального контрольного метода Цвет пользовался адсорбционной хроматографией. В этой же статье он дал

историческую справку о спектроскопических исследованиях растительных пигментов и отметил приоритет Сорби и Стокса в изучении спектров смеси хлорофиллинов.

Если для качественного исследования того или иного вещества Цвет пользовался спектроскопией, то для количественных определений он прибегал к спектрофотометрии и спектроактинометрии. Значению спектрофотометрии была посвящена его статья «О спектрофотометрии хлорофиллина и энергетика хлорофилла» (1907), напечатанная в «Докладах Немецкого ботанического общества». В ней Цвет рассмотрел возможность количественного определения хлорофиллинов на основе изучения относительной концентрации красящих веществ в исследуемом растворе. Во всех определениях этот второй пигмент, который разными авторами назывался по-разному, значительно уступал по своему количеству первому. Так, согласно Сорби, доля второго пигмента в зависимости от освещенности составляла  $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{20}$ , а по Цвету —  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$  часть от общего содержания хлорофилла. По мнению Цвета, эти отношения, дополненные данными его спектроскопической таблицы с применением хроматографического метода, могли дать ценные результаты, что и было подтверждено в дальнейшем.

Метод хроматографической адсорбции и последующего колориметрирования позволил в настоящее время более точно определить относительное содержание хлорофиллов *a* и *b* в природных смесях. Техника этих определений несложная: один-два свежих листа нарезают на тонкие полоски и замораживают в жидком азоте, а затем тщательно растирают в смеси бензина, бензола и метилового спирта, после чего отсасывают вытяжку с пигментами, а осадок промывают смесью растворителя до полного вымывания из него остатков пигмента. После соответствующей обработки вытяжки по удалению из нее метилового спирта начинают разделение смеси пигментов при помощи хроматографии. Хроматографическую адсорбцию ведут на колонке из сахарной пудры, а первичную хроматограмму проявляют путем промывания смесью бензина и бензола, к которой для ускорения проявления добавляют петролейный эфир.

Каротин проходит через колонку, и его можно определить в фильтрате колориметрически. Ксантофилл адсорбируется сильнее, чем каротин, но слабее, чем хлорофилл.

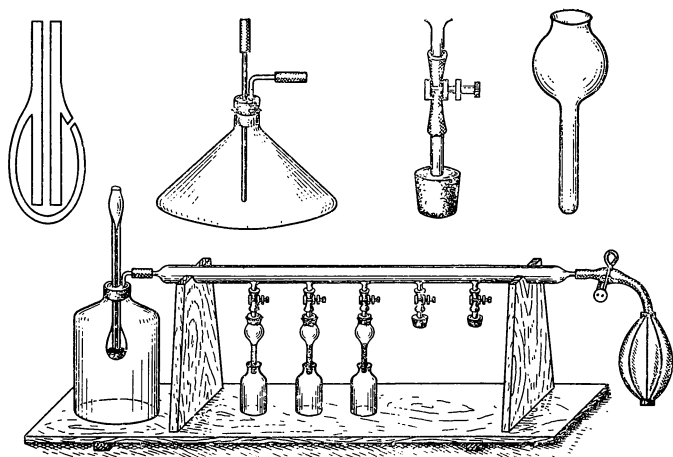
Его можно фиксировать на колонке из сухой окиси кальция, каротин же — на колонке из окиси алюминия. В связи с этим для адсорбции более целесообразно пользоваться не однородной колонкой адсорбента, а трехслойной — из окиси алюминия, углекислого кальция и сахарной пудры. Через такую колонку предварительно просасывают растворитель (бензин и бензол с петролейным эфиром), а затем исследуемую вытяжку. После проявления хроматограмму следует досуха отсосать в токе двуокиси углерода и разделить на части. Хлорофиллы *a* и *b* по отдельности отмывают эфиром, содержащим метиловый спирт, набирают одинаковые объемы и определяют содержание хлорофиллов на ступенчатом фотометре Пульфриха.

Исследователи хлорофилла многократно возвращались к описанному Цветом приему хроматографии, в небольшой степени совершенствуя и уточняя его. Они отмечали, что из испытанных Цветом адсорбентов для разделения хлорофиллинов наиболее удобны сахарная пудра из петролейного эфира и инулин из дихлорэтана. В этом случае всегда отчетливо наблюдались две полосы — темно-зеленая (хлорофилл *a*) и синяя (хлорофилл *b*). В настоящее время для выделения хлорофиллов *a* и *b* из сырого хлорофилла в качестве адсорбентов используют сахарную пудру, инулин, крахмал и лимоннокислый магний из таких растворителей, как петролейный эфир и эфир. На этих адсорбентах никаких химических изменений хлорофилла не наблюдается.

Хлорофилл некоторых серных бактерий извлекают адсорбированием на колонке из талька, а животный хлорофилл, например пигмент виноградной улитки, — на колонке из углекислого кальция. Исследовалась также хроматографическая адсорбция производных и продуктов расщепления хлорофилла. Установлено, что их лучше растворять в бензоле, эфире и спирте, а адсорбировать на тальке или сахарной пудре.

Большая заслуга Цвета в том, что он не только предложил действенный и общедоступный метод адсорбционного анализа, но и обстоятельнейшим образом изучил природу его основных составных элементов — адсорбентов, растворителей, растворимых веществ и их взаимодействие. Он сформулировал ряд теоретических положений, объясняющих такие характерные для адсорбционной





*Первая хроматографическая установка, созданная М. С. Цветом, и ее основные части*

хроматографии явления, как распределительная адсорбция на колонке адсорбента, проявление первичных хроматограмм и вытеснение растворителем адсорбированных на колонке веществ. Кроме того, он затронул вопрос о природе явления адсорбции вообще. Познакомимся кратко с этими данными.

Выявление наиболее эффективных адсорбентов растительных пигментов из органических растворителей было в центре внимания Цвета с самых ранних его исследований по разработке адсорбционного метода. Он установил, что наибольший эффект адсорбции дают порошкообразные адсорбенты. С точки зрения физической химии такое положение легко объяснить: с увеличением степени измельченности твердого адсорбента увеличивается общая площадь его поверхности, а следовательно, и адсорбционная способность. Поэтому для своих опытов Цвет всегда брал адсорбенты в порошкообразном состоянии. Приводим расчеты, произведенные им в отношении тонкого порошка инулина. Принимая плотность порошка инулина равной 1,35, а диаметр составляющих его шарообразных зернышек 2 мк, Цвет вычислил, что общую поверхность

вещества для одного грамма порошка составляют 2,22 кв. м.

Согласно опытам Цвета, на полноту адсорбции оказывает влияние не только степень измельченности адсорбента, но и влажность, которая уменьшает адсорбционные свойства. Так, порошок углекислого кальция, высушенный на воздухе при 150°, не поглощал каротина. Порошок, выдержанный в эксикаторе над серной кислотой в течение одного-трех часов, приобретал способность адсорбировать и каротин.

В своих опытах до 1910 г. Цвет использовал 126 адсорбентов из разнообразных групп химических соединений. В их числе были как простые вещества — сера, кремний, магний, цинк, железо, свинец, так и сложные — окиси и гидраты окисей, кислоты, соли хлористоводородной, хлорной, бромистоводородной, йодистоводородной, йодной, сероводородной, сернистой, серной, азотной, фосфорной, угольной, кремневой, молибденовой и органических кислот, цианистые соединения, альдегиды, амиды, многоатомные спирты, углеводы, производные бензола, алкалоиды, альбуминоиды и даже вещества неопределенного состава (стеклянная вата, трепел, огородная земля, наждак, костяной и кровяной уголь) и др. Все испытанные вещества оказались способными адсорбировать часть или совокупность растительных пигментов.

Однако не все испытанные адсорбенты вели себя одинаково. Цвет отметил, что очень многие оказывали химическое действие — кислотное, щелочное или окислительное — на адсорбируемые вещества (адсорбаты), изменяя их. Если в качестве адсорбентов использовались измельченные в порошок щавелевая, винная, мочева и некоторые другие органические кислоты, а также фосфорный ангидрид, соли серной, азотной и фосфорной кислот, то адсорбат изменялся по «кислотному» типу. При фильтрации через такие адсорбенты растительных пигментов хлорофиллины превращались в хлорофилланы (т. е. феофитины, по современной терминологии). «С химической точки зрения, — писал в 1910 г. Цвет, — это превращение сопровождается отщеплением магния, входящего, по-видимому, в состав хлорофиллинов»<sup>16</sup>. Это высказывание интересно не только как пра-

---

<sup>16</sup> М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ, стр. 131.

вильное представление автора о происходящем на кислотном адсорбенте процессе, но и как свидетельство его знания химического состава хлорофиллов, в частности, наличия в их молекуле магния, а не железа, как это считалось тогда. Ведь представление о существовании магния в хлорофилле утвердилось лишь с выходом в свет книги Р. Вильштеттера и А. Штоля (1913).

Кроме того, исследователь отметил то интересное обстоятельство, что некоторые соли, например азотнокислая и хлористоводородная соли кальция, взятые в качестве адсорбентов, оказывали кислотное действие на адсорбированные на них хлорофилловые пигменты. Поэтому, чтобы такие соли были химически индифферентны к адсорбатам, Цвет предварительно их прокаливал для удаления кристаллизационной воды.

Некоторые адсорбенты, такие, как едкий натрий и гидрат окиси бария, оказывали на адсорбат щелочное действие, образуя с пигментами щелочные соли хлорофиллиновых кислот и отщепляя фитол и метиловый спирт. Такого же рода адсорбенты, как перекись марганца, перманганат калия, железосинеродистый калий и др., оказывали окислительное действие на пигменты. Наибольшее изменение претерпевали ксантофиллы и каротин, полностью обесцвечивавшиеся. Все изменения, происходящие с адсорбируемыми пигментами, контролировались самым чувствительным для того времени методом — спектроскопическим.

Отсюда ясно, какое первостепенное значение при хроматографировании Цвет уделял выбору адсорбента, который для аналитических целей должен быть нейтральным и мелкозернистым. Чаще всего в своих опытах Цвет пользовался тонким порошком инулина. Наблюдения, проведенные с этим препаратом, точно повторялись и в экспериментах с порошками углекислого кальция, гидрата окиси алюминия, сахарозы и некоторых других адсорбентов, несколько не изменяющих химическую природу поглощаемых ими молекул пигмента. Слабая щелочная реакция углекислого кальция, по наблюдениям Цвета, не оказывала влияния на адсорбированные пигменты в течение четырех дней. Что касается инулина и сахара, то их исследователь рекомендовал применять с целью контроля.

При описании адсорбентов Цвет особо отметил древесный и животный уголь, высокие адсорбционные свойства которого были известны исследователям еще со времен Ловица, однако адсорбирование углем пигментов впервые провел Цвет. В опытах Цвета животный уголь оказался самым энергичным адсорбентом хлорофилла, настолько энергичным, что даже чистым спиртом невозможно было извлечь из него поглощенные пигменты. Присоединяясь к мнению немецкого химика Квинке (1859), Цвет объяснял это явление исключительной пористостью угля, которую невозможно создать механическим путем. Однако для хроматографирования уголь не использовался, очевидно, из-за исключительно высокой адсорбционной способности, не позволяющей элюировать с такой угольной колонки адсорбированные на ней вещества.

Большое значение придавал Цвет и выбору растворителя, от природы которого установил зависимость величин адсорбции. В XIX в. изучение поглощения адсорбентами растворенных веществ велось преимущественно в водных растворах. Процессы адсорбции из органических растворителей были по существу совсем не изучены и представляли собой, по выражению Цвета, *terra incognita*. Однако именно на эти растворители он возлагал надежды. Так, еще до открытия хроматографии Цвет писал в своей магистерской диссертации о выборе растворителя для физических методов исследования следующее: «Растворитель должен представлять возможно более нейтральное, пассивное, индифферентное и чистое вещество. Он должен быть вполне летуч, растворять возможно меньше активных атмосферных газов ( $O_2$ ,  $CO_2$ ), быть самым плохим растворителем кислот, солей и вообще электролитов и оказывать при этом на них возможно меньшее электродиссоциационное действие»<sup>17</sup>. Тогда же исследователь установил, что в качестве растворителя пигментов этим требованиям наиболее удовлетворяет петролейный эфир (смесь пентана, гексана и нескольких других высших гомогенов).

Цвет всесторонне исследовал десятки различных растворителей и установил, что адсорбция зеленых пиг-

---

<sup>17</sup> М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ, стр. 10—11.

ментов происходит не только из петролейного эфира и других углеводородов (пентан, бензин), но и из таких органических растворителей, как четыреххлористый углерод, сероуглерод и углеводороды ряда бензола — ксилол, толуол и др. Он использовал их и при разработке адсорбционного метода в качестве растворителей пигментов и других органических веществ. «Более или менее совершенная химическая инертность этих жидкостей, — пояснял Цвет, — слабость их электродиссоциационного воздействия на растворенные в них соединения и нерастворимость в них большинства неорганических и множества органических веществ... — все это особенности, для изучения вопроса методологически (т. е. методически. — *Е. С.*) ценные»<sup>18</sup>.

Еще в магистерской диссертации 1901 г. Цвет обратил внимание на такой растворитель зеленого пигмента, как спирт, который, по его мнению, обладал высокой способностью преодолевать молекулярные, адсорбционные силы, удерживающие хлорофилл со стромой хлоропластов. Изучив аналогичные жидкости, интенсивно извлекающие пигменты из листьев, в связи с использованием их в хроматографии, он отметил, что хлорофилловые пигменты не адсорбируются из таких органических растворителей, как спирты — этиловый, метиловый и амиловый, этиловый эфир, ацетон, хлороформ, бромформ, салициловый альдегид, креолит, анилин, скипидар, касторовое масло, пиридин и уксусная кислота. Следовательно, они способны хорошо вымывать адсорбированные пигменты.

Согласно Цвету, адсорбция увеличивается с уменьшением растворимости вещества в том или ином растворителе. В силу различной растворяющей способности смена растворителей ведет к изменению порядка расположения пигментов в адсорбционной колонке. Так, если через колонку, полученную из петролейно-эфирного раствора пигментов, пропустить сероуглерод, то происходит смещение хлорофиллина  $\beta$  и расположение его между ксантофиллом и хлорофиллином  $\alpha$ . Бензол же совсем вымывает зоны хлорофилланов, стоящих в адсорбционном ряду за хлорофиллинами.

Цвет отметил также, что адсорбция зависит не только от природы адсорбента и растворителя, но и от природы

---

<sup>18</sup> *М. С. Цвет.* Там же.

растворенного вещества: она возрастает с увеличением его молекулярного веса. Так, минеральные соли адсорбируются хуже, чем ароматические кислоты и галоиды. Уже в первой работе 1903 г. исследователь изложил результаты изучения адсорбции пигментов и других окрашенных веществ — цианина, алканина, судана и лецитина. Последний извлекался из лигроинового раствора желтка яйца с примесью этилового спирта на инулиновой адсорбционной колонке.

Интересен подмеченный Цветом факт, что явлению адсорбции может быть подвержено не только растворенное вещество, но и сам растворитель. Например, мелкоизмельченное стекло, глина, кобальт и древесный уголь способны поглощать воду, а глина и окись железа — пары бензола. По мнению исследователя, причина такого поглощения в уменьшении напряжения паров в их среде, и оно тем больше, чем меньше насыщен этими парами поглотитель.

Итак, Цвет совершенно четко установил, что прочность адсорбционной связи зависит в равной мере от всех трех переменных — адсорбента, растворителя и вещества, которое должно адсорбироваться. Так впервые были изучены факторы хроматографической адсорбции, или, как мы теперь говорим, среда адсорбции. Характеристики, данные Цветом отдельным факторам этой среды и их комплексу, легли в основу дальнейшего совершенствования хроматографии<sup>19</sup>.

Еще более существенные выводы Цвет сделал в связи с непосредственным изучением адсорбционных процессов, происходящих при хроматографировании, в результате чего он выявил законы адсорбции, положенные в основу развития всей последующей адсорбционной хроматографии.

Приступая к изложению этих законов, автор пояснял, что нередко адсорбция сопровождается и усложняется явлениями не физического, а химического порядка, в частности каталитическим действием адсорбентов на ад-

---

<sup>19</sup> Подробнее об оценке основных факторов в хроматографии Цветом и современными исследователями см.: *Ф. М. Шелякин. Органические реагенты, применяемые в адсорбционной и распределительной хроматографии...* — В сб. *Исследования в области ионообменной, распределительной и осадочной хроматографии*. М., Изд-во АН СССР, 1959.

сорбаты. Поэтому выяснение основных законов адсорбции возможно лишь при использовании индифферентных адсорбентов, т. е. при изучении процессов чисто физической адсорбции. Именно такие условия, как отмечал Цвет, имели место в исследованиях Оствальда, Лагергрена, Ван-Бемеллена и Фрейндлиха, которые наблюдали, что адсорбционное поглощение приводит к установлению определенного равновесия между адсорбентом и адсорбционной средой (растворителем), из которой адсорбент поглощает то или иное вещество. В результате установления равновесия адсорбируемое вещество или адсорбат распределяются в определенной пропорции между растворителем и адсорбентом, а адсорбционное равновесие достигается быстро, но не моментально.

Цвет детально разобрал и использовал в своих работах предложенное Фрейндлихом эмпирическое уравнение изотермы адсорбционного равновесия, которое дает математическое выражение зависимости количества адсорбируемого при определенной температуре вещества от его концентрации в растворе.

Цвету принадлежит большая заслуга по установлению двух важных законов в физико-химическом учении об адсорбции: закона адсорбционных рядов и закона адсорбционного замещения, или адсорбционного вытеснения (закон адсорбционно-десорбционного обмена). Оба эти закона тесно связаны друг с другом. Познакомимся с их созданием и содержанием несколько подробнее.

Фильтруя через адсорбционную колонку смесь растительных пигментов листовой вытяжки, Цвет отметил способность пигментов вытеснять друг друга из их адсорбционных соединений в строгой последовательности. «Вещества, растворенные в определенной жидкости,— отмечал он,— образуют определенный адсорбционный ряд А, В, С... выражающий относительное адсорбционное сродство его членов к адсорбенту»<sup>20</sup>. Исследователь показал, что при пропускании раствора смеси веществ через адсорбционную колонку они образуют на адсорбенте последовательный ряд зон А, В, С, D и т. д., в котором самое верхнее положение будет занимать вещество А с наибольшей степенью сродства к адсорбенту, а ниже будут удерживаться на адсорбенте последовательными зонами ве-

---

<sup>20</sup> М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ, стр. 121.

щества В, С, D и т. д. в порядке падения их адсорбционного сродства. Количество зон свидетельствовало о степени сложности анализируемого раствора и числе компонентов смеси. Именно в связи с этим Цвет писал: «Каждый из членов адсорбционного ряда, обладая большим адсорбционным сродством, чем последующий, вытесняет его из соединения и в свою очередь вытесняется предыдущим... Пропускание раствора  $A+B+C+\dots$  через столб адсорбента равносильно... фракционированной адсорбции... Зональное распределение составных раствора выражает относительное положение последних в адсорбционном ряду»<sup>21</sup>.

Названные положения Цвет установил в результате проведения многочисленных опытов по хроматографированию смеси пигментов из вытяжки зеленых листьев. Эти опыты показали также, что зеленый пигмент не полностью вытесняет желтый пигмент с поверхности адсорбента. Последний, насыщаясь хлорофиллином, может поглотить еще некоторое количество ксантофилла. Тот факт, что адсорбент, насыщенный одним веществом, может удерживать еще некоторое количество другого, обладающего меньшим адсорбционным сродством, привел Цвета к заключению, что слои, полученные при фильтрации через адсорбент смеси нескольких веществ, могут быть загрязнены некоторой примесью веществ, отлагающихся в последующих слоях. Иными словами, после завершения фильтрования в первичной хроматограмме нет четкого разделения смеси: пигменты соседних адсорбционных зон частично смешаны.

Для того чтобы сделать адсорбционное разделение компонентов по зонам более полным, Цвет пропускал через колонку с нечеткой первичной хроматограммой чистый растворитель. После такой «промывки», иногда многократной, получившей в дальнейшем название «проявления» хроматограммы, примеси под действием растворителя перемещались вниз в свои зоны, а на адсорбционном столбике появлялась четкая вторичная хроматограмма, иногда с большим числом зон или их расширением, очередность которых, как и в первом случае, определялась положением компонентов раствора в адсорб-

---

<sup>21</sup> М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ, стр. 121—122.



ционном ряду. Цвет отмечал, что для разделения компонентов смеси адсорбционным методом «необходимо, чтобы они занимали неодинаковый ранг в адсорбционном ряду»<sup>22</sup>.

Физический смысл промывания адсорбента с адсорбированным на нем веществом заключается в том, что чистый растворитель в силу равновесности адсорбции может десорбировать вещество, т. е. снять его с поверхности адсорбента, а затем снова реадсорбировать. При многократном промывании некоторые из слоев пигментов могут быть даже полностью вымыты и собраны отдельно. В тех случаях, когда взятый растворитель не давал более четкого разграничения адсорбционных зон, т. е. не десорбировал адсорбированное вещество, Цвет подыскивал другой. К подбору нового растворителя для проявления хроматограммы Цвет подходил осторожно, чтобы растворитель не смывал пигменты с адсорбента. Для этого он подбирал растворитель с полярностью, близкой к полярности вещества, из которого была произведена адсорбция растворенных веществ. Теперь для отмывания используют раствор таких веществ, молекулы которых адсорбируются интенсивнее молекул отмываемых веществ. В таких случаях речь уже должна идти о вытеснении — элюции — ранее адсорбированных молекул молекулами растворенного вещества, взятого для промывания.

В тех случаях, когда из адсорбционной колонки требовалось вытеснить не все, а лишь некоторые компоненты, Цвет элюировал ее раствором вещества, занимающего по адсорбционной способности промежуточное положение среди других компонентов, образующих хроматограмму. Происходило как бы «расклинивание» зон. Такой способ вытеснения ученый называл интеркалярным. Этот прием наиболее эффективен при разделении смесей с большим числом компонентов. Теоретическое обоснование он получил в работе Е. Н. Гапон и Т. Б. Гапон (1948а).

Цвет считал, что прочность и характер связи адсорбента с адсорбированными на нем пигментами в большой степени зависят также от растворителя. Именно природа растворителя определяет, образуются ли диссоциирующие адсорбционные соединения, когда растворенные вещества распределяются в том или ином отношении между ра-

---

<sup>22</sup> Там же, стр. 141—142.

створителем и адсорбентом, или недиссоциирующие, когда такого распределения не происходит. Наблюдая, как из петролейного эфира полностью адсорбируется большинство растительных пигментов, Цвет предположил, что при этом образуется практически недиссоциирующее адсорбционное соединение. При таком осаждении адсорбированные пигменты, за исключением легко вымываемого каротина, нельзя отмыть растворителем: пигменты, в том числе и  $\alpha$ -ксантофилл, образуют с адсорбентом прочное недиссоциирующее соединение. В таком случае происходила настолько полная физическая адсорбция, что ни спектроскопический, ни люминесцентный анализы не в состоянии были обнаружить даже ничтожное количество вещества, оставшееся в растворе.

Иное дело, когда растворенные вещества образуют с адсорбентом диссоциирующие адсорбционные соединения и коэффициент адсорбции (отношение концентрации вещества в граничащем с адсорбентом слое жидкости к его концентрации в растворителе) не так уж мал.

Тот же  $\alpha$ -ксантофилл легче вымывался с адсорбента, когда вместо петролейного эфира действовали бензолом, и совсем легко — спиртом или этиловым эфиром. Такое явление Цвет объяснял образованием слабо или полностью диссоциирующего соединения пигмента с адсорбентом. В последних случаях пигмент в определенном соотношении распределялся равновесно между раствором и адсорбентом. Ввиду исключительно малых размеров капиллярных пространств между частицами адсорбента адсорбционное равновесие устанавливается быстро. При проявлении первичной хроматограммы диссоциирующих соединений адсорбируемые вещества медленно передвигаются с током чистого растворителя, и все вещества смеси полностью отделяются друг от друга. При этом нижняя граница зоны может быть резкой, если адсорбционная концентрация падает быстро, или размытой, если это падение медленное. Таким образом, согласно Цвету, успех разделения пигментов зависит от скорости передвижения зон при промывании, а скорость в свою очередь — от степени адсорбируемости веществ. Все эти факты и позволили исследователю сформулировать приведенный выше закон адсорбционного замещения.

Цвет хорошо понимал, что его метод применим также и к разделению бесцветных, или «невидимо окрашенных»

веществ. Уже в 1906 г. он писал: «Само собою разумеется, описанные явления адсорбции присущи не только хлорофильным пигментам; ясно, что самые разнообразные окрашенные или бесцветные химические соединения подлежат тем же закономерностям»<sup>23</sup>. Способность бесцветных соединений осаждаться из растворов путем адсорбции была отмечена Цветом и в другой работе<sup>24</sup> 1906 г. Более подробно он осветил этот вопрос в 1910 г. «Адсорбционный анализ, применимый прежде всего для пигментов, — писал Цвет, — распространяется и на бесцветные, т. е. «невидимо окрашенные», вещества. Присутствие бесцветной промежуточной зоны в хроматограмме доказывает наличие одного или нескольких бесцветных веществ»<sup>25</sup>. Согласно исследователю, «с точки зрения объективной, все вещества «окрашены», белок, сахар и вода, так же как антоциан и хлорофилл, только главные поглощения лучистой энергии падают на другие спектральные участки»<sup>26</sup>. Современный способ определения хроматограмм в ультрафиолетовом свете (так называемая ультрахроматография) является по существу развитием данной идеи Цвета. Наблюдение в люминесцентном свете оказалось основным методом «проявлений» адсорбционных колонок с осажденными на них бесцветными циклическими углеводородами.

В качестве одного из способов наглядного разъединения адсорбированных бесцветных соединений Цвет предлагал вводить в хроматограмму интеркалярные или «вставочные» пигменты, т. е. красящие вещества, занимающие по адсорбционной способности промежуточное положение между бесцветными компонентами соседних зон. Кроме того, рекомендовал прибавлять к раствору бесцветного вещества краситель, который адсорбируется в колонке рядом с неокрашенным веществом и таким образом отмечает положение невидимых зон и их продвижение во время проявления хроматограммы. Этот метод, получивший название метода «цветных индикаторов», уже в 30-х годах стали широко применять для выделения бесцветных витаминов, различных ядов и дру-

<sup>23</sup> М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный метод, стр. 39.

<sup>24</sup> Там же, стр. 41.

<sup>25</sup> Там же, стр. 141.

<sup>26</sup> М. С. Цвет. Об искусственном антоциане. — Известия Академии наук, 6 серия. Пгр., 1914, т. 8, стр. 115—124.

гих веществ. Так, немецкий химик Брокман (1936, 1937) для выделения бесцветного нефлюоресцирующего витамина D<sub>3</sub> из рыбьего жира использовал в качестве индикатора красный судан III, который на хроматограмме образует окрашенную зону, примыкающую к узкой зоне витамина D<sub>3</sub>. Зону адсорбционной колонки, содержащую судан и витамин, вырезают, вымывают адсорбат, удаляют краситель, и в растворе остается только витамин. В дальнейшем в некоторых природных смесях в качестве индикаторов неокрашенных соединений стали использовать сопутствующие им природные пигменты.

Используя для хроматографического анализа адсорбционные колонки, Цвет обратил внимание также на возможность бумажных адсорбентов, т. е. на метод бумажной хроматографии, получивший в дальнейшем весьма широкое применение. «Нет повода сомневаться, — писал он, — что мой закон адсорбционного замещения применим и для растворимых в воде веществ (поскольку они не реагируют друг на друга) и что вследствие этого полоса фильтровальной бумаги, применяемая для капилляризации растворов, является аналогом столба углекислосодержащего порошка или иного адсорбента, применяемого в хроматографическом анализе. В обоих случаях полное расслоение компонентов смеси может быть достигнуто, очевидно, только динамическим путем, т. е. на основании неравномерной миграции адсорбционных зон под влиянием тока чистого растворителя, заметно диссоциирующего наличные адсорбционные соединения»<sup>27</sup>.

Кроме бумажной хроматографии, Цвет отметил также возможность существования полярной адсорбции, тогда еще совсем не изученной: «Фактор, с которым нужно считаться в опытах капилляризации водных растворов, это явления диффузии и адсорбции коллоидально растворенных веществ (гидрозолей), частички которых (ультрамикронны), обладая электрическими зарядами... должны испытывать притяжение со стороны волокон, составляющих среду капилляризации, в случае, если последние обладают противоположным зарядом»<sup>28</sup>.

Наряду со многими предшественниками и современниками Цвет уделял большое внимание также изучению

---

<sup>27</sup> М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ, стр. 164.

<sup>28</sup> Там же, стр. 164.

природы явления адсорбции вообще. К началу XX в. еще не существовало сколько-либо устоявшихся теорий в этой области. Первый исследователь адсорбции растворенных веществ на твердом адсорбенте — Ловиц — коснулся теоретических представлений об адсорбции в работе «Размышления, основанные на опытах о сущности действия угольного порошка, когда он проявляет свое очистительное свойство», доложенной в Российской Академии наук 3 сентября 1800 г. Эта работа была опубликована лишь спустя шесть лет уже после смерти Ловица — в 1806 г. В ней автор пытался выяснить лишь один вопрос, представляет ли адсорбция явление механическое или химическое? Не соглашаясь с мнением большинства химиков (Клапрот, Грэн, Вокелен и др.), придерживавшихся первой точки зрения, Ловиц приводил ряд доводов в пользу чисто «химической» природы адсорбции. И, хотя многие из этих доводов в наше время кажутся наивными, его толкование, безусловно, более правильно, чем утверждения его противников<sup>29</sup>. Теперь уже точно установлено, что именно химические силы вызывают образование на поверхности адсорбентов ориентированных адсорбционных слоев и толстых полимолекулярных адсорбционных пленок.

Первыми более глубокое изучение природы адсорбционных сил стали проводить физики. Еще в 1824 г. Фарадей выдвинул гипотезу о поверхностных притягательных, т. е. адсорбционных, силах, возникающих при конденсировании на поверхности платины реагирующих между собой водорода и кислорода. Интерес физиков к данному вопросу понятен; ведь природа адсорбционных сил и сил межмолекулярных одна и та же — первые являются частным случаем вторых. Уже в первой половине XIX в. работы физиков и химиков, касавшиеся установления природы сил, действующих между молекулами, в частности адсорбционных сил, свидетельствовали о том, что этот вопрос относился к числу основных проблем физики и химии, имеющих ту же принципиальную значимость, что и учение о молекулярном строении

---

<sup>29</sup> Подробнее о работах Ловица по открытию и изучению адсорбции см.: *Н. А. Фигуровский. Жизнь и научная деятельность Т. Е. Ловица.* — В кн.: *Т. Е. Ловиц. Избранные труды по химии и химической технологии.* М., Изд-во АН СССР, 1955.

материи, кинетическая теория газов, учение о структуре твердых и жидких тел.

В прошлом веке наиболее интересной теорией, объясняющей явление адсорбции, считалась теория шведского физика С. Лягергрена, которая почти полностью основывалась на физических законах. Согласно Лягергрелю, слой растворителя, граничащий с поверхностью адсорбента, находится под очень высоким давлением из-за действия не только атмосферного давления, но и молекулярных сил адсорбента, поэтому этот слой является гораздо лучшим растворителем, чем жидкость, находящаяся вне действия адсорбента и подверженная лишь атмосферному давлению. Этим он объяснял и переход находящегося в растворе вещества в слой растворителя, примыкающие к адсорбенту, и осаждение на нем.

Именно к этой теории прибегнул Цвет, когда в 1903 г. опубликовал впервые сообщение о своем методе и принял первую попытку его теоретического обоснования. Отстаивая необходимость разработки таких физических методов исследования, которые в отличие от химических не разрушали бы естественного состояния пигментов, Цвет склонен был усматривать в адсорбции лишь физический процесс. Он был уверен, что в условиях его опытов адсорбционное поглощение представляет собой «процесс физический, в котором химическая природа поглощаемых веществ, т. е. их конструкция (структура молекулы. — *Е. С.*) прямой роли не играет, так же как и химическая конструкция адсорбентов»<sup>30</sup>. Однако Цвет был далек от упрощенчества в объяснении природы наблюдаемых им явлений. Он не считал возможным свести все объяснение к непосредственной конденсации растворенных молекул на поверхности адсорбирующих частиц в силу гравитационного процесса. Он также считал, что теория Лягергрена полностью не объясняет природу адсорбции.

Отмечая факт выделения теплоты при адсорбционных явлениях, Цвет в качестве наиболее обоснованной научной теории адсорбции принимал термодинамическую теорию Гиббса и близкие к ней представления Оствальда и Фрейндлиха. При объяснении сущности или природы явлений адсорбции теория Гиббса исходила из учения

---

<sup>30</sup> *М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ*, стр. 98.

об энергии поверхности и из второго принципа термодинамики, а поэтому и именовалась термодинамической. Согласно второму принципу термодинамики (закону энтропии), всякая изолированная (т. е. не получающая энергию извне) система стремится привести свою свободную энергию к минимуму, произведя ту или иную работу (в данном случае — работу адсорбции); только в таком случае система приходит в состояние равновесия и становится наиболее устойчивой. Поэтому если какое-либо вещество растворяется в жидкости, то оно понижает энергию поверхностного натяжения растворителя и начинает накапливаться на границе твердого тела, т. е. адсорбироваться на нем.

Говоря об изменениях поверхностного натяжения, эта теория, как справедливо замечал Цвет, все же не объясняла причин, вызывающих эти изменения. Кроме того, для твердых адсорбентов в то время величину поверхностного натяжения еще не измеряли, а следовательно, и не использовали ее в практических целях.

Итак, условно подразделив существовавшие тогда теории адсорбции на химические, термодинамические и физические, между которыми, по признанию Цвета, нельзя провести резких границ, ученый полностью отвергал первую из них, признавал вторую и особенно третью. «Существование адсорбции физической, — писал он, — вообще a priori лежит вне всякого сомнения»<sup>31</sup>. По мнению исследователя, существенным дополнением для выработки схемы физической адсорбции могла бы служить новейшая для того времени «электроническая» гипотеза Сутерланда, объясняющая природу молекулярных сил на основе электрических явлений.

Уже в первых своих сообщениях 1903 и 1906 гг. в русской и зарубежной литературе Цвет сопоставил адсорбционный метод с существующим тогда сходным методом капиллярного анализа, чтобы показать их существенное отличие друг от друга. Метод капиллярного анализа заключался в разделении различных компонентов смеси на основе различного положения их на полосе фильтровальной бумаги, частично опущенной в раствор этой смеси. В основе механизма капилляризации Гоппельсрдер вначале усматривал процесс диффузии, а после опу-

---

<sup>31</sup> Там же, стр. 98.

бликования работ Цвета — явление адсорбции, проводя таким образом аналогию между своим методом и методом Цвета. Не отрицая наличия адсорбционных явлений в приемах капилляризации, автор хроматографии тем не менее на ряде примеров доказал различие этих двух методов «как по существу, так и по результатам»<sup>32</sup>. Причину капиллярных расслоений Цвет усматривал не только в адсорбции, но и в комплексе явлений, в которых на первое место он выдвигал различную скорость диффузии (различные коэффициенты диффузии) компонентов растворенной смеси. Вещество, обладающее наибольшим коэффициентом диффузии, образует крайнюю зону, а смежная с ней зона содержит смесь этого вещества с тем, которое обладает меньшей скоростью диффузии и т. д. Поэтому неадсорбируемый растворитель, например вода, имеющий наибольший коэффициент диффузии, опережает остальные вещества и образует на бумаге зону чистого растворителя. Зона, расположенная ниже, содержит одно из окрашенных веществ, следующая за ней — другое и т. д. Однако, отмечал Цвет, такое разделение веществ наблюдается при капилляризационном анализе временно. Как только растворитель достигал крайнего положения, в силу продолжающейся диффузии на смоченной растворителем бумаге снова начиналось равномерное распределение всех веществ, входящих в смесь.

На второе место при капилляризации водных растворов Цвет ставил фактор адсорбции растворенных веществ, считая, что капиллярный анализ не всех растворов связан с адсорбцией. На основании своих опытов он установил, что капилляризация безводных, спиртовых вытяжек хлорофилла из сухих листьев не дает никакой дифференциации. Лишь при добавлении незначительного количества воды, даже просто при ведении опыта во влажном воздухе, Цвету удавалось получать расслоение вытяжки хлорофилла на пять отмеченных выше зон. Именно эти опыты позволили ему сделать убедительное заявление о различии методов капиллярного и адсорбционного анализов. Согласно Цвету, расслоение на бумаге капилляризуемого хлорофиллового раствора объясняется следующим образом: разбавленный водой спирт поднимается вверх по бумаге вместе с растворенными

---

<sup>32</sup> М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ, стр. 163.



в нем пигментами, которые осаждаются на ней в соответствии с порядком убывающей растворимости в слабом спирте — вначале каротин, затем оба хлорофиллина и ксантофиллы.

Как и в случае адсорбционного анализа, отмечал Цвет, полное расслоение компонентов смеси при капиллярном анализе может быть достигнуто лишь в результате неравномерной миграции адсорбционных зон под влиянием тока чистого растворителя, способствующего их диссоциации. Однако в отличие от адсорбции на колонке метод капилляризации не предусматривал приема промывки растворителем бумаги с имеющимися на ней зонами капилляризационной изоляции.

Третьим фактором капиллярных расслоений смеси растворенных пигментов Цвет называл диффузию и адсорбцию гидрозолей — коллоидных частиц, которые благодаря своему заряду притягиваются к противоположно заряженным волокнам бумаги.

Кроме перечисленных выше трех основных факторов капиллярных расслоений, Цвет считал необходимым учитывать и некоторые другие, которые могут возникнуть в отдельных случаях, в частности при применении смеси неводных растворов (например, абсолютного спирта) с водой. Тогда при капиллярном анализе выступает новый фактор, играющий существенную роль в распределении капиллярных зон, — испарение растворителя, обладающего большим давлением пара, т. е. спирта. В результате при капилляризации на бумаге водно-спиртовой хлорофилловый экстракт обогащается водой и растворенные в нем пигменты выпадают в осадок в порядке уменьшения растворимости в слабом спирте, образуя капилляризационную хроматограмму.

Итак, согласно Цвету, капиллярограммы могут возникать вследствие нескольких причин: неодинаковой скорости диффузии, сорбции, коагуляции и изменения растворимости. Современная точка зрения на природу капиллярных явлений совпадает с высказываниями Цвета, о чем свидетельствует, например, Файгль (1950). Главная причина капиллярных расслоений заключается в различных величинах коэффициентов диффузии растворенных частей; второе место отводится их адсорбции и третье — диффузии и адсорбции коллоидально-растворенных веществ, несущих электрические заряды. Заме-

тим, что второй фактор, по мнению современных исследователей, «имеет значительно меньшее значение, ибо, как показывает опыт, разделению подвергаются и такие вещества, адсорбция которых бумагой ничтожна»<sup>33</sup>. Кроме того, адсорбционная способность бумаги к ряду ионов при любой концентрации ничтожна и сама по себе без химического взаимодействия между ионами никак не может служить для их аналитических характеристик (Н. А. Тананаев, 1954). Исследователи, пользующиеся методом бумажной хроматографии для разделения растительных пигментов, относят такие хроматограммы не к сорбционным, а к осадочным (К. М. Ольшеванова и др., 1963).

Все эти теоретические рассуждения Цвет провел для того, чтобы вскрыть разницу в природе явлений, лежащих в основе адсорбционной хроматографии и метода капиллярного анализа<sup>34</sup>. Показав преимущество первого, Цвет отметил необходимость развития второго, в частности, для анализа веществ, разделение которых на адсорбционной колонке затруднительно. Так Цвет наметил путь совершенствования капилляризационного метода в направлении разработки приемов современной распределительной бумажной хроматографии. При этом он вполне справедливо подверг сомнению возможность использования данного метода для количественного определения разделяемых веществ.

Последний вопрос очень интересовал Цвета и в отношении адсорбционного метода. Еще на первых этапах разработки хроматографии Цвет задумывался над возможностью использования ее также для количественного определения, однако писал об этом очень осторожно. Более определенно исследователь высказался в 1910 г. в главе «Количественный анализ хлорофиллов» своей докторской диссертации. Он полагал, что хроматографический, или хроматоскопический, метод можно превратить в хроматометрический, выражая количество компонентов смеси высотой соответствующих адсорбционных

---

<sup>33</sup> Л. М. Кульберг, Г. С. Альтерзон, Р. П. Вельтман. Капельный анализ. М.—Л., Госхимиздат, 1951, стр. 75.

<sup>34</sup> Подробнее об этом вопросе см.: Ф. М. Шемякин, Э. С. Мицеловский, Д. В. Романов. Хроматографический анализ. М., Химиздат, 1955.

зон. Конечно, использование такого метода было очень заманчивым для его автора. Однако, будучи строгим экспериментатором, Цвет не мог не отметить, что хотя коэффициенты адсорбции и зависят от концентрации раствора, но они не просто пропорциональны ей, а измерение высоты адсорбционных зон может дать лишь грубое представление об относительном количестве адсорбата. В результате он вынужден был констатировать: «Опыты, произведенные мною в этом направлении, не дали удовлетворительных результатов, да и теоретическое рассуждение показывает, что предполагаемой пропорциональности между количеством определенного пигмента и высотой занимаемого им столба адсорбента не существует»<sup>35</sup>. Вот почему Цвет предлагал проводить количественное определение адсорбата после тщательного проявления хроматограммы и отделения четко отграниченных зон друг от друга. Содержащиеся в них пигменты экстрагируют и анализируют обычными спектроколориметрическими или спектрофотометрическими способами.

Правильность вывода Цвета признали и последующие исследователи различных видов хроматографии. М. А. Константинова-Шлезингер и Н. А. Горбачева (1948) подтвердили отсутствие пропорциональной зависимости размеров зон хроматограмм от количества сорбированного вещества. Они считали нецелесообразным использовать хроматометрический метод для количественных определений одного вещества, так как пропорциональная зависимость не обнаруживается даже при больших концентрациях выделяемых веществ. Приблизительное соответствие между высотой зон хроматограммы и количеством адсорбированного на них вещества, как показали Г. Шваб и Г. Даттлер (1938), Е. Н. Гапон и Т. Б. Гапон (1948), наблюдается при ионообменной хроматографии. Однако Д. И. Рябчиков и М. М. Сенявин (1953) отрицают возможность точного количественного определения ионов таким способом.

Итак, мы ознакомились с основным достижением физиологических исследований Цвета — созданием хроматографии, — которое выразилось не только в разработке техники экспериментального использования этого

---

<sup>35</sup> М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ, стр. 178.

аналитического метода, но и его теории<sup>36</sup>. Многие из наших современников, признавая большие заслуги ученого в открытии хроматографии, полагают, однако, что вклад его в развитие теоретических представлений о процессах, лежащих в основе этого метода, незначителен. Излагая по возможности полнее положения, которые были разработаны Цветом в области теории хроматографии<sup>37</sup>, мы стремились показать несостоятельность такого мнения. По существу эти положения включали в себя те теоретические основы, на которых строилось дальнейшее развитие хроматографии. Правда, в них не было формул, математически выражающих те зависимости, которые были выявлены Цветом в системе сорбат—сорбент—растворитель, но на том этапе создания хроматографии в таких формулах не было особой необходимости. Заметим, что после работ Цвета еще долгие годы успех хроматографии был в значительной степени эмпирическим, а теоретическая разработка метода существенно отставала. Лишь в 50-е годы это отставание начало постепенно ликвидироваться. В настоящее время задачу, которую ставил перед собой Цвет, можно считать почти решенной: разрыв между практическими и теоретическими сторонами хроматографии сведен к минимуму и в недалеком будущем будет полностью ликвидирован.

---

<sup>36</sup> О значении исследований хлорофилла для открытия хроматографии образно высказался профессор Тюбингенского университета В. Кошара: «Отцом хроматографического адсорбционного анализа является русский ботаник М. Цвет, а матерью — исследование растительных пигментов» (*W. Koschara. Die Tswettsche Adsorptionsanalyse. (Chromatographische Analyse).* — «*Chemiker Zeitung*», 1937, Bd. 61, N 71).

<sup>37</sup> Этот же вопрос особо затронут в публикациях: *Е. Н. Гапон, Т. Б. Гапон. Теория хроматографического анализа М. С. Цвета.* — Доклады АН СССР, 1948, т. 59; *М. А. Константинова-Шлезингер, Н. А. Горбачева. К теории хроматографического анализа.* — Журнал аналитической химии, 1948, т. 3, вып. 4; *А. А. Жуковичкий. Развитие и теория адсорбционного метода М. С. Цвета.* — Труды Комиссии по аналитической химии АН СССР, 1955, т. 6/9; *Ф. М. Шемякин, Э. С. Мицеловский, Д. В. Романов. Хроматографический анализ. Введение в теорию и практику.* М., Химиздат, 1955.

## Хроматографический адсорбционный метод М. С. Цвета до 40-х годов

Даже истины, часто самые необходимые, засыпают и нуждаются по временам, чтобы их пробуждали.

Ф. Клингер

В литературе по хроматографии широко распространено мнение, что метод хроматографической адсорбции при жизни его создателя был малоизвестен в научных кругах, а после смерти Цвета и вовсе забыт, возродившись лишь в начале 30-х годов. Так, английский химик В. Стикс писал: «Поразительно, что метод, который был дан этим исключительно образованным русским ботаником, не нашел в научных кругах почти никакого отклика»<sup>1</sup>. Ту же мысль высказывали и в последующие годы: «Метод Цвета оставался не замеченным в течение 25 лет и был фактически заново открыт почти в том же виде Куном, Винтерштейном и Ледерером (1931), использовавшими его для выделения компонентов растительного каротина»<sup>2</sup>. Подобных высказываний можно привести множество, и не только зарубежных, но и отечественных авторов. Однако действительно ли открытие Цвета не получило известности при жизни ученого и было предано полному забвению сразу же после его смерти?

Первое сообщение Цвета об открытии хроматографии, опубликованное в 1903 г. в малодоступном издании «Трудов Варшавского общества естествоиспытателей», не вызвало никаких откликов ни в отечественной<sup>3</sup>, ни в за-

<sup>1</sup> В. Стикс. Хроматографический адсорбционный анализ. — Успехи химии, 1936, т. 5, вып. 1, стр. 6.

<sup>2</sup> А. Кейлеманс. Хроматография газов. М., ИЛ, 1959, стр. 36.

<sup>3</sup> В ряде публикаций (Сакодынский и Солуянов, 1968; Сакодынский, 1972 и другие статьи того же автора) дословно повторяется утверждение о том, что об открытии Цветом хроматографии сразу же стали «писать не только в научных изданиях, но и газетах для широкой публики». Однако ссылки ни на одну из газет нигде не приведены, и это вполне понятно: таких сообщений не было. Видимо, это недокументированное утверждение восходит к неточно понятому высказыванию Рихтера и Красносельской о том, что «популярная пресса также отмечала работы Цвета» (в кн.: М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ, стр. 227). Но Рихтер и Красносельская имели в виду лишь одну статью Цвета «Хлорофиллины и метаклоро-

рубежной печати. Они появились лишь после выхода упоминавшихся выше двух статей 1906 г. в более известном немецком ботаническом журнале. На эти две работы Цвета стали ссылаться и даже высказываться о них, иногда довольно резко. Последнее имело место со стороны Мархлевского, автора ряда широко известных тогда работ по химии хлорофилла, вступившего в 1906 г. в острую полемику с Цветом.

Первоначально спор Мархлевского с Цветом развернулся по вопросу о первооткрывателе хлорофиллина  $\beta$  (т. е. хлорофилла  $\epsilon$ ), которым Цвет считал Сорби, о чем и высказался в статье «Адсорбционный анализ и хроматографический метод. Применение к химии хлорофилла» (1906). Мархлевский решил «поправить» автора и выступил с заметкой «В защиту», где заявил, что «Цвет сообщает в опубликованной им работе неправду»<sup>4</sup>, так как право на открытие хлорофиллина  $\beta$  принадлежит Мархлевскому и Э. Шунку (1900). 15 февраля 1907 г. в редакцию того же журнала «Доклады Немецкого ботанического общества» поступила статья «К истории исследования хлорофилла. Ответ господину Мархлевскому», в которой Цвет развернуто и убедительно показал справедливость своего первоначального утверждения. Только после этого Мархлевский (1907) стал высказываться по существу работы своего оппонента, стараясь, однако, преуменьшить значение предлагаемого им приема хроматографической адсорбции и усматривая в нем лишь простой прием фильтрации. Дополнительные разъяснения Цвета, сделанные в 1907 г. в немецком «Биохимическом журнале», вынудили, наконец, Мархлевского признать, что исследования русского ученого «имеют особое значение для химии хлорофиллов, являются важными на ее основополагающих путях, и в этом более нет никаких сомнений»<sup>5</sup>.

Первым, кто не только оценил возможности метода Цвета, но и стал пользоваться им в своих исследованиях,

---

филлины», реферат которой был опубликован в 1901 г. в журнале «Естествознание и география»; в ней ничего не говорилось о хроматографии.

<sup>4</sup> L. Marchlewski. Zur Abwer. — Ber. deutsch. bot. Ges., 1906, Bd. 24, S. 534.

<sup>5</sup> L. Marchlewski. Studien in der Chlorophyllgruppe. IV. Mitt. — Biochem. Zeitschr., 1909, Bd. 21, S. 533.

был женевский биохимик Ш. Дере. «Значение этого метода для биохимических работ после Цвета, — свидетельствовали его коллеги, — признали, очевидно, только Дере и его сотрудники»<sup>6</sup>. Того же мнения были Стикс (1936), Г. Вильштедт (1938) и др. Познакомившись с работами Цвета 1906 г., Дере воспроизвел в своей лаборатории его прием разделения пигментов листовой вытяжки. «Я был, кажется, первым, — писал он позднее, — кто повторил совместно с моим учеником В. Роговским в 1911 году разделение различных пигментов листа посредством хроматографического анализа Цвета»<sup>7</sup>. Результаты этого исследования Дере и Роговский (1912) сообщили в следующем году в «Протоколах заседаний Парижской Академии наук», подтвердив факт существования в листьях растений двух форм зеленого пигмента, которые они называли хлорофиллами  $\alpha$  и  $\beta$ . Дере и Роговский получили в чистом виде растворы этих пигментов и изучили их спектры флуоресценции.

Пользуясь тем же методом, Дере с другим учеником, Д. Вежецци (1916), провели разделение зеленого пигмента улитки *Helix pomatia*, до того считавшегося однородным и именовавшегося гепатохлорофиллом. В этой работе авторы пользовались только терминологией Цвета, т. е. обозначениями хлорофиллинов  $\alpha$  и  $\beta$ , назвав соответственно зеленые компоненты гепатохлорофилла гепатохлорофиллинами  $\alpha$  и  $\beta$ , а желтые — гепатоксантофиллом и гепатокаротином.

Книга Цвета 1910 г., особенно в той части, где описывалось получение методом хроматографии множественных форм ксантофиллов, произвела на Дере, по его признанию (1943), очень сильное впечатление. Он решил немедленно провести аналогичные исследования и у себя в лаборатории, используя в качестве объекта листья тисса *Taxus baccata*. Данные этих опытов, а также результаты изучения оптических свойств выявленных трех различных форм ксантофиллов  $\alpha$ ,  $\alpha'$  и  $\alpha''$  были вскоре опубликованы Дере и его сотрудником Л. Ринки (1913).

---

<sup>6</sup> A. Winterstein und G. Stein. Fraktionierung und Reindarstellung organischer Substanzen nach dem Prinzip der chromatographischen Adsorptionsanalyse. I. Mitt. — Ztschr. physiol. Chem., 1933, Bd. 220, S. 247.

<sup>7</sup> Ch. Dhéré. Michel Tswett. — Candollea, 1943, vol. 10, p. 46.

В 1914 г. Дере вместе с Вегецци использовал хроматографический метод для выделения вителлолютеина и вите-лорубина, находящихся в яйцах *Maia Squinado* и относимых к каротиноидам. Неожиданно для себя они обнаружили, что эти пигменты, считавшиеся до того однородными, в действительности представляли собой смесь нескольких пигментов, поддающихся разделению. Эти эксперименты были обстоятельно описаны в диссертации Вегецци (1916). Вспоминая о работах тех лет по исследованию каротиноидов, Дере отмечал: «Мы были, вероятно, первыми, кто воспользовался в 1914 году советом, и можно даже сказать, заветом Цвета»<sup>8</sup> по изучению желтых пигментов.

Дере и его сотрудники подошли творчески к использованию предлагаемых Цветом методики и конструкции прибора. Уже в опытах 1911 г. Дере и Ротовский применяли для приготовления колонки адсорбента не стеклянную трубку, а специально вставленный в нее деревянный пистон с отверстием для выхода воздуха, чтобы после завершения опыта извлекать спрессованный столбик, не разбивая трубку. Некоторое совершенствование прибора Цвета осуществил и Вегецци в своих исследованиях.

В 20-х годах по совету Дере его соотечественник А. Ванноти, позднее профессор Лозаннского университета, стал использовать метод хроматографической адсорбции для разделения различных порфиринов. О положительных результатах своих исследований в те годы Ванноти сообщил Дере (1943), однако опубликовать их тогда же он не смог, а позднее его опередил со своей публикацией И. Вальденштрем (1935).

В те же годы независимо от швейцарских коллег на работы Цвета 1906 и 1911 гг. о выделении путем хроматографии нескольких форм ксантофиллов обратил внимание сотрудник химической лаборатории американского университета в Миссури Л. Пальмер. Вместе с сотрудником сельскохозяйственного департамента К. Эклесом они применили в 1914 г. способ Цвета для выделения каротина и каротиноидов из некоторых сельскохозяйственных продуктов, в частности из жира молока. В дальнейшем Пальмер стал активным сторонником использования хроматографии и пропагандистом работ Цвета. В своей моно-

---

<sup>8</sup> *Ch. Dhéré. Michel Tswett*, p. 51.



графии «Каротиноиды и родственные пигменты» (1922) он ссылаясь на тринадцать работ Цвета, называя его одним из трех крупных специалистов в данной области наряду с Колем и Вильштеттером. Значительное место в книге Пальмер уделено изложению метода хроматографического анализа хлорофилла и ксантофилла и описанию прибора, использованного для этой цели Цветом. На работы русского исследователя Пальмер ссылаясь и в более поздних публикациях (1934).

Работы Цвета по разделению пигментов привлекли внимание и других исследователей каротиноидов 20-х годов, а сведения о новом методе и результатах изучения его автором растительных пигментов вскоре попали на страницы некоторых справочных изданий. В зарубежной литературе обстоятельное описание метода хроматографической адсорбции впервые дал справочник по биохимическим методам работы в статье Ф. Графе (1912). Подобная статья того же автора, посвященная адсорбции и капиллярности для биохимических анализов с изложением метода Цвета, позже (1924) вошла в аналогичное, но более широкое руководство по биологическим методам работы.

Высокая оценка научной деятельности Цвета вообще и разработанного им метода в частности была дана в двухтомной монографии «Биохимия растений» профессора Пражского университета Ф. Чапека. Несмотря на полемику с Цветом по поводу его исследований хлороглобина, о чем говорилось выше, Чапек писал: «В последнее время методы изучения хлорофилла, наконец, обогатились желаемой адсорбционной техникой разделения отдельных пигментов, разработанной Цветом; наконец-то сделан действенный шаг вперед по пути значительного совершенствования методики исследований»<sup>9</sup>. Подробно изложив основы метода хроматографической адсорбции и опыты, позволившие Цвету, по мнению автора, совершить «поистине переворот в химии хлорофилла», Чапек включил в свою сводку разнообразные новые данные, полученные Цветом о кристаллическом хлорофилле, спектральном исследовании пигментов, количественном соотношении хлорофиллов *a* и *b*, характере

---

<sup>9</sup> *F. Czapek. Biochemie der Pflanzen. Jena, 2 Aufl., 1913, Bd. 1, S. 558.*

адсорбирования желтых пигментов, составе каротина и ксантофилла и т. д.

Безусловно, известность за рубежом исследований Цвета в области химии хлорофилла и использованных им при этом методов значительно увеличилась бы, если его основные обобщающие труды «Физико-химическое строение хлорофильного зерна» (1901) и «Хромофиллы в растительном и животном мире» (1910) были бы напечатаны не только на русском языке. Богатый фактический и критический материал этих работ во всей их полноте, за исключением отдельных представлений, изложенных в ряде иностранных публикаций, остался неизвестным для зарубежных ученых<sup>10</sup>. Лишь очень немногие из них, в частности Р. Вильштеттер, проявив особый интерес к работе Цвета 1910 г., обобщающей хроматографические исследования автора, перевел ее, а затем и магистерскую диссертацию 1901 г. на немецкий язык для личного пользования. С этими основными трудами русского исследователя могли ознакомиться и сотрудники лаборатории Вильштеттера, что не прошло бесследно для некоторых из них. Именно в этой лаборатории в конце 20-х годов метод Цвета осваивали непосредственно по его трудам Р. Кун, Э. Ледерер и другие, успешно использовавшие его в своих работах по разделению различных органических смесей.

К сожалению, даже детальное знакомство с исследованиями Цвета не помогло Вильштеттеру оценить должным образом открытие русским ученым нового метода и полученные благодаря ему новые результаты. Крупнейший авторитет в изучении химии хлорофилла, автор ряда классических монографий, лауреат Нобелевской премии Вильштеттер недооценил заслуги Цвета, что сказалось отрицательно на отношении к его работам со стороны других исследователей. Если в 1911 г. в одном из справочных биохимических изданий в статье «Растительные пигменты» Вильштеттер, говоря о результатах исследований хлорофилла Цветом, упомянул метод, с помощью ко-

---

<sup>10</sup> В связи с тем, что обе работы Цвета 1901 и 1910 гг. были написаны на русском языке, В. И. Палладин даже изъясил ссылки на них в немецком переводе 6-го издания своего учебника «Физиология растений» (*W. Palladin. Pflanzenphysiologie. Berlin, 1911*).

торого они были получены, то в следующем году он выступил с критикой этого метода. В совместной работе с А. Штоллем Вильштеттер (1912) обнаружил изменение натурального хлорофилла в спиртовой вытяжке при доступе воздуха. Это явление они назвали алломеризацией хлорофилла, при котором, как было установлено позже, в молекуле хлорофилла, действительно, происходит окисление одного атома водорода. Так как при хроматографическом разделении пигментов Цвет имел дело также со спиртовым раствором, то Вильштеттер полагал, что таким образом метод в целом не заслуживает доверия. Более надежным он считал свой метод. При его разработке Вильштеттер руководствовался приемом разделения пигментов в двух несмешивающихся жидкостях, который в свое время использовал Стокс. Для этой цели Вильштеттер применял в качестве нижнего жидкого слоя 70—90 % ацетон, метиловый или этиловый спирты, а для верхнего слоя — петролейный эфир, бензин или эфир. При таком способе разделения углеводороды и красочные воски переходят в верхний слой, а гидроксилсодержащие красящие вещества — в нижний<sup>11</sup>. Однако немецкий химик не мог не признать новизны сделанного русским ботаником предложения: «В новейшее время, — писал он, — ботаник Цвет (1906) в Варшаве подтвердил представление Стокса (1864) оригинальным способом, а именно путем разделения природных пигментов в аналитических масштабах посредством фракционной адсорбции из их растворов»<sup>12</sup>. Еще более обстоятельно этот метод описали Вильштеттер и Штолль в монографии «Исследования хлорофилла» в главе «Изоляция двух компонентов хлорофилла». Согласно авторам, «смесь пигментов, находящуюся в экстракте листьев, Цвет разделял при помощи

---

<sup>11</sup> Позднее специалисты по органическим пигментам отметили несовершенство этого метода. Так, по убеждению немецкого химика Ф. Майера, «дальнейшая очистка красящих веществ, особенно разделение изоморфных смесей, а также разделение близких по составу веществ возможны только с помощью метода хроматографической адсорбции... Красящее вещество можно считать однородным только тогда, когда оно при повторном хроматографическом анализе больше не разделяется на различно окрашенные части» (Ф. Майер. Естественные органические красящие вещества. М., Госхимиздат, 1940, стр. 13, 14).

<sup>12</sup> R. Willstätter und A. Stoll. Untersuchungen über Chlorophyll. Berlin, 1913, S. 16.

хроматографического адсорбционного анализа на свои составные компоненты и надежно различал их спектры»<sup>13</sup>. Тем не менее они тут же заключили: «Хроматографический метод до сих пор применялся в очень ограниченных масштабах, и для препаративной работы он не пригоден. Еще неизвестно, в какой степени Цвету удалось избежать алломеризации хлорофилла при образовании хроматограмм и изолировании компонентов хлорофилла; спектроскопические исследования не дают этому разъяснения...»<sup>14</sup>

Ставя перед собой ту же цель, что и Цвет, — получить чистые препараты хлорофиллов *a* и *b*, Вильштеттер шел уже проторенным путем, используя вслед за Стоксом физико-химический метод распределения пигментов между несмешивающимися растворителями, и только его считал приемлемым. Предполагая, что во время хроматографического анализа может произойти алломеризация хлорофилла, но не будучи в этом уверенным, Вильштеттер тем не менее и в дальнейшем продолжал брать под сомнение весь метод хроматографии в целом. Авторитет его был столь высок, что ничем не подтвержденная версия об алломеризации хлорофилла, которая якобы делает неприемлемым хроматографический метод для разделения хлорофилла и растительных пигментов, удерживалась даже в 30-х годах в работах К. П. Мейера (1939) и Э. Хенсона (1939). Правда, Г. Спон (1935), пытаясь как-то примирить методы Цвета и Вильштеттера, предлагал даже свой метод разделения пигментов, основанный на сочетании хроматографии и метода несмешивающихся растворителей.

Именно недооценкой метода Цвета со стороны Вильштеттера объясняется тот факт, что немецкий химик дал неправильные описания некоторых веществ, в частности альтеина, при исследовании антоциановых пигментов, начатых им в 1912 г. Если бы Вильштеттер применил тогда уже известный ему метод адсорбционной хроматографии, то сразу же установил, а не несколько лет спустя, что имел дело не с одним соединением, а со смесью веществ.

---

<sup>13</sup> R. Willstätter und A. Stoll. Untersuchungen über Chlorophyll. Berlin, 1913, S. 16. стр. 156.

<sup>14</sup> Там же, стр. 157.

Хотя в 1914 г. Вильштеттер в публикации, совместной с Г. Пажем, вновь ссыался на работы Цвета и на этот раз даже на немецкий перевод его книги «Хромофиллы в растительном и животном мире»<sup>15</sup>, тем не менее он по-прежнему продолжал игнорировать результаты исследований русского ученого и открытый им метод. Так, в его обзорах «Пигменты листа» (1924, 1936), помещенных в двух изданиях солидного многотомного «Руководства по биологическим методам работы», дающего представление о разнообразии методики исследований жизнедеятельности растений, животных и человека, Вильштеттер совершенно не упоминал имени Цвета и открытой им хроматографии. Вильштеттер сделал это тогда (1928 г.), когда на собственном опыте исследований ферментов убедился в высоких качествах хроматографического метода безотносительно к возможности алломеризации хлорофилла и отметил большие возможности адсорбционного метода для разделения не только окрашенных, но и бесцветных органических смесей. Хотя Цвет задолго до Вильштеттера писал в своих работах о том же, в статье Ш. Гренахера о новых методах исследований протеинов того же методического руководства сообщалось: «Применимость адсорбции, *впервые введенной* (курсив наш. — Е. С.) для препаративных целей в физиологическую химию Р. Вильштеттером (1922), не ограничивается выделением и очищением анзиматических веществ»<sup>16</sup>. Развивая эту мысль далее, Гренахер писал о возможности использования адсорбционного метода и для разделения других высокомолекулярных веществ, в том числе и белков, ни единым словом не обмолвившись при этом об истинном авторе обсуждаемого метода. Такая неосведомленность тем более непонятна, что в одном из предшествующих томов того же «Руководства биологическими методами работы» уже была опубликована статья Графе (1924) об использовании явления адсорбции при биохимическом анализе, в которой автор не только называл метод Цвета, но и описывал прибор, при помощи которого осуществлялось разделение веществ.

<sup>15</sup> Подробнее об этом переводе докторской диссертации Цвета см.: R. Willstätter (1928).

<sup>16</sup> Ch. Gränacher. Die neueren Untersuchungen zur Konstitutionsaufklärung der Proteine. — In: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. 1, 1929, Bd. 11, S. 873.

О пренебрежительном отношении некоторых немецких авторов к работам Цвета говорит также статья Г. Рейнбольдта «Капиллярный и адсорбционный анализы» в руководстве «Методы органической химии». В ней автор лишь вскользь упомянул, что к адсорбционным методам «относится хроматографический адсорбционный анализ Цвета, с помощью которого удалось разделить хлорофилл на его отдельные компоненты»<sup>17</sup>, но зато выделен целый раздел «Адсорбционный анализ по Г. Вислиценусу», исследователю малоизвестному и второстепенному.

Отрицательное отношение к методу, предложенному Цветом, со стороны немецких и других биохимиков нередко влияло на возможность использования этого метода непосредственно в той области исследований растительных пигментов, для которой он был разработан. Так, эстонский физиолог растений Т. Липмаа (1926а, 1926в), хорошо знавший о работах Цвета и иногда ссылавшийся на них, предпочел пользоваться для разделения пигментов листьев приемом капиллярного анализа на фильтровальной бумаге, а не методом адсорбционной хроматографии Цвета. Правда, в одной из работ для выделения родоксантина Липмаа (1926с) использовал метод элюции растворенных пигментов карбонатом серы, но связывал этот прием не с именем Цвета, а с работой Вильштеттера и Штоля (1913). Более внимательными к методу Цвета были К. Ковард (1924) в работе о тканевых каротиноидах и Г. Килин (1926), который в своих публикациях дал подробный анализ и высокую оценку исследованиям русского ботаника. Работы Цвета не прошли мимо известного французского исследователя животных пигментов Ж. Верна. В монографии «Пигменты в организме животных» (1926) Верн отметил метод Цвета наряду с другими достижениями того времени и в главе о каротиноидах воспроизвел рисунок его прибора. Зато Шерц (1929) после неудачного применения хроматографической адсорбции для изучения каротиноидов активно выступил против нее.

Итак, зарубежная научная общественность по-разному отнеслась к открытию русским ботаником метода разде-

---

<sup>17</sup> H. Reinboldt. Capillar- und Adsorptionsanalyse. — In: Methoden der organischen Chemie, Bd. 1, 1925, S. 311.

*Hommage de l'auteur*

5811.32-941-95+5771

M. TSVETT. Les Chromophylles dans les Mondes Végétal et Animal

М. С. ЦВѢТЪ

# ХРОМОФИЛЛЫ ВЪ РАСТИТЕЛЬНОМЪ И ЖИВОТНОМЪ МІРѢ

Neue Tatsachen sind an sich nur eine geringfügige Bereicherung der Wissenschaft. Ihren Wert erhalten sie erst durch den Zusammenhang in welchem sie mit bereits bekannten und mit künftige bekannt werdenden stehen.

*Ostwald.*



ВАРШАВА

ТИПОГРАФИЯ ВАРШАВСКАГО УЧЕБНАГО ОКРУГА.

1910.

*Титульный лист докторской диссертации М. С. Цвета 1910 г. с его дарственной надписью К. А. Тимирязеву «С уважением от автора»*

ления органических веществ. Чаще цитировались результаты его исследований хлорофилла, и меньшее внимание уделялось тому приему, с помощью которого многие из этих результатов были получены, особенно после того, как о его методе отрицательно отозвался сам Вильштеттер.

В России, где о работах Цвета, конечно, знали больше, чем за рубежом, отношение к нему было также неодинаковым. Зная о полемике Цвета с более известным русским исследователем хлорофилла Монтеверде (1900) по вопросу о состоянии зеленого пигмента в растении, многие разделяли представления последнего, хотя будущее показало правильность утверждений Цвета. Были и такие, которым казался невероятным его вывод о том, что основная масса одного из двух составных компонентов хлорофилла имеет не чисто-зеленую, а сине-зеленую окраску. В числе последних был, в частности, Тимирязев, который вообще относился скептически к работам Цвета.

В библиотеке Музея-квартиры К. А. Тимирязева в Москве сохранились некоторые работы Цвета с довольно критическими и даже резкими замечаниями их владельца. Так, на полях работы Цвета «Физико-химическое строение хлорофильного зерна» (1901) против высказывания автора на стр. 96—97 о том, что «растворы хлорофиллина *а даже при сильной концентрации пропускают много синих лучей*, отчего эти растворы обладают ясно выраженным сине-зеленым *или скорее зелено-синим цветом...* Весьма возможно поэтому, что абсолютно чистый хлорофиллин *а заслуживает название синего пигмента*, а не зеленого» — последний пометил: «Вранье!!!». В печати Тимирязев не ссыался на исследования Цвета по хлорофиллу. Ни в одном из очерков по истории науки или работах по хлорофиллу Тимирязев ничего не писал и о методе хроматографической адсорбции.

Современники Цвета — отечественные химики — также не устремили ничего примечательного в его открытии. Например, П. И. Вальден в «Очерке истории химии в России» (1917) отметил лишь исследования Цвета по кристаллическому хлорофиллу и ни словом не обмолвился о самой главной его заслуге — разработке адсорбционного метода.

Однако было бы неправильно полагать, что никто из русских исследователей не понял значения и не оценил должным образом работ Цвета. По свидетельству академика А. А. Рихтера (1946), лично знавшего Цвета, большинство русских современников положительно отнеслось к его работам. Известные ботаники — А. С. Фаминцын, И. П. Бородин, М. С. Воронин, Д. И. Ивановский,



А. Г. Генкель<sup>18</sup> и другие высоко оценивали исследования Цвета. Такое же отношение было и со стороны официальной науки России: в 1911 г. Академия наук присудила Цвету Большую премию М. Н. Ахматова за книгу «Хромофиллы в растительном и животном мире».

Указания на работы Цвета еще при его жизни начали появляться и в учебных руководствах. Одним из первых данные об исследованиях Цветом хлорофилла включил в пятое издание своего учебника по физиологии растений профессор Петербургского университета В. И. Палладин (1908). Правда, автор сослался здесь лишь на магистерскую диссертацию Цвета (1901) как на «свод очень обширной литературы по хлорофиллу», а три последующие издания (6-е издание — 1911 г., 7-е — 1914 г., 8-е — 1917 г.) дополнил ссылками на докторскую диссертацию Цвета в 1910 г. и его выводами о составе хлорофилла. Лишь в 8-м издании Палладин кратко осветил основы метода хроматографической адсорбции Цвета.

Одним из первых познакомил своих слушателей с хроматографией профессор Казанского университета В. В. Лепешкин в «Курсе физиологии растений» (1913). Более обстоятельно говорилось о методе Цвета и полученных благодаря ему результатах в «Кратком руководстве по физиологии растений для высших учебных заведений» (1915) профессора Киевского политехнического института В. Р. Заленского. Разносторонняя деятельность Цвета как фитофизиолога нашла свое отражение на страницах

---

<sup>18</sup> Об отношении к Цвету А. Г. Генкеля свидетельствует его сын, П. А. Генкель, известный физиолог растений. «Все мои студенческие годы с 1919 по 1924 г., — вспоминает П. А. Генкель, — проходили в тесном научном общении с моим отцом, заведовавшим кафедрой морфологии и систематики растений Пермского государственного университета, Александром Германовичем Генкелем (1872—1927). До того он многие годы работал приват-доцентом Петербургского университета, был лично знаком с М. С. Цветом и хорошо знал его работы. В 1925 г. он высказал мне следующее мнение об этом исследователе: «Цвет был, несомненно, гениальным ученым, к сожалению, почти не признанным при своей жизни. Однако я не сомневаюсь, что Цвета еще откроют и воздадут ему должное. Я всегда спорил с покойным В. И. Палладиным о Цвете, считая, что наиболее ценные работы по хлорофиллу были выполнены именно Цветом, а не Н. А. Монтеверде, на которого мне всегда указывал В. И. Палладин» (П. А. Генкель. Письмо автору книги).

«Физиологии растений» (1917—1919) Д. И. Ивановского, к тому времени профессора Донского университета в Ростове-на-Дону. Этот учебник знакомил не только с методом Цвета, но и с результатами его исследований по хлорофиллу и фотосинтезу. В том, как высоко оценил Ивановский докторскую диссертацию Цвета, мы уже имели возможность убедиться выше, ознакомившись с его выступлением на ее защите в качестве оппонента. Должное внимание уделил работам Цвета и его хроматографическому методу академик С. П. Костычев в своей «Физиологии растений» (1924).

Аналогичные сообщения о работах Цвета имелись и в некоторых зарубежных учебных руководствах. Так, в курсе лекций по физиологии растений, прочитанном Л. Иостом в Страсбургском университете и опубликованном в 1913 г. (русский перевод издан в 1914 г.), описаны исследования Цветом «кристаллического» хлорофилла и особо отмечалось, что открытие им комплексного состава этого пигмента сделано задолго до аналогичного вывода Вильштеттера. Об открытии Цвета рассказывал также в своем курсе студентам Женевского университета в десятых годах его учитель Шода (Ch. Dhéré, 1943).

Из русских исследователей хлорофилла одним из первых на адсорбционный метод Цвета обратил внимание В. Н. Любименко в своей докторской диссертации «О превращениях пигментов пластид в живой ткани растения» (1916). Диссертант не только изложил способ получения отдельных растительных пигментов из вытяжки листа, но и сопоставил данные Цвета и Вильштеттера по спектральному анализу хлорофилла и по составу зеленых пигментов у бурых водорослей, обнаружив между ними некоторые расхождения. Особо отметил Любименко своевременность поднятого Цветом вопроса об упорядочении терминологии растительных пигментов и их производных. К нему он возвратился через несколько лет в книге «Материя и растения» (1924) и, отмечая крайнюю запутанность к началу 20-х годов терминологии пластидных пигментов, напомнил о целесообразности предложения Цвета — пользоваться старым термином «хлорофилл» для обозначения натурального пигмента пластид, а «хлорофиллином» называть зеленые пигменты, извлеченные из растений. В вышедшей в том же году в соавторстве с В. А. Бриллиант монографии «Окраска



*М. С. Цвет около хроматографической установки в ботанической лаборатории Варшавского политехнического института, 1913 г.  
(публикуется впервые)*

растений» (1924) Любименко обстоятельно изложил содержание исследований Цвета по хлорофиллу и его метод хлорофилла, создание которого он почему-то относил к 1910 г., т. е. ко времени опубликования и защиты его докторской диссертации.

Из сказанного выше следует, что хроматографический адсорбционный метод довольно широко знали в научных кругах еще при жизни Цвета. Некоторые исследователи

природных пигментов даже использовали этот метод в своей работе и, убедившись в его простоте, надежности и точности, сообщали о том в своих публикациях. Невольно возникает вопрос, почему же хроматография, высокая действенность которой была очевидна не только из работ Цвета, но и из опытов тех, кто воспользовался им, не получила сразу должного общего признания?

Ответ на этот вопрос некоторые авторы, например Цехмейстер и Чолноки (1937, 1938), находят в том, что основные работы Цвета, в том числе самое исчерпывающее его исследование по хроматографии — докторская диссертация, были опубликованы на русском языке, малодоступном для западноевропейских ученых. Однако эта причина оказывается несостоятельной, если учесть, что Цвет неоднократно сообщал о своем открытии в зарубежных, особенно немецких, журналах (1906—1912). Более того, он даже демонстрировал свой хроматографический прибор и его действие в Берлине перед членами Немецкого ботанического общества в 1907 г., а печатая там результаты исследований растительных пигментов, описывал метод, при помощи которого они получены. К сказанному можно добавить теперь еще тот факт, что исследователи крупнейшей немецкой школы химиков во главе с Вильштеттером имели возможность непосредственно ознакомиться с названной диссертацией Цвета по имеющемуся в мюнхенской лаборатории рукописному немецкому переводу.

Несостоятельно и мнение Г. Брокмана (1940), который считал, что причиной неосведомленности химиков о методе Цвета явилась неизвестность и малая доступность для химиков ботанических изданий, в которых публиковались статьи Цвета. Изложенное выше наглядно показывает, что химики — авторы обзоров биохимических руководств — знали о ботанических журналах и напечатанных в них работах Цвета, так как ссылались на них. Не пропустил же химик Мархлевский публикации Цвета 1906 г. в ботаническом журнале и уже в тот же год выступил с ответной статьей. Кроме того, Цвет печатал свои сообщения и в химических изданиях: «Записки Парижского химического общества» (1900), «Протоколы заседаний Парижской Академии наук» (1900, 1901), «Биохимический журнал» (1907, 1908), «Журнал Русского физико-химического общества» (1910), «Доклады

Немецкого химического общества» (1908, 1910, 1911) и «Журнал физической химии» (1911).

Большого внимания заслуживает другой довод Брокмана, поддержанный затем Г. Хессе. Согласно этим авторам, недоверие к методу хроматографической адсорбции возникло у химиков в результате обнаружения Вильштеттером изменяемости хлорофилла при адсорбции его на карбонате кальция. Несостоятельность такого заявления Вильштеттера еще в середине 30-х годов отмечал Ледерер, придерживаясь этого мнения и в наши дни (1972). Ледерер подчеркивал, что кроме карбоната кальция Цвет рекомендовал пользоваться и такими индифферентными адсорбентами, как инулин и сахар, но Вильштеттер почему-то не обратил внимания на это обстоятельство. Уделяя большое внимание возможности химического действия адсорбентов на адсорбируемые ими вещества, Цвет получал хроматограмму хлорофилла не только на карбонате кальция, но и на инулине и сахаре, не оказывающих никакого воздействия на пигменты. Да и вряд ли один не столь уж существенный факт, отмеченный даже Вильштеттером, мог ошорочить в глазах серьезных специалистов весь метод хроматографии в целом.

Многие авторы, в частности Дерс (1943), Б. Я. Свешников (1946), Е. Н. Гапон и Т. Б. Гапон (1949), склонны усматривать причину недооценки открытия русского ученого в неблагоприятном отзыве о его работах таких авторитетных химиков, как Вильштеттер и Мархлевский. О причине, породившей негативное отношение Мархлевского к работам Цвета, мы уже говорили. Что касается отношения к ним Вильштеттера, то, по мнению Е. Н. Гапона и Т. Б. Гапон, оно связано непосредственно с методами изучения хлорофилла, которыми пользовались оба исследователя. Цвет разработал адсорбционный метод разделения пигментов не только динамический, но и статический, когда раствор хлорофилла в петролейном эфире взбалтывался с инулином или карбонатом кальция. При таком приеме осаждался адсорбент зеленого цвета, а раствор становился желтым в результате осаждения из него зеленого пигмента на адсорбент. В свою очередь при обработке спиртом, ацетоном и другими растворителями осажденный адсорбент легко отдает адсорбированный на нем зеленый пигмент в раствор. Именно этот вариант метода Цвета был успешно применен Вильштеттером для

выделения и очистки ферментов и получил известность как метод избирательной адсорбции или элюции Вильштеттера. При этом ни сам Вильштеттер, ни другие исследователи не отметили приоритет Цвета. Вероятно, тому в немалой степени способствовала полемика Цвета с Вильштеттером, Монтеверде и Мархлевским, хотя в ней, как мы теперь уже знаем, был прав Цвет. Так как Цвет применял свой метод только к исследованию растительных пигментов, в изучении которых Вильштеттер, Мархлевский и Монтеверде имели в то время несравненно больший авторитет, чем он, то его работы, как справедливо заметил Цехмейстер (1948), встречали своего рода «молчаливое недоверие» в широких научных кругах.

Некоторое изменение в отношении к открытию Цвета наметилось с появлением книги Вильштеттера «Исследования энзимов» (1928), в которой автор впервые признал важность созданного русским ученым метода: «Хроматографический адсорбционный анализ, который в руках Цвета привел к важнейшим результатам относительно хлорофилла и его производных, мы применяем для работ в больших масштабах, но, — оставаясь верным себе, заключал Вильштеттер, — для препаративных целей этот метод неприемлем»<sup>18a</sup>.

С аналогичной оценкой немецкого химика мы встречаемся и в его неопубликованных материалах. «Если стараться применять адсорбционный метод к фракционированию смесей сходных друг с другом органических веществ, — писал Вильштеттер, — то нельзя упускать из виду данные хроматографического адсорбционного анализа М. Цвета. Даже если его метод и неприменим для препаративной работы (! — *E. C.*), все же Цвету определенно удалось путем опытов по адсорбции разложить смесь пигментов листа на ее компоненты»<sup>19</sup>. Делая оговорки, что метод хроматографической адсорбции неприменим для получения «препаратов», Вильштеттер, очевидно, имел в виду продукт, изолированный в твердом состоянии. Против этого мнения позднее выступил Дерё (1943), доказав своими исследованиями с каротином его несостоятельность.

---

<sup>18a</sup> *R. Willstätter. Untersuchungen über Enzyme, S. 295.*

<sup>19</sup> Цит. по: *Ch. Dhéré. Michel Tswett. p. 54.*

Итак, в силу ряда причин хроматографический адсорбционный метод Цвета, будучи достаточно известным при жизни ученого и после его смерти в 20-х годах, не получил, однако, должного признания и оценки. Вероятнее всего, это происходило в основном потому, что метод не использовался для решения более широких научных и практических проблем. Не вызывает сомнений то, что «для развития новых отраслей знания кроме личных заслуг выдающихся ученых принципиальную роль играет уровень развития данной науки, так же как и потребность в ее применении»<sup>20</sup>. С полным правом это же положение можно отнести к тому или иному открытию, в том числе и к хроматографии. Вот почему 30-е годы, когда перед химией со всей остротой стал вопрос о природе различных витаминов, гормонов, ферментов и других биологически активных веществ с целью их идентификации, расширенного производства и использования в медицине, сельском хозяйстве и других областях человеческой деятельности, оказались знаменательными для истории хроматографии и развития идеи Цвета. Почти одновременно Р. Кун в Гейдельберге (Германия), П. Каррер в Цюрихе (Швейцария) и Л. Цехмейстер в Пеште (Венгрия) успешно использовали метод хроматографической адсорбции в исследованиях, как оказалось, довольно обширной группы каротиноидов.

Чем же был вызван такой повышенный интерес к этим ранее особо не привлекавшим к себе внимания желтым пигментам растений? Дело в том, что в конце 20-х годов были высказаны убедительные предположения о генетической связи каротина растений и его производных с витамином А, химическая природа которого в то время еще не была разгадана. В 1929 г. Г. Эйлер и П. Каррер экспериментально доказали, что витамин А образуется из каротина, который, следовательно, является его провитамином. Стал вопрос о составе и строении молекул этих природных соединений, выяснение которого было невозможно без получения их в химически чистом виде, т. е. без малейших примесей даже родственных им соединений, тесно сопутствующих в естественном состоянии. Тогда-то Р. Кун и решил использовать для этой цели метод Цвета, уже достаточно хорошо зарекомендо-

---

<sup>20</sup> Э. Байер. Хроматография газов. М., ИЛ, 1961, стр. 13.

вавший себя при изучении каротиноидов в лабораториях Дере, Пальмера и др. О том, как протекали эти исторические для развития хроматографии исследования, рассказал в своих воспоминаниях ныне известный хроматографист Э. Ледерер (1936, 1972), тогда только что закончивший Венский университет молодой ассистент Куна.

По признанию Куна и Ледерера (1931), их намерению использовать в исследованиях растительных пигментов метод хроматографической адсорбции в значительной степени способствовал Вильштеттер. Он передал им немецкий перевод книги Цвета (1910) и охотно давал различные рекомендации по освоению метода. Таким образом, Вильштеттер, хотя и со значительным опозданием, все же оценил значение открытия Цвета и начиная с 30-х годов стал способствовать его развитию.

В декабре 1930 г. в химической лаборатории Гейдельбергского университета была приготовлена первая цветочная адсорбционная колонка из порошка карбоната кальция и опробована на разделение желтого пигмента куриного яйца. Уже этот опыт сразу позволил установить вопреки данным Вильштеттера, что исследуемый пигмент неоднороден и состоит из двух компонентов — каротиноидов, полученных в чистом виде и названных лютеином и зеаксантином. Предварительное сообщение о результатах этих первых своих опытов Кун и Ледерер передали 17 февраля 1931 г. в немецкий журнал «Naturwissenschaft», где оно и было опубликовано в том же году. Однако о методе проведенного исследования авторы упоминали лишь вскользь. Несколько подробнее они рассказали о нем в следующей работе того же года, вышедшей в «Докладах Немецкого химического общества». Наиболее же обстоятельное описание его Кун, Винтерштейн и Ледерер дали в статье «Изучение ксантофилла» (1931). Вскоре в изучение каротиноидов путем хроматографии включились и другие сотрудники той же лаборатории: Брокман занялся исследованием природы осенней пигментации листьев вообще и «осеннего ксантофилла» Цвета, в частности, а затем к нему присоединились Ч. Грудман и А. Дойч.

Благодаря использованию адсорбционной хроматографии Кун и его сотрудники в течение трех лет открыли ряд ранее неизвестных каротиноидов — виолаксантин,



тараксантин, флавоксантин, криптоксантин, рубликсантин и  $\gamma$ -каротин. Эти работы наглядно показали, что «способ Цвета мог быть применен в большем масштабе, чем это было сделано ранее, и что он мог оказать значительные услуги при разделении веществ с очень близкой растворимостью. В этой области он многим превосходит обычные способы адсорбции, применяемые по примеру Вильштеттера для очищения ферментов»<sup>21</sup>. За получение ранее неизвестных соединений и выяснение их химической природы Куну в 1938 г. была присуждена Нобелевская премия, а с работой его лаборатории стали связывать начало бурного использования метода Цвета. «Препаративное использование отошедшего в забвение метода хроматографической адсорбции было широко предпринято впервые в 1931 г. Куном и его сотрудниками»<sup>22</sup>, — писал Брокман, а затем и многие другие авторы отмечали этот факт. Результаты исследований гейдельбергской химической лаборатории обстоятельно освещены в книге Ледерера «Каротиноиды растений» (1934) и в методических руководствах по анализу растений А. Винтерштейна (1933, 1938), где значительное внимание уделено заимствованному у Цвета методу хроматографической адсорбции.

Хроматография стала основным аналитическим методом и в химической лаборатории Пештского университета, возглавляемой Цехмейстером, который уже в 1932 г. выступил с пропагандой работ Цвета по изучению растительных пигментов и его метода. Не без влияния Цехмейстера его соотечественник А. Трейбс (1932) включил в статью о хлорофилле, напечатанную в «Руководстве по анализу растений», результаты изучения этого пигмента русским исследователем и описание способа их получения. Вместе с сотрудниками Цехмейстер провел многочисленные исследования различных каротиноидов и обнаружил благодаря хроматографии существование в природе большого числа изомеров одного и того же пигмента. Так, в 1934 г. совместно с Чолноки, пропуская через адсорбционную колонку считавшийся ранее однородным пигмент красного перца, они наблюдали, как он разде-

<sup>21</sup> Э. Ледерер. Хроматографическая адсорбция и ее применение. — Журнал общей химии, 1936, т. 6, вып. 4, стр. 500.

<sup>22</sup> H. Brockmann. Die Chemie der antirachitischen Vitamine. — Ergebn. Vitamin- und Hormonforschung, 1939, Bd. 2, S. 74.

лялся на десяток зон. Через два года им удалось получить в чистом виде ранее неизвестные формы каротиноидов — капсантин и капсорубин.

Достижения начала 30-х годов в изучении каротиноидов Цехмейстер осветил в своей монографии «Каротиноиды» (1934), в которой выделил особый раздел «Хроматографический адсорбционный анализ Цвета». «Со времени введения спектроскопии, — утверждал он, — среди различных физических методов наибольший толчок к развитию органической химии дала идея Цвета»<sup>23</sup>. В дальнейшем Цехмейстер стал одним из крупнейших специалистов хроматографии, создавшим ряд фундаментальных трудов в этой области.

Еще больших успехов в изучении каротиноидов с помощью хроматографического анализа достигла химическая лаборатория Цюрихского университета, руководимая П. Каррером. Здесь был впервые получен в чистом виде ряд каротиноидов, многие из которых ранее не были известны: зеаксантин, антраксантин, несколько каротиноидов пурпурных бактерий,  $\alpha$ - и  $\beta$ -каротины. Карреру удалось не только получить эти соединения, но и выяснить их химическую структуру, а затем синтезировать кроме названных пигментов еще и ликопин, ксантофилл, астацин, кроцетин, биксин и др. Большая серия исследований позволила также выяснить природу витаминов А и В. За эти успешные опыты Каррер был удостоен в 1937 г. Нобелевской премии, при получении которой он по достоинству отметил решающую роль в них хроматографии: «Методическим прогрессом, без которого не может обойтись современная биохимия, являются методы адсорбции (Вильштеттер), разделение посредством центрифугирования Сведберга и хроматографический анализ Цвета, при помощи которого стало возможным разделять смеси веществ, до того времени неделимые»<sup>24</sup>.

Итак, мы имели возможность убедиться еще раз, какое большое значение оказал хроматографический метод при решении такого важного научного и практического вопроса, как выяснение природы и синтез витаминов,

---

<sup>23</sup> L. Zechmeister und L. Chohnoky. Untersuchungen über den Paprikafarbstoff. VII. Adsorptionsanalyse des Pigments. — *Liebigs Ann.*, 1934, Bd. 509, S. 270.

<sup>24</sup> Цит. по: Ch. Dhéré. Michel Tswett, p. 63.

основанного на исследованиях природы и синтеза каротиноидов. «Этот способ, — писал тогда Ледерер, — должен считаться самым значительным для определения чистоты и однородности пигмента этого класса»<sup>25</sup>.

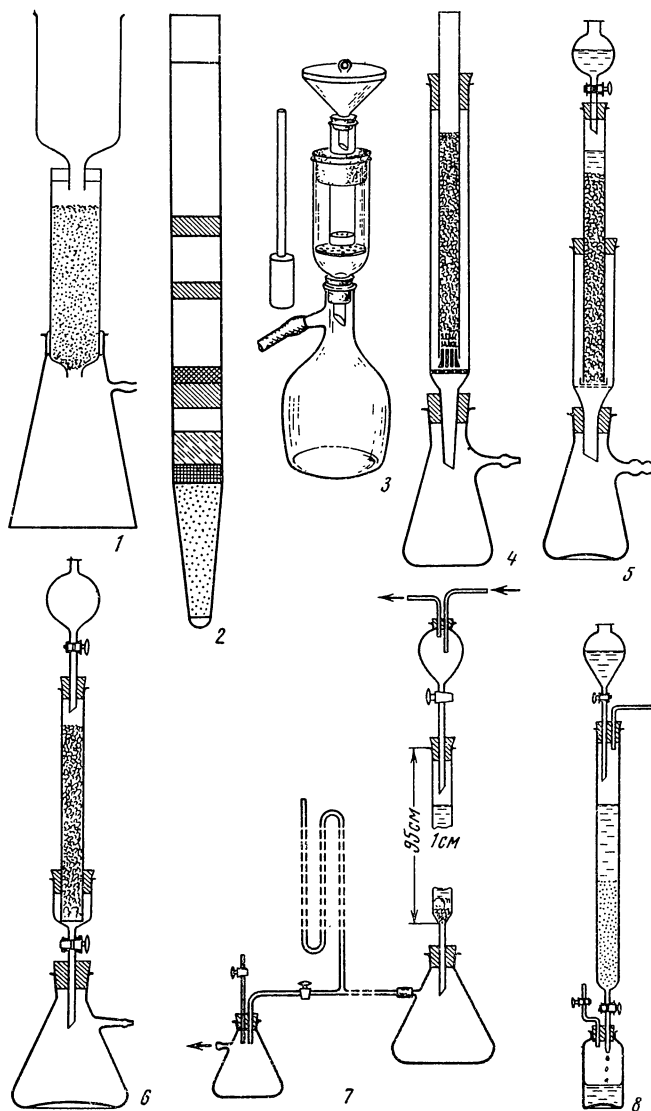
К тому времени то же самое могли сказать и исследователи других растительных пигментов и, прежде всего, хлорофиллов. Сотрудники Куна А. Винтерштейн и Г. Штейн (1933) убедительно показали при помощи хроматографии, что кристаллические хлорофиллы Вильштеттера неоднородны. Они приготовили по методике Вильштеттера и Штоля кристаллы хлорофиллов *a* и *b* и проанализировали их раствор в смеси бензола и бензина на адсорбционной колонке из сахарной пудры. В итоге оказалось, что полученные способом Вильштеттера кристаллы хлорофилла *b* не были химически чистыми: на 25 % они состояли из примеси хлорофилла *a*.

К середине 30-х годов Винтерштейн и его сотрудники сообщили интересные результаты о разделении при помощи адсорбционной хроматографии не только окрашенных соединений растительного и животного происхождения, но и бесцветных ароматических полициклических углеводородов и о получении при этом в чистом виде нафталина, антрацена и нафтацена. Тем же способом они провели выделение и очищение из каменноугольного дегтя хризена и пирена. Тогда же появились сообщения о применении метода хроматографической адсорбции Цвета Ф. Кёглем, А. Хааген-Смитом и Х. Эркслебоном для очищения гетероауксина ( $\beta$ -индолилуксусной кислоты), Г. Фишером — для выделения нового бактериофеофитина, Диелсом и Риккертом — для очищения углеводорода  $C_{18}H_{24}$ , получаемого из холестерина, Г. Вильшtedтом (1934) — для выделения и очищения пигментов грибов и т. д. (подробнее см. Э. Ледерер, 1936; В. Стикс, 1936).

В ходе этих работ шло также совершенствование хроматографической методики. Винтерштейн сумел не только использовать прибор Цвета, но и несколько усовершенствовать его. Вероятно, он знал о попытках Цвета наладить в 1907 г. разделение пигментов не на одной, а одновременно на пяти трубках при помощи сжатого воздуха.

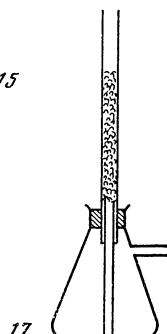
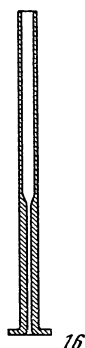
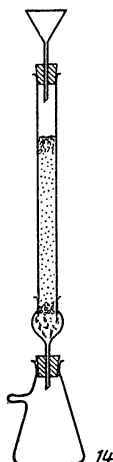
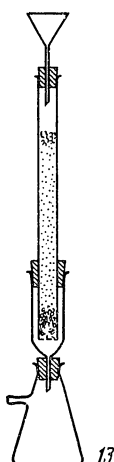
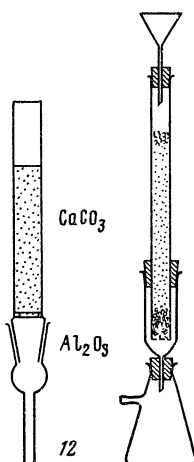
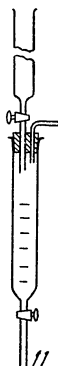
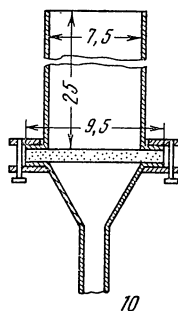
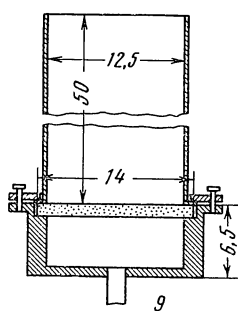
---

<sup>25</sup> Э. Ледерер. Хроматографическая адсорбция и ее применение, стр. 503.



*Видоизменения хроматографических адсорбционных колонок до 40-х годов на основе хроматографа М. С. Цвета (1) в исследованиях:*

- |   |  |
|---|--|
| 2 — Л. Пальмера и К. Эклеса (1914);     | 6 — Г. Хессе (1936);                                       |
| 3 — Ш. Дере и В. Роговский (1912);      | 7 — И. Хейльброна с сотрудниками (1937);                   |
| 4 — Г. Вежецци (1916);                  | 8 — Г. Холмса, Г. Кассиди, Р. Манли и Э. Гартцлера (1935); |
| 5 — А. Винтерштейна и Г. Штейна (1933); |  |



9 — А. Винтерштейна и К. Щёна (1934) — большая модель;  
10 — их же — малая модель (размеры даны в см);  
11 — Г. Валентина и Р. Франка (1936);  
12 — Р. Куна и Г. Брокмана (1932);

13, 14 — Г. Молера и В. Хэммерле (1935, 1936); при микроанализе «внутренний диаметр колонки от 1 до 10 мм» в исследованиях;  
15 — Г. Хессе (1936);  
16 — Э. Беккера и К. Шёнфа (1936);  
17 — Г. Вильштедта и Т. Вита (1938).

Так или иначе, но Винтерштейн ввел увеличение числа адсорбционных колонок и несколько изменил конструкцию их трубок (1934), что сразу же нашло применение в промышленности и принесло значительную прибыль. Получила дальнейшее развитие идея Цвета о возможности использования различных адсорбентов. Уже в 30-е годы их число значительно пополнилось. В качестве новых адсорбентов стали использовать окись и гидроокись кальция (Каррер), окись алюминия (Брокман), магнезию (Эйлер, Стрейн), глину, тальк, флоридин, франконит, молочный сахар (Винтерштейн), глюконат кальция (Вильшtedт) и т. д.

Тогда же более широко начали проводиться работы по адсорбционному разделению бесцветных смесей. Особые трудности возникли при выделении таких веществ, как витамин Д, различные половые гормоны, буфоталин (яд жабы) и др., содержащихся в вытяжках в очень незначительных количествах. К началу 40-х годов в этой области с использованием адсорбционного метода работала целая армия исследователей, в числе которых были А. Винтерштейн, П. Каррер, Г. Виланд, К. Кувада, Р. Хюттель, Ш. Доре, К. Ладенбург, Д. Друммонд, Л. Ружичка, В. Траппе, Г. Брокман, А. Бутенант и многие другие. Начали свои работы по выделению аминокислот с помощью хроматографии Т. Виланд, А. Тизелиус (см. Мартин А., Синг Р., 1949). Некоторые из этих исследователей, ставшие лауреатами Нобелевской премии (Каррер, 1937; Кун, 1938; Ружичка, 1939), особо отмечали то большое значение, которое имел в их работе хроматографический метод для полной очистки и отделения побочных продуктов. Бутенант, удостоенный Нобелевской премии за исследование половых гормонов, так высказал свое отношение к данному методу в письме к Доре: «Хроматография в настоящее время... широко используется в моем институте (в Биохимическом институте в Берлин-Далеме. — *Е. С.*), и этот метод стал для нас совершенно необходимым»<sup>26</sup>. Такого же высокого мнения об адсорбционном хроматографическом методе Цвета были и другие лауреаты Нобелевской премии 30-х годов — Г. Фишер, Г. Эйлер, Р. Кун, Г. Виланд,

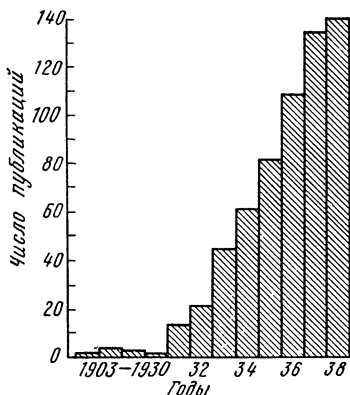
---

<sup>26</sup> Цит. по: *Ch. Dhéré. Michel Tswett*, p. 63.

А. Виндау<sup>27</sup>. «Следует ожидать, — писал в связи с этим Г. Хессе, — что этот метод будет скоро использоваться практически при всех исследованиях...»<sup>28</sup>, а в следующем году редакция немецкой химической газеты констатировала: «Адсорбционный анализ Цвета является сегодня неперенным средством наших исследовательских лабораторий»<sup>29</sup>.

Большой успех, которым сопровождались многочисленные исследования биохимиков и химиков-органиков, побудил Цехмейстера и Чолноки, пользовавшихся адсорбционной хроматографией, выступить в 1937 г. с монографией хроматографической адсорбции, переизданной в 1938 г. и переведенной в 1943 г. на английский язык. На русском языке были опубликованы обстоятельные обзоры Э. Ледерера (1936), В. Стикса (1936), Г. Вильштедта (1936), Ф. А. Рачевского (1938), Ф. Майера (1940) и других ученых об успехах хроматографии. Резкое увеличение числа работ с использованием хроматографии за период 1930—1938 гг. особенно наглядно видно из соответствующего графика. Через несколько лет у специалистов, пользующихся хроматографическим адсорбционным анализом, возникла потребность в специальной библиографии, так как уже в начале 40-х годов стало трудно ориентироваться в многочисленных публикациях по данному вопросу. И такая библиография за 1900—1942 гг. была составлена Ф. Дейтцем (1944).

После первых специальных работ по хроматографии Цехмейстера и Чолноки 1937, 1938 гг. появились монографии о развитии этого метода и применении его в раз-



Рост числа публикаций с использованием хроматографического метода М. С. Цвета с 1903 по 1938 г. (по Э. Шталю, 1965 г.)

<sup>27</sup> Там же, р. 63.

<sup>28</sup> G. Hesse. Die chromatographische Analyse und ihre Anwendung. — Angew. Chemie, 1936, Bd. 49, S. 319.

<sup>29</sup> «Chemiker-Zeitung», 27.II 1937, N 17, S. 185.

личных областях биохимии и органической химии Г. Вильштедта (1939), Г. Хессе (1939, 1943), Л. Физера (1941), Г. Стрейна (1941, 1945), Т. Уильямса (1946) и Л. Цехмейстера (1950).

В монографии «Прогресс хроматографии 1938—1947» в 1950 г. Цехмейстер убедительно показал, что успехи хроматографии только за одно десятилетие с трудом могут быть освещены достаточно полно в одной книге, а потому он дал обстоятельную библиографию сводок и обзорных статей, вышедших в 1938—1947 гг. Эта книга знаменательна тем, что явилась одной из последних работ, охватывающих все области применения хроматографии до начала 40-х годов. С 50-х годов стали издаваться обзорные статьи и монографии, освещающие использование хроматографии в различных областях науки и техники, а также сообщения о создании новых ее приемов и видов.

## Попытки опровергнуть приоритет М. С. Цвета

Научная критика слишком часто отступает от условий спокойной объективности и беспристрастности, которые должны ею руководить.

М. С. Цвет

Итак, заслуга Цвета как автора метода хроматографической адсорбции уже в 30—40-е годы стала общепризнанной не только в нашей стране, но и за рубежом. Убедительным примером тому может служить также многотомная сводка о фотосинтезе американского биохимика Е. Рабиновича (1951), который неоднократно упоминал имя Цвета как изобретателя метода хроматографического анализа. О первенстве русского ученого в открытии хроматографии в 30—40-е годы писали многие исследователи у нас в стране и за рубежом. В частности и Т. Уильямс (1946) называл опыты Цвета «фундаментальными экспериментами», а его книгу «Хроматофиллы в растительном и животном мире» (1910) — в числе трех основных сводок по хроматографии.

Однако в начале 50-х годов тот же Уильямс заявил, что данная точка зрения ошибочна и Цвет не является



автором метода хроматографии. Совместно с Уэйлом Уильямс обратился в 1950 и 1951 гг. в редакцию английского журнала «Nature» с двумя письмами, якобы неоспоримо доказывающими, что работы Цвета сильно переоценены и первооткрывателями хроматографии являются немецкие химики Ф. Рунте, Х. Шенбайн, Ф. Гоппельсреллер и американский горный инженер Д. Дея. Вслед за Уэйлом и Уильямсом в том же журнале выступил Фаррадейн (1951), заявивший в свою очередь, что еще до Дея опыты по фильтрованию через пористые среды с целью разделения жидких смесей проводил англичанин Л. Рид, которому и должен принадлежать приоритет открытия метода хроматографии на адсорбционной колонке.

Сообщение о предшественниках Цвета в открытии хроматографии делались в печати и раньше. Еще в обобщающем труде 1910 г. Цвет отметил некоторых авторов, использовавших фильтрацию для очищения веществ от примесей. Позже эти сведения дополнил Цехмейстер (1948, 1949) в докладе об истории создания хроматографии в связи с 40-летним юбилеем ее открытия Цветом. В числе предшественников Цвета Цехмейстер назвал Шенбайна, Гоппельсреллера и Дея. Именно по поводу оценки последнего Цехмейстер писал через несколько лет, что в этом докладе он «не только воздал должное Дею при освещении раннего периода хроматографии, но и попытался обратить внимание химиков на важнейший вклад Дея, когда работа этого пионера, по-видимому, была уже забыта»<sup>1</sup>. Однако далее Цехмейстер убежденно заявил: «Нет никакого сомнения в том, что истинным изобретателем хроматографии во всех ее важных чертах является Цвет»<sup>2</sup>.

Наряду с Цехмейстером Файгль (1949) обратил внимание на то, что прецедентом адсорбционного метода Цвета можно считать опыты Л. Рида по разделению алкалоидов путем фильтрации через трубку, заполненную каолином. Вскоре Файгль (1950) еще раз напомнил об этом, но тут же подчеркнул, что, предлагая принять во внимание вклад Рида, не имел намерения умалить значения работ Цвета как основоположника хроматографии.

<sup>1</sup> *L. Zechmeister. Early History of Chromatography. — Nature, 1951, vol. 167, p. 405—406.*

<sup>2</sup> *Л. Цехмейстер. История, области применения и методы хроматографии. — В сб.: Хроматография, вып. I. М., ИЛ, 1949, стр. 9.*

Значительно дальше в оценке заслуг предшественников Цвета пошли упомянутые выше Уэйл, Уильямс и Фаррадейн, почерпнувшие сведения о работах Рунге, Шенбайна, Гоппельсредера, Рида и Дея из публикаций Цехмейстера и Файгля. В отличие от Цехмейстера и Файгля, давших объективную оценку роли трудов Цвета по созданию хроматографии, Уэйл, Уильямс и Фаррадейн не согласились с существовавшим ранее мнением и без особого обоснования стали утверждать, что право первооткрывателя хроматографии принадлежит не Цвету, а его предшественникам. Сначала Уэйл и Уильямс (1950) считали, что таковым первооткрывателем является Дей, предложивший в 1900 г. способ разделения нефти на ряд фракций путем фильтрования ее через колонку из фуллеровой земли<sup>3</sup>.

После второго выступления Уэйла и Уильямса (1951), где первенство в открытии хроматографии передавалось уже Рунге, Шенбайну и Гоппельсредеру, против такой трактовки выступили Б. Я. Свешников (1951), Х. С. Кош-тоянц и К. Ф. Калмыков (1951, 1953). Их возражения были вполне справедливы, хотя и не очень развернуты из-за краткости публикаций. Отношение советских авторов к вопросу об авторе и месте открытия хроматографии выразил академик М. М. Дубинин: «Родина хроматографического метода — Россия. Огромная значимость метода Цвета вызывает и по настоящее время попытки со стороны некоторых — далеко не всех — зарубежных деятелей науки опорочить приоритет М. С. Цвета в вопросе открытия хроматографии. Эти попытки обычно сводятся к упоминанию о каких-либо наблюдениях, касающихся разделения веществ, сделанных до Цвета. Но мало ли было сделано, например, попыток классификации химических элементов!

Однако только гениальный ум Менделеева смог охватить все многообразие явления, придать огромное познавательное значение систематике элементов и построить величественное здание периодической системы, утвер-

---

<sup>3</sup> Фуллеровая земля — это особый род глины, способный поглощать и удерживать органические красящие вещества, а потому употреблявшийся в прошлом веке для освобождения от жиров сукновальных изделий, при чистке мехов, для обесцвечивания и осветления масел и жиров.

ждающее учение о материальности окружающего нас мира и о вечном движении материи»<sup>4</sup>.

Уэйл и Уильямс не обратили должного внимания на критические выступления соотечественников Цвета и в последующих публикациях об истории возникновения хроматографии (Weil H., 1951, 1952, 1953, 1953a, 1954, 1954a; Weil H., Williams T., 1952, 1953; Williams T., 1953) развивали прежнюю точку зрения, опровергающую приоритет Цвета в создании метода хроматографии. Мнение Уэйла и Уильямса вскоре стало фигурировать на страницах многих зарубежных работ по хроматографии. Р. Блок, Р. Лестранж и Г. Цвейг (1954) безоговорочно приняли его и ни одним словом не обмолвились о работах Цвета, приписав открытие хроматографии Рунге, Шенбайну и Гоппельсредеру. К сожалению, эти и другие выступления против приоритета Цвета по созданию хроматографического адсорбционного метода, появившиеся после 1952 г., не получили должной оценки и опровержения со стороны исследователей хроматографии. В единственной на эту тему публикации К. И. Сакодынского и П. А. Солуянова (1968) была лишь повторена уже высказанная ранее Коштоянцом и Калмыковым критика, но в отличие от последних лишь в адрес одной работы Уэйла и Уильямса 1951 г., многочисленные же последующие статьи Уэйла и Уильямса и других авторов, ставящих под сомнение заслуги Цвета в открытии хроматографии, остались без критической оценки. Более того, в недавно вышедшей о Цвете работе К. И. Сакодынский (1972б), ссылаясь на такого рода публикации Уильямса (1953) и Хайнеса (1969), усматривает в них лишь «результаты интересных поисков в старой литературе работ по доцветовскому периоду хроматографии»<sup>5</sup>, совсем не коснувшись той стороны содержания этих публикаций, которая сводила на нет роль Цвета в открытии хроматографии.

Чтобы судить о том, есть ли основания считать предшественников Цвета авторами хроматографического метода, познакомимся хотя бы кратко с их работами непосредственно и сравним наблюдения и выводы Рунге,

---

<sup>4</sup> М. М. Дубинин. Предисловие. — В сб.: Исследования в области хроматографии. М., Изд-во АН СССР, 1952, стр. 3.

<sup>5</sup> К. И. Сакодынский. Михаил Семенович Цвет и хроматография, 1972, стр. 67.

Шенбайна, Гоппельсредера, Рида и Дея с исследованиями Цвета.

Одним из первых, кто более обстоятельно описал неодинаковое поведение различных растворов на бумаге, был немецкий химик Ф. Рунге. Еще в первом томе «Химии красителей» (1834) Рунге отметил, что капли бесцветных растворов по-разному ведут себя при нанесении их на ткани. Особенно наглядно это различие наблюдалось на окрашенных тканях. В 1842 г. Рунге сообщил, что для той же цели он стал использовать бумагу, пропитанную крахмалом и йодидом калия. Аналогичные сведения описывал в те годы голландский химик Г. И. Мульдер в своей книге «Общая физиологическая химия» (1844).

В третьем томе «Химии красителей» (1850) Рунге обратил особое внимание на расслаивание смеси растворов, попадающих на фильтровальную бумагу, в 1850 и 1855 гг. издал сборники с «самопроизвольно образующимися картинками, т. е. наклеенными листами фильтровальной бумаги, наглядно иллюстрирующими поведение на ней различных растворов. Во всех случаях по краям пятен на бумаге отчетливо проступало расслоение нанесенных на нее соединений. Данное явление Рунге связывал только с диффузией этих соединений и не дал никаких рекомендаций для использования описанных им приемов. Это сделали несколько позже немецкие химики Х. Ф. Шенбайн и Ф. Гоппельсредер, которых и принято считать авторами капиллярного анализа.

В 1860 г., смачивая полоску фильтровальной бумаги для определения озона, полученного им в 1840 г. раствором гваяковой смолы или йодида калия, Шенбайн заметил, что раствор йодида калия и крахмала не поднимался на такую высоту, которой достигает вода. В 1861 г. он сообщил в печати об этом факте, а также об опытах, в которых при опускании полоски фильтровальной бумаги в водный раствор кислот, щелочей, солей или красящих веществ растворитель (т. е. вода) поднимался по ней быстрее, чем растворенное вещество. Если же в растворе имелось несколько веществ (смесь красок), то они также с различной быстротой поднимались по бумаге, вследствие чего на верхней границе образовывались различно окрашенные полосы. Тогда же Шенбайн сообщил о возможности использования описанного явления

для частичного разделения различных веществ-красителей, щелочей, кислот, фенолов, солей. Он писал, что данный прием «мог бы послужить химику-аналитику как средство качественного исследования в тех случаях, когда не могут помочь другие методы, например при анализе смесей растворенных органических красителей»<sup>6</sup>.

В том же году напечатал свою первую статью по капиллярному анализу Гоппельсредер. Как отмечал позже Цвет (1910), Гоппельсредер «с достойным удивления терпением» в течение полувека исследовал и описывал капилляризационные способности самых разнообразных растворов, экстрактов и физиологических жидкостей. Немецкий химик пытался использовать для капиллярного аналитического разделения сыпучие материалы (различные виды почв, инфузорную землю, песок), но результаты были отрицательными. Иными оказались опыты, в которых для разделения веществ использовались бумага, оксицеллюлоза, текстильные и древесные материалы. Результаты этих многочисленных экспериментов он неоднократно излагал в ряде объемных трудов 1889, 1901, 1906 гг.<sup>7</sup>

В этих трудах Гоппельсредер не только обстоятельно описывал опыты, но и излагал, как с помощью использованного метода, названного им в 80-х годах «капиллярным анализом», можно выявить составные части смесей растительных пигментов, алкалоидов, жиров и масел, установить загрязненность пищевых продуктов и т. д. После 24-часовой капилляризации Гоппельсредеру удавалось настолько сконцентрировать в определенных зонах растворенные вещества, что их уже можно было открыть с помощью обычных реактивов. При этом автор особо оговаривал относительность пределов точности капиллярно-аналитических реакций. Делал он это потому, что другие исследователи, используя те же самые приемы, нередко не получали должного результата. Так что в начале XX в. официальная наука относилась недоверчиво

---

<sup>6</sup> *Ch. F. Schönbein. Über einige durch die Haarrörchenanziehung des Papiere hervorgebrachte Trennungswirkungen. — Pogg. Ann. Phys. und chemie, Bd. 24, 1861, S. 375.*

<sup>7</sup> Полный список трудов Гоппельсредера по капиллярному анализу с 1901 по 1910 г. (всего 11 названий) см.: *H. Reinboldt. Capillar- und Adsorption. analyse. — In: Methoden der organischen Chemie. Bd. 1, 1925).*

к капиллярному анализу, о чем свидетельствует речь президента Американской научной ассоциации г. Рейнбольдта. Лишь к середине 20-х годов после усовершенствования этот метод стали использовать для нужд неорганической и фармацевтической химии, физиологии животных и растений, для определения чистоты природных и синтетических красителей, алкалоидов, масел, нефтепродуктов, солей, коллоидных систем, питьевой воды, вина, молока и т. д., освобождения их от примесей, а также для некоторых других целей. В середине 20-х годов этот факт получил освещение в обзоре Рейнбольдта (1925).

Что же касается растительных пигментов, то в литературе было описано очень мало наблюдений о расслоении их посредством капилляризации, и принадлежали они в основном Гоппельсредеру. Гоппельсредер (1906) экстрагировал абсолютным спиртом листья, стебли, цветки и другие живые органы растений. Он проводил капилляризацию с помощью длинных полос фильтровальной бумаги, опущенных в исследуемый раствор на 4 см. В результате опыта, который иногда длился целые сутки, на бумаге отчетливо проступали различно окрашенные полосы. В случае экстрагирования листьев верхняя граница смачивания бумаги расслаивалась на зеленую, желтую, бурую и розовую полосы<sup>8</sup>. Довольствуясь этими наблюдениями, Гоппельсредер не предпринял никаких попыток исследовать более обстоятельно каждую из полос.

Кроме экспериментов Гоппельсредера с растительными пигментами было описано лишь два имеющих к ним отношение опыта немецких ботаников Ф. Кона (1867) и Н. Мюллера (1869). Кон наносил капли вытяжки фикоциана — пигмента зеленой водоросли *Spirulina versicolor* — на фильтровальную бумагу, в результате чего наблюдалось образование трех колец — бесцветного, синего и бледно-красного. Мюллер испарял небольшой слой спиртовой вытяжки хлорофилла при обычных условиях без подогрева в фарфоровой чашке. Через некоторое время на стенках чашки четко обозначались различно окрашенные зоны: желтая, сине-зеленая и зеле-

<sup>8</sup> Подробнее о Гоппельсредере как о предшественнике Цвета в деле разработки бумажной хроматографии см.: *D. Kritchevsky. Friedrich Goppelsroeder Pioneer of paper chromatography. — J. Chem. Educ., 1956, vol. 36.*

ная. Это случайное наблюдение позволило Н. Мюллеру сделать заключение о неоднородном составе хлорофилла, в действительности включающем несколько пигментов. Цвет знал об этом опыте, и сам наблюдал подобную же картину на фильтровальной бумаге после фильтрации вытяжки хлорофилла. В дальнейшем наблюдение Н. Мюллера повторил и подтвердил в 1884 г. А. Чирх. Вот все те скудные сведения, которые имелись к началу XX в. относительно возможности использования капиллярного метода для изучения растительных пигментов.

Краткое знакомство с основными положениями трудов Рунге, Шенбайна и Гоппельсредера по разработке приемов анализа растворенных смесей позволяет дать наиболее высокую оценку работам последнего. Гоппельсредер является основоположником методов капиллярного анализа и родившегося на его основе капельного анализа (Ф. Файгль, 1937), которые с методом адсорбционной хроматографии имеют очень отдаленное сходство.

Хотя некоторые авторы и считают, что «капиллярный анализ нельзя выделить из хроматографии» (И. М. Хайс, 1962), они имеют в виду прежде всего современные причины и теорию капилляризации. Однако в период создания методы капилляризации и адсорбционной хроматографии существенно отличались друг от друга. Шенбайн и Гоппельсредер не связывали разрабатываемый ими метод с явлением адсорбции, поэтому было бы большой натяжкой проводить аналогию между пониманием капиллярного анализа, которое в него вкладывал Гоппельсредер, и той физико-химической основой, которую усматривал в методе адсорбционной хроматографии Цвет. Кроме того, авторы капиллярного анализа не разработали доступной широкому кругу исследований методики, в результате чего многих, кто пытался использовать его в своей работе, постигала неудача.

Метод хроматографической адсорбции, обоснованный Цветом в 1903 г. как методически, так и теоретически, имел мало сходства с приемами капиллярного анализа. Он предусматривал использование для анализа не фильтровальной бумаги, а специально сконструированной, описанной выше установки: стеклянной трубки, набитой порошкообразным адсорбентом, через который профильтровывалась разделяемая смесь. Метод хроматографии, разработанный Цветом для колонки адсорбента, давал

в руки исследователей надежный прием разделения различного рода смесей на основе всем доступной методики. Существовавший же тогда прием капиллярного анализа на фильтровальной бумаге мог быть использован для той же цели в значительной степени условно, так как не позволял проводить разделение смесей до химически чистых компонентов, а затем отделять их. Правда, Цвет отмечал, что кусок или полосу фильтровальной бумаги можно рассматривать как аналог столбика адсорбента, но сам он этот прием использовал очень мало. Капиллярный анализ позволял лишь констатировать неоднородность изучаемой смеси, примерное число ее компонентов, проводить частичную их очистку и разделение, но не давал возможности получить эти компоненты в чистом виде. Как свидетельствуют Х. С. Коштойнц и К. Ф. Калмыков: «Гоппельсредер... более чем за 40 лет (с 1861 по 1906 г.) своими эмпирическими изысканиями по «капилляризации растворов» не сумел превратить свой капиллярный анализ в способ для действительного разделения веществ»<sup>9</sup>.

Цвет хорошо знал работы Шенбайна, Гоппельсредера и других авторов, использовавших в своих исследованиях капиллярный метод, а также был знаком с описанными выше опытами Кона, Мюллера и Чирха. Начиная с 1906 г. Цвет отмечал необходимость четкого разграничения явлений, лежащих в основе капиллярного и хроматографического анализов. Он подчеркивал, что для первого метода таким определяющим свойством является различная скорость продвижения растворенных веществ по фильтровальной бумаге, т. е. диффузия, а для второго — адсорбция. Исследователь рассматривал капиллярный анализ как частный случай уже известного до того диффузионного метода.

Цвет не случайно многократно обращал внимание на основное отличие капиллярного метода от адсорбционного. После опубликования в 1903 и 1906 гг. сообщений о разработке им нового способа разделения пигментов, который он тогда же назвал адсорбционным, Цвету стало известно, что Гоппельсредер тоже стал именовать свой метод капиллярного анализа адсорбционным, не внося

---

<sup>9</sup> Х. С. Коштойнц, К. Ф. Калмыков. К истории хроматографического метода. — Биохимия, 1951, вып. 5, стр. 479.



в него никаких изменений. Очевидно, немецкий химик руководствовался складывающимся тогда представлением, что в основе капиллярного метода лежит не только диффузия, но и адсорбция. Однако это еще не давало Гоппельсредеру морального права называть разработанный им метод именем, уже данным другому методу.

Такая вольность побудила Цвета остановиться на этом вопросе во второй своей статье об адсорбционном методе, вышедшей в 1906 г. на немецком языке, и заявить, что «капиллярный анализ спиртовых растворов не основан на адсорбции и нужно, чтобы не смешивать различные вещи, термин адсорбционный анализ оставить за разработанной мною методикой». Однако тут же, отдавая должное методу Гоппельсредера, он добавлял: «Этим, само собою разумеется, не умаляется значение капиллярного анализа, так как хроматографический метод применим только к таким веществам, которые растворимы лишь в определенных жидкостях, вроде петролейного эфира, бензола, сероуглерода, четыреххлористого углерода и т. п.»<sup>10</sup>.

Что касается возможности использования этого метода для анализа деления пигментов растений, то еще в своей магистерской диссертации 1901 г. Цвет высказал предположение, что в будущем ученые, вероятно, смогут использовать метод капилляризации для качественного разделения растительных пигментов. Хотя сам Цвет не пользовался при разработке своего метода капиллярным анализом, он неоднократно упоминал о нем в своих работах, полагая, что практическое значение этого метода с большим успехом можно будет выяснить при сравнении с адсорбционным методом. Цвет рассматривал капилляризационный метод как частный прием более общего диффузионного метода, которым наряду с другими четырьмя физическими способами (дробное растворение, дифференциальное растворение, дробное осаждение и «мокрая» возгонка) пользовались в XIX в. для разделения смеси веществ. Из них наименее разработанным для анализа пигментов Цвет считал диффузионный, а следовательно, и капилляризационный метод.

Теории капиллярного анализа Цвет посвятил специальную главу в своей докторской диссертации, уделив

<sup>10</sup> М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ. Избранные работы. М., Изд-во АН СССР, 1946, стр. 53.

особое внимание разбору существующих представлений о механизме капиллярных расслоений, который, по его признанию, был тогда почти невыясненным.

Согласно Шенбайну и первоначальному утверждению Гоппельсредера, в основе капиллярного анализа лежит «капиллярное притяжение», или капиллярные силы бумаги. Позже Гоппельсредер (1906) перенес центр тяжести в этих объяснениях на адсорбцию, очевидно, не без учета мнения такого авторитетного химика, как В. Оствальд (1903), который усматривал природу капилляризации в адсорбционных процессах.

Однако уже в прошлом веке немецкие исследователи Э. Фишер и Э. Шмидмер (1893) высказывали в отношении минеральных соединений, что наблюдаемые при капилляризации смесей расслоения возникают преимущественно в результате неодинаковой скорости диффузии частиц веществ, наносимых на бумагу. Цвет знал работы этих авторов. Он считал точку зрения Фишера и Шмидмера более справедливой, чем объяснения Гоппельсредера и Оствальда, не только для минеральных, но и для органических веществ.

В отличие от Шенбайна, Гоппельсредера, Оствальда и других Цвет усматривал причину капиллярных расслоений не только в одной адсорбции, а в комплексе явлений. Выше мы уже имели возможность ознакомиться с теоретической оценкой, данной Цветом методу капиллярного анализа (стр. 243—246). В этой оценке Цвет четко показал разницу природы явлений, лежащих в основе адсорбционной хроматографии и капиллярного анализа. Кроме того, он обратил внимание и на существенное различие в приемах обработки капиллярно- и хроматограмм.

Известно, что получению чистой хроматограммы предшествует образование нечеткой первичной хроматограммы. В капиллярном же анализе, как показал Цвет, аналогия с хроматографией распространяется только на первую часть хроматографического процесса, а именно, на образование первичной хроматограммы, так как капиллярный анализ не дает возможности по самой своей природе достигнуть полного разделения компонентов исследуемой смеси. Сторонники приоритета Шенбайна и Гоппельсредера в разработке метода хроматографии признавали, что «капиллярный анализ отличается от разделительной хроматографии на бумаге... отсутствием

проявляющего растворителя»<sup>11</sup>, т. е. одного из основных элементов хроматографического приема.

О том же свидетельствовали опыты других исследователей и самого Цвета: его капиллярограммы давали очень неопределенное представление о действительном разнообразии компонентов сложной вытяжки из зеленых листьев. Один из крупнейших специалистов капельного анализа, Файгль подтвердил: «Капиллярное действие бумаги в смысле разделения веществ само по себе не может быть аналитически использовано, но в связи с применением специфических реакций получается ряд заслуживающих большого внимания результатов»<sup>12</sup>. Одновременно другой известный исследователь хроматографии, Э. Ледерер, констатировал, что «этот способ (т. е. метод капиллярного анализа Гоппельсредера. — *Е. С.*) все же никогда не дал значительных результатов»<sup>13</sup>.

В отличие от почти невозпроизводимого в начале XX в. капиллярного метода хроматографический метод Цвета впервые дал науке надежный и безупречный прием разделения пигментов. Все сказанное давало ему право заявить: «Хотя в условиях опытов капилляризации и должны зачастую проявляться явления адсорбции, тем не менее, чтобы не путать методов, совершенно... различных как по существу, так и по результатам, будет уместно сохранить наименование капиллярного анализа за приемами «капилляризации» растворов; под адсорбционным же анализом понимать исключительно методы, выработанные мною»<sup>14</sup>.

Предположение Цвета о возможности дальнейшего развития капиллярного метода наряду с методом хроматографической адсорбции оказалось вполне справедливым.

О характере использования в дальнейшем капиллярного анализа в аналитической химии можно судить по обзорам И. Траубе (1912, 1925), Ф. Графе (1924) и В. Руланда (1924). Что же касается применения капиллярного

---

<sup>11</sup> Р. Блок, Р. Лестранж, Г. Цвейг. Хроматография на бумаге. М., ИЛ, 1954, стр. 21.

<sup>12</sup> Ф. Файгль. Капельный анализ. М., Госхимиздат, 1937, стр. 155—156.

<sup>13</sup> Э. Ледерер. Хроматографическая адсорбция и ее применение. — Журнал общей химии, 1936, т. 6, вып. 4, стр. 499—507.

<sup>14</sup> М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ, стр. 163.

анализа непосредственно в исследованиях пигментов зеленого листа, то они проводились лишь до 30-х годов и принадлежали в основном немецкому химику Г. Килину (1926, 1927). О пределах использования этого метода для данной цели дает представление работа А. Винтерштейна и У. Эренберга (1932). Об отношении к методу капиллярного исследования хлорофилла и других растительных пигментов красноречиво свидетельствует высказывание Цехмейстера: «Хроматографический адсорбционный метод в значительной степени превзошел метод капиллярного анализа, особенно в отношении его применимости для получения препаратов»<sup>15</sup>. Это высказывание Цехмейстера свидетельствует не только о превосходстве первого метода над вторым, но и об отношении к ним как совершенно различным приемам. Превосходство последнего над первым было с несомненностью признано уже в 30-е годы.

В ходе последующего развития химии капиллярный анализ постепенно переродился в капельный анализ — метод обнаружения органических и неорганических веществ при помощи капельных реакций на фильтровальной бумаге. В начале 20-х годов советский химик Н. А. Тананаев (1926, 1954) и немецкий химик Ф. Файгль (1937, 1962) независимо друг от друга применили фильтровальную бумагу, другие пористые материалы для метода капельного анализа и создали его технику для качественных и количественных определений. Другим видоизменением капиллярного анализа явился электрокапиллярный метод, разработанный в начале 30-х годов С. И. Дьячковским (1933).

Хотя в настоящее время многие склонны рассматривать капиллярный анализ как составную часть метода хроматографии на бумаге, однако зарождение отдельных элементов этого вида хроматографии в прошлом веке нельзя отождествлять с открытием хроматографического метода. Можно вполне согласиться с чешским исследователем И. М. Хайсом (1962), что капиллярный анализ прошлого века является лишь отдаленным предвестником хроматографии на бумаге, но не того метода хроматографической адсорбции, который был создан Цветом и получил всеобщее признание.

---

<sup>15</sup> L. Zechmeister. Carotinoide. Berlin, 1934, S. 94.

Теперь остановимся на утверждениях, что авторами адсорбционного метода следует считать англичанина Л. Рида или американца Д. Дея, проводивших в 90-х годах опыты по фильтрованию жидких смесей через различные пористые тела с целью отделения компонентов смесей.

К постановке опытов по фильтрованию жидких смесей через пористые тела Рида побудили эксперименты Гопшельсредера с фильтровальной бумагой, которой широко пользовался и сам Рид. Об этих опытах он писал в 1893 г. следующее: «Что касается других пористых сред, иных, чем фильтровальная бумага, то я получил удовлетворительные результаты как со смесью хромистого калия и эозина, так и со смесью хлористого железа и сульфата меди, используя трубочки, содержащие слегка утрамбованный порошкообразный каолин, на который наливалась жидкость, способная просачиваться вниз. Я надеялся, что этот метод разделения или какая-либо его модификация могут пригодиться для отделения алкалоидов от органических веществ различной природы, имея в виду их последующую идентификацию, но до сих пор я достиг в этом деле весьма малых успехов»<sup>16</sup>.

Это — все, что сообщил Рид о нескольких своих опытах по разделению веществ без участия фильтровальной бумаги. Он описал их попутно в исследованиях, посвященных разделению солей на фильтровальной бумаге, не придав им никакого значения. Лишь в 30-х годах, когда для той же цели стала широко использоваться колоночная адсорбционная хроматография, разработанная Цветом, Файгль (1949, 1950) обнаружил приведенное упоминание Рида о своем опыте, а затем Фаррадейн без особого обоснования назвал Рида первооткрывателем хроматографического анализа на адсорбционной колонке. Даже у Уэйла и Уильямса сообщение Фаррадейна вызвало недоумение: «Описания колонок Ридом кратки, — пишут они, — и заставляют сомневаться, действительно ли он применял истинную хроматографию или только адсорбционную фильтрацию»<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> Цит. по: *J. Farradane. History of chromatography. — Nature, 1951, vol. 167, p. 120.*

<sup>17</sup> *H. Weil and T. I. Williams. Early History of Chromatography. — Nature, 1951, vol. 167, p. 906.*

Такой отзыв Уэйла и Уильямса понятен: ведь Фаррадейн утверждал, что Рид на три года раньше предвосхитил прием Дея, который знал о работе Рида и которого тем не менее Уэйл и Уильямс считали автором метода хроматографической адсорбции. Однако оценка работ Рида Уэйлом и Уильямсом вполне справедлива. Действительно, нельзя всерьез говорить об открытии нового метода на основании постановки лишь нескольких, по словам самого экспериментатора, безуспешных опытов, которыми никто не придал никакого значения.

Но может быть состоятельно утверждение Уэйла и Уильямса приоритета Дея в открытии колоночной хроматографии? В 1897 г. Дей произвел фильтрацию нефти через колонку известняка и наблюдал ее изменение: первые продукты фильтрации были легче и светлее последующих, а поэтому Уэйл и Уильямс заявили, что Дей впервые выдвинул теорию фильтрации природной нефти. Заметим, однако, что в своей первой работе «Соображение о происхождении Пенсильванской нефти» Дей никак не связывал очищение нефти не только с адсорбцией, но даже с фильтрацией, о чем свидетельствовали тогда же другие исследователи нефти. Так, в начале нашего века отмечалось, что «в первом своем опубликовании Дей изменение состава нефти приписывал не фильтрации, а воздействию на нефть солей хлористого алюминия и лишь впоследствии остановился на теперь общераспространенном толковании»<sup>18</sup>.

25 августа 1900 г. от имени Дея на Международном нефтяном конгрессе в Париже был сделан доклад о возможности разделения нефти на фракции путем ее фильтрования через колонку из фуллеровой земли. Текст доклада не был опубликован и не сохранился, но о его содержании можно судить по тезисам конгресса и свидетельству его участников Е. Альбрехта и К. Энглера (1900), повторивших опыт Дея сразу же после сообщения.

Пропуская нефть с удельным весом 0,7929 через колонку пористой фуллеровой земли высотой 80—90 см, Альбрехт и Энглер вначале получали бесцветный фильтрат с удельным весом 0,7812, а затем — все более окра-

---

<sup>18</sup> В. Ф. Герр. Письмо С. К. Квитке. — Труды Бакинского отделения русского техн. об-ва, 1912, т. 24, вып. 3—4, стр. 50.

шенный с возрастающими удельными весами до 0,7962.

Уэйл и Уильямс утверждают, что Альбрехт и Энглер, повторявшие в 1900 г. опыт Дея, якобы дали впервые описание «жидкой хроматограммы», опередив на 35 лет В. Кошара. «Жидкой хроматограммой» в настоящее время называют такой прием, когда предварительно полученную хроматограмму разделяют путем продолжительного промывания растворителями. Ничего подобного в опытах Дея, Альбрехта и Энглера не было, не говоря уже о самом названии «хроматограмма», впервые предложенном Цветом в 1906 г.

Все изложенное противоречит утверждению Уэйла и Уильямса о приоритете Дея в открытии хроматографии. За Дея можно было бы признать первенство в использовании фильтрации природной нефти для получения различных ее сортов. Однако в 1908 г. Герр заявил, что такое мнение ошибочно, так как еще до Дея, в 1900 г., аналогичное предложение сделал бакинский инженер С. К. Квитка.

Изучив происхождение светлой нефти на Апшероне, Квитка предложил очищать ее от темных примесей с помощью фильтрации через песок, размельченный ракушечник и другие пористые среды, а уже после этого перевозить к месту переработки. При таком приеме очистки нефти первые порции фильтрата были бесцветны, а последующие с желтой окраской. Квитка дал также теоретическое объяснение процесса фильтрации нефти с учетом формул капиллярности. Летом 1900 г. на заседании Технического комитета в Петербурге Квитка доложил о своих опытах по фильтрованию нефти через пористые среды. Доклад его вызвал различные суждения у членов комитета, но после положительного отзыва Д. И. Менделеева, уделявшего немалое внимание изучению капиллярности, Квитка 17 июня 1900 г. получил свидетельство за № 135 на предложение очистки нефти. К сожалению, доклад этот был полностью опубликован по настоянию Герра лишь в 1910 г., а в 1900 г. о предложении Квитка кратко сообщил только Э. М. Розен (1901) в докладе о нефте-разработках Кавказа на заседании Московского отделения Русского технического общества.

По мнению Герра, «работы проф. Дея ничего нового в эту область не внесли, а самый принцип обесцвечивания нефтей был ранее высказан С. К. Квиткой... Квитка

был первым, верно взглянувшим на сущность разбираемого вопроса»<sup>19</sup>, так как даже в исследованиях 1910 г. Дей и его коллеги (Дей Д., Гильпин Д. Е., Грам М. П., 1911) рассматривали свой способ фракционирования нефти не как адсорбционный, а как «капиллярную диффузию», основывающуюся на физических свойствах фильтрующейся жидкости. В то время Цвет уже разработал теорию адсорбционных явлений и метод хроматографии.

В 1912 г. русский исследователь Л. Г. Гурвич (1912) на основе обширных опытов подверг критике представление Дея о капиллярной диффузии и доказал значение адсорбционных процессов при фракционировании нефти с помощью пористых сред.

Впервые о работах американского инженера напомнил Цехмейстер и проанализировал их. «Эти опыты, — заключил он, — проводимые на основе соображений, совершенно отличающихся от соображений Цвета, вполне могли бы при благоприятных условиях развиваться в систему хроматографии»<sup>20</sup>. На это мнение Уэйл и Уильямс заметили, что Цехмейстер в своей оценке «недостаточно справедлив, так как Дей близко подошел к хроматографии»<sup>21</sup>. Однако вряд ли кто станет возражать против того, что «быть близко» еще не означает «быть на должном месте». Тем не менее в следующем году Уэйл выступил со специальной статьей в журнале «Нефть» со следующим заявлением: «Принято считать, что хроматография открыта русским ботаником М. С. Цветом в 1906 г. Теперь этот приоритет пересмотрен, о чем свидетельствует данная статья»<sup>22</sup>. Автор приурочил ее к полудекадовому юбилею открытия хроматографии, связываемого с докладом Дея в 1900 г. Заметим, кстати, что Уэйл был знаком с работами Ракузина и Герра, сообщавших об открытии фракционирования нефти бакинским инженером Квиткой раньше Дея. Дей тоже знал об этом, о чем

<sup>19</sup> В. Ф. Герр. Фильтрование Бакинских нефтей через фуллерову землю. — Труды Бакинского отделения Русского техн. об-ва, 1908, т. 22, вып. 3—4, стр. 48.

<sup>20</sup> L. Zechmeister. History, scope, and methods of chromatography. — Ann. New York Acad. Sci., 1948, vol. 49, p. 147.

<sup>21</sup> H. Weil and T. I. Williams. History of Chromatography. — Nature, 1950, vol. 166, p. 1000.

<sup>22</sup> H. Weil. Industrial Petroleum Chromatography. — Petroleum, 1951, vol. 14, N 1, p. 7.



Уэйл ни словом не обмолвился в своей обстоятельной статье.

Уэйл и Уильямс полагают, что Цвет, широко пользовавшийся английской, немецкой, французской и русской литературой, был знаком с работами Рида, Дея и других ученых, но, будучи по специальности ботаником и работая на ботаническом материале, не упоминал исследований химиков. Давать же объяснения по этому поводу ему якобы не было нужды, так как его работа не привлекала к себе внимания. Правда, уже в статье следующего года Уэйл и Уильямс допускают, что опыты Цвета могли проводиться независимо от предшествовавших исследований и явились как бы «более поздними отпрысками от одних и тех же корней»<sup>23</sup>. Однако это не помешало и Фаррадейну (1951) заподозрить Цвета в сокрытии факта знакомства с работой Рида.

В связи с такого рода высказываниями Уэйла, Уильямса и Фаррадейна следует отметить, что Цвет отличался исключительной добросовестностью в отношении использования научной литературы. Обе его диссертации показывают, сколь тщательно изучал он все, чем располагала наука о химии растительных пигментов и методах их изучения. При этом Цвета интересовал также ряд смежных проблем, в частности природа адсорбционных процессов в трудах его предшественников с древнейших времен. Стремясь работать с первоисточниками, он использовал их критически, особо оговаривая те положения, с которыми не был согласен. Так, ссылаясь на высказывание Р. Захсе (1888) о том, что еще Аристотелю были известны поглотительные свойства почвы, Цвет заметил: «Мнение это, не подкрепленное цитатою, представляется мне основанным на неправильном толковании Стагирита (Аристотеля. — *Е. С.*)»<sup>24</sup>. Цитируя непосредственно самого Аристотеля, Цвет показывает некоторую произвольность толкования его высказываний Захсе и утверждает, что первым исследователем адсорбции следует считать не Аристотеля, а Ловица.

В больших списках использованной им литературы, действительно, значатся работы многих зарубежных авторов, и в том числе Рунге, Шенбайна, Гоппельсредера

<sup>23</sup> *H. Weil and T. I. Williams. Early History...*, p. 907.

<sup>24</sup> *М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ*, стр. 82.

и др. Однако никаких ссылок или упоминаний имен Рида и Дея в его трудах нет. Нельзя допустить, что Цвет сделал это умышленно из нежелания отметить предшественников, пользовавшихся для разделения смесей приемом фильтрации через колонку сорбента. Достаточно вспомнить его отношение к забытым работам Сорби о составе хлорофилла, на которые Цвет многократно ссылался и из-за которых даже вступил в полемику с Мархлевским, доказывая приоритет Сорби на открытие сложного состава хлорофилла листьев. Очевидно, работы Рида и Дея, как и публикации Квитка и Герра, прошли мимо него, так как имели отдаленное отношение к предмету его исследований и остались ему неизвестны. Что касается работ Рунге, Шенбайна, Гоппельсредера, Фреми, Готье и всех других, кто пользовался приемами, хоть отдаленно напоминавшими приемы самого Цвета, то он в большинстве случаев не только описывал или ссылался на них, но и высказывал свое мнение.

Однако если бы Цвет даже и знал работы Рида и Дея, то это не могло бы освободить его от необходимости разрабатывать свой метод хроматографической адсорбции. Отдаленного сходства приемов, предложенных Ридом и Деем, с приемом, разработанным Цветом, недостаточно, чтобы утверждать приоритет первых исследователей в создании нового метода, имевшегося в их работах лишь в зачатке, как это делают Уэйл, Уильямс, Фаррадейн и некоторые другие.

Любой подлинно научный метод можно считать созданным лишь тогда, когда он стал действенным орудием исследования в руках не только самого автора, но и каждого, начавшего использовать этот метод и не в узких рамках какого-то одного или нескольких объектов, а в более широком плане, чем его использовал сам автор. Еще более убедительным факт создания нового метода становится тогда, когда автору удается разработать не только методические, но и теоретические основы его. Примером тому может служить метод спектрального анализа, созданный Р. Бунзеном и Г. Кирхгофом в 1859 г., т. е. тогда, когда изучение спектров поглощения различных веществ было уже довольно распространенным явлением, но общего метода и его теории не существовало.

В свете данного положения любые попытки считать первооткрывателем хроматографического метода не Цвета,

а его предшественников оказываются несостоятельными. Ведь несколько опытов Рида остались неизвестными его современникам, да и сам он не придал им никакого значения. Что касается предложения Дея, а точнее Квитки, выдвинувшего его еще раньше, то в основе этого предложения лежал принцип фильтрации, а не хроматографии и касалось оно фракционирования нефти, не дававшего возможности использовать этот прием для очищения и разделения каких-либо других веществ и смесей. Не стал достоянием широкого круга исследователей и метод капиллярного анализа Гоппельсредера, существенно отличавшийся по своим приемам от хроматографической адсорбции Цвета, в чем мы могли убедиться выше. Метод Цвета был разработан на основе многолетних опытов по разностороннему изучению особенностей адсорбции различных веществ и сопутствующих ей явлений. Этот метод не нуждался в сложных приборах, был прост и надежен в использовании, что делало его доступным для широкого круга исследователей не только растительных пигментов, но и других многочисленных соединений как органических, так и неорганических. Кроме того, Цвет не только разработал технику адсорбционного анализа и его терминологию, но и ряд теоретических положений, в частности законы хроматографической адсорбции. В такой сложной работе у Цвета по существу не было предшественников. Это вынуждены признать даже многие зарубежные исследователи. Так, Файгль писал: «Эффекты, использованные Шенбайном и Гоппельсредером, получают также и с другими веществами, которые позволяют осуществлять как капиллярную миграцию, так и адсорбцию растворенных веществ. Этот факт впервые был оценен должным образом М. Цветом, чьи исследования адсорбции на колонке, хотя их много лет не замечали, сделали его основателем хроматографии»<sup>25</sup>. С мнением Файгля согласуются также высказывания Цехмейстера (1946, 1948), Робинсона (1959, 1960) и др. К бесспорному выводу о том, что именно Цвет является автором действенного метода хроматографического анализа, приходит каждый, кто внимательно ознакомится со всеми его работами по хромато-

---

<sup>25</sup> *F. Feigl. Chemistry of specific, selective and sensitive reactions. — Research, 1950, N 3, p. 554.*

графии и прежде всего с русскими публикациями 1903 и 1910 гг.

Именно это обстоятельство помогло Уэйлу дать в дальнейшем более объективную оценку роли Цвета в открытии хроматографии. Он первым отметил необходимость перевода русской работы Цвета 1903 г. на западноевропейские языки. По его инициативе в ФРГ появилась на немецком и английском языках небольшая книжечка «Первая статья по хроматографии Михаила Цвета» (1954), комментированная Хессе и Уэйлом.

Детальное знакомство с этой работой Цвета позволило Уэйлу глубже понять роль ее автора в создании хроматографического метода и более высоко оценить его значение в истории хроматографии, о чем свидетельствует название одной из статей Уэйла «История хроматографии до Михаила Цвета» (1954). Уэйл одним из первых стал ссылаться на работу Цвета 1903 г., способствуя тем самым утверждению в зарубежной литературе правильной даты открытия адсорбционного метода.

Однако, несмотря на появление в немецком и английском переводах первой статьи Цвета по хроматографии, до сих пор очень немногие зарубежные авторы цитируют ее. Большинство по-прежнему связывают начало публикаций Цвета по данному вопросу с 1906 г. Такое пренебрежение к фактам особенно нетерпимо в работах по истории хроматографии. А оно, к сожалению, еще имеет место. Так, американский химик С. Хайнес (1969) в статье о трех первооткрывателях хроматографии называет в их числе имена Рунге, Шенбайна и Рида, лишь вскользь упомянув однажды работы Цвета 1906 г.

Именно такая незаслуженная оценка некоторыми исследователями роли Цвета в создании метода хроматографического анализа даже в тот год, когда в Италии проводился симпозиум, посвященный 50-летию со дня смерти Цвета, побудила нас проанализировать работы Рунге, Шенбайна, Гоппельсредера, Рида и Дея и дать им должную оценку. Этот анализ позволяет убедиться в том, что идея использования явления адсорбции для очищения и разделения различных веществ существовала еще в XVIII веке со времен Ловица. Однако и в XIX в. ни Рунге и Гоппельсредер, пользовавшиеся приемом, сходным с методом хроматографии на бумаге, ни Рид и Дей, использовавшие для очищения веществ фильтра-

цию через слои сорбентов, не сумели реализовать эту идею в деле создания действенного метода, доступного всем исследователям. В связи с этим невольно вспомнятся убедительные слова известного русского химика Д. И. Менделеева: «Наука есть достояние общее, а потому справедливость требует не тому отдать наибольшую научную славу, кто первый высказал известную истину, а тому, кто умел убедить в ней других, показал ее достоверность, и сделал ее применимою в науке. Научные открытия редко делаются сразу, обыкновенно первые провозвестники не успевают убедить в истине найденного, время вызывает действительного творца, обладающего всеми средствами для проведения истины во всеобщее сознание; однако не должно забывать, что он может являться только благодаря труду многих и накопившейся сумме данных. Таков Лавуазье, таковы и все другие великие носители истины»<sup>26</sup>, к которым, можем добавить мы, с полным правом следует отнести и Цвета. Даже полувековые труды Гоппельсредера по разработке метода капиллярного анализа не могли существенно продвинуть вперед решение проблемы создания физического метода разделения смесей. Эта проблема была решена не только методически, но и теоретически благодаря исследованиям Цвета, позволившим со временем революционизировать аналитическую химию и даже химическую технологию.

### Развитие идей М. С. Цвета в современной хроматографии

Историческое деяние бывает закончено не тогда, когда оно свершилось, а лишь после того, как оно становится достоянием потомков.

С. Цвейг

В 30-е годы хроматографический метод получил заслуженное признание, знаменовавшее начало интенсивного использования и совершенствования его в разных областях науки, техники и хозяйства. Авторы первого

---

<sup>26</sup> Д. И. Менделеев. Сочинения. Т. 24. Л.—М., Изд-во АН СССР, 1954, стр. 97.

руководства по хроматографии Цехмейстер и Чолноки писали в его предисловии: «Гениальным русским ботаником профессором М. Цветом был создан *хроматографический адсорбционный метод*, который позволил осуществить разделение и фиксирование составных частей смеси и который находится теперь в начале блестящего развития; этот метод дает исследователям простой экспериментальный прием, используемый прежде всего в области прикладной органической химии, биохимии и физиологии»<sup>1</sup>. Справедливость этих слов подтвердилась в ближайшие же годы. В предисловии к изданию руководства Цехмейстера и Чолноки на английском языке член Лондонского королевского общества И. Хейльброн высказал уверенность в том, что «замечательная техника (т. е. хроматографическая адсорбция. — *E. C.*), которая имеет неопенимые заслуги в различных областях органической и биологической химии, будет еще сильнее внедряться в исследования»<sup>2</sup>.

Теперь метод адсорбционной хроматографии нередко называют классическим потому, что он был первоначальной формой хроматографии, тщательно изученной и широко использованной в различных лабораториях.

В своих работах, связанных с разделением растительных пигментов, Цвет указывал на возможность использования адсорбционного метода для очистки от примесей не только окрашенных, но и бесцветных веществ. В середине 30-х годов этот прием использовали Хейльброн, Винтерштейн, Штейн и Каррер для очистки витамина А, провитамина D и других бесцветных соединений. Тогда же японский ученый В. Кошара (1936) начал работать с новым видом хроматограммы — с жидкой хроматограммой. Он последовательно вымывал адсорбированные на колонке компоненты смеси чистым растворителем и собирал в виде отдельных порций, вытекающих из колонки. В каждой из них Кошара определял природу и количество вещества. Так это делают и теперь.

Как свидетельствуют некоторые авторы, и в частности Ф. М. Шемякин, Э. С. Мицеловский и Д. В. Романов

<sup>1</sup> *L. Zechmeister und L. Chohnoky. Die chromatographische Adsorptionsmethode. Wien, 1938, 2 Aufl., S. III.*

<sup>2</sup> *I. M. Heilbron. Foreword to the english edition. — In: L. Zechmeister and L. Chohnoky. Principles and practice of chromatography. London, 1943, p. VII.*

(1955), техника современной адсорбционной хроматографии в своей принципиальной основе мало изменилась со времени работ Цвета. Усовершенствования коснулись в основном способов наблюдения за ходом процесса хроматографирования. Для облегчения визуального обнаружения зон разделения бесцветных веществ в хроматографическую колонку стали вводить реагенты, образующие с компонентами смеси окрашенные соединения, или освещать эти колонки ультрафиолетовым светом. Теперь о ходе процесса судят по показателю преломления, плотности, окраске, электропроводности, pH и другим свойствам элюата, для регистрации которых создан ряд приборов. В последние годы широкое распространение получил радиохроматографический метод, основанный на регистрации хроматографического распределения веществ с помощью метода радиоактивных индикаторов. Его важнейшее преимущество — возможность проследивать за движением и распределением веществ не только на выходе колонки, но и непосредственно в ней. В связи с большой продолжительностью некоторых опытов разработаны приборы для автоматического отбора проб. Значительная продолжительность времени разделения смеси — существенный недостаток жидкостной адсорбционной хроматографии. Предпринимаются попытки ускорить этот процесс путем использования подвижной фазы под высоким давлением, т. е. тем же способом, которым пользовался еще Цвет.

Совершенствовались не только приемы адсорбционной хроматографии, но и ее теории. В конце 30-х годов Г. Брокман (1940) произвел стандартизацию известных к тому времени адсорбентов и ввел понятие о степенях их активности. В начале 40-х годов В. Траппе (1941) впервые развил представление об элюотропном ряде растворителей (от петролейного эфира до воды) в порядке увеличения их полярности. Это позволило более осмысленно пользоваться растворителями, учитывая их элюирующую, т. е. вытеснительную, вымывающую способность. Теоретические исследования ставили перед собой в основном две задачи: изучить природу хроматографических процессов и установить управляющие ими качественные и количественные закономерности. В решении обеих задач исследователи опирались прежде всего на основополагающие теоретические положения Цвета,

Несмотря на то что он разрабатывал преимущественно вопросы теории молекулярной адсорбционной хроматографии, некоторые из установленных им положений имеют значение также и для других видов хроматографического анализа. Так, например, открытый Цветом закон адсорбционного замещения относится в равной мере как к молекулярной, так и к ионообменной хроматографии. С обзором различных современных хроматографических теорий можно ознакомиться в сводках А. Литлвуда (1962) и В. В. Рачинского (1964), Г. Гиошона и Л. Жакоба (1971). Из них Рачинский наиболее обстоятельно описывает заслуги не только зарубежных, но и отечественных исследователей Н. А. Шилова, М. М. Дубинина, Е. Н. Гапона, А. А. Жуховицкого, О. М. Тодеса и др.

Заслуга Цвета перед наукой не исчерпывается открытием описанного метода адсорбционного хроматографического анализа; он сумел правильно предвидеть и перспективы его развития. Так, в классическом адсорбционном методе разделение смеси основывается на различиях в адсорбируемости составляющих ее веществ, но Цвет писал также о возможности разделения веществ в динамических условиях, на основе иных явлений. Действительно, в конце 30-х—начале 40-х годов стали усиленно разрабатываться новые варианты хроматографии, в которых для разделения и очистки веществ при помощи хроматографических колонок использовались такие физико-химические явления, как ионный обмен, распределение между несмешивающимися жидкими фазами и др. В результате использования сорбционных и других механизмов процесса в те годы стали создаваться наряду с адсорбционной хроматографией и такие виды хроматографии, как ионообменная, распределительная, тонкослойная и др. Открытие каждого нового вида хроматографии знаменовало собой вступление в более прогрессивный этап ее развития.

В начале 40-х годов стала разрабатываться ионообменная хроматография, развившаяся в дальнейшем в самостоятельное направление хроматографии, основанное на различной способности к обмену ионов между веществом колонки и раствором. Еще в 1910 г. Цвет отмечал, что «при работе с водными растворами выбор адсорбента крайне ограничен, так как адсорбент должен быть практически нерастворим в среде адсорбции. При адсорбции



из водных растворов должно проявляться зачастую то, что Михаэлис и Эренрейх называют электрохимической адсорбцией и что в сущности это не что иное, как химическое соединение»<sup>3</sup>. Однако лишь в 1937—1940 гг. Г. Шваб с сотрудниками провели первые систематические исследования по разделению ионов. Для разделения катионов они применили окись алюминия, стандартизованную по Брокману, а для разделения анионов — ту же окись алюминия, но промытую азотной кислотой (анионообменную окись алюминия).

В 1929—1930 гг. Н. А. Шилов в сотрудничестве с К. В. Чмутовым и Е. Шатуновской предложил использовать в качестве адсорбентов уголь с его поверхностными окислами. Так появились прототипы ионообменных сорбентов.

В последующие годы стали производить специальные унифицированные ионообменные сорбенты, в числе которых чаще всего использовали синтетические ионообменные смолы. Большая заслуга в развитии ионообменной хроматографии принадлежит советскому ученому Е. Н. Гапону, который с середины 30-х годов начал вести последовательную работу по изучению свойств ионообменников и теории этого вида хроматографии (Рачинский В. В., Гапон Т. Б., 1953).

Использование ионообменных колонок позволило провести большую серию работ в аналитической химии, в частности по разделению аминокислот. Особенно широко применяется ионообменная хроматография в области техники. С ее помощью очищают воду для питания котлов, работают установки по обессоливанию воды для атомных реакторов, опресняют сильно засоленные подземные воды, деминерализуют воду в химической промышленности, очищают и обесцвечивают сахарорафинадные сиропы и другие продукты пищевой промышленности, очищают от примесей различные препараты и реактивы в химической и химико-фармацевтической промышленности, извлекают медь из рабочих вод в процессе производства искусственного шелка и т. д.

В еще большей степени расширилась сфера использования хроматографии после открытия в 1941 г. распреде-

---

<sup>3</sup> М. С. Цвет. Хромофиллы в растительном и животном мире. Варшава, 1910, стр. 113.

лительной или жидкостной хроматографии американскими химиками А. Мартином и Р. Сингом<sup>4</sup>, которые с успехом использовали ее для разделения ацетилированных аминокислот. Сущность нового приема заключалась в том, что разделение веществ при распределительной хроматографии обуславливается различиями в коэффициентах распределения хроматографируемых веществ между двумя несмешивающимися жидкими фазами-растворителями. Возможность использования распределительного процесса в хроматографическом анализе отчасти предусмотрел еще Цвет, предложив один из основных методических приемов распределительной хроматографии — промывание хроматограмм чистым растворителем.

В приборе Мартина и Синга исследуемые вещества распределяются между двумя жидкостями — неподвижной и подвижной: первая из них — вода — пропитывает силикагель, инертный порошкообразный или пористый адсорбент колонки, а вторая непрерывно проходит через нее. Мартин и Синг развили теоретические принципы нового хроматографического метода. На основании изучения форм изотерм исследователи показали, как можно создать систему жидкость—жидкость и управлять ею.

В 1944 г. Р. Консен, А. Гордон и А. Мартин обнаружили, что четкие распределительные хроматограммы аминокислот получаются, если в качестве носителя используется не колонка с порошкообразным веществом, удерживающим на своей поверхности одну из жидких фаз, а фильтровальная бумага. Каплю анализируемого раствора смеси веществ наносили на полоску фильтровальной бумаги, конец которой опускали в ванночку, содержащую смесь растворителей. При медленном продвижении растворителя через поры бумаги отдельные вещества двигаются с различной скоростью, благодаря чему и происходит разделение смеси. После соответствующей обработки четко выявляется расположение отдельных компонентов разделяемой смеси на бумажной полоске.

Мартин с сотрудниками предложили использовать распределительную хроматографию не только для очистки

<sup>4</sup> Согласно разъяснению, сделанному Сингом в 1957 г. в Москве на Международном симпозиуме о возникновении жизни на Земле, его старинную шотландскую фамилию следует писать по-русски не «Синдж», как это делается и до сих пор, а «Синг».

и разделения веществ, но и для их идентификации. Для этой цели они ввели в хроматографию понятие об  $R_f$  (от слов Rate fraction — скорость разделения) — отношение скорости движения зоны вещества на бумаге к скорости движения фронта растворителя. Хотя коэффициент  $R_f$  не строго постоянен для каждого вещества (он несколько изменяется от качества бумаги, температуры опыта и других причин), тем не менее по его величине и характеру подвижности можно идентифицировать неизвестные вещества исследуемой смеси.

Так появилась и получила широкое применение в биохимии распределительная хроматография на бумаге. Она стала важным методом микроанализа в области биохимических исследований. При помощи хроматографии на бумаге производится эффективный качественный анализ аминокислот, пептидов, нуклеиновых кислот и их составных частей, органических кислот, антибиотиков, витаминов, гормонов, углеводов и неорганических соединений. За разработку метода и теории бумажной хроматографии, а также за создание прибора, автоматически совершающего ряд операций этого метода, и замечательные данные, полученные при его помощи, Мартину и Сингу в 1952 г. была присуждена Нобелевская премия.

Недостаток метода распределительной хроматографии на бумаге — невозможность точного количественного анализа разделяемых компонентов смеси. В настоящее время этот метод не потерял своего первоначального назначения, однако он используется в меньшей степени, чем в 50-х—начале 60-х годов. Открытые разновидности хроматографии позволили осуществить тонкий анализ не только качественного, но и количественного состава смесей.

В 1948 г. Е. Н. Гапон с сотрудниками сформулировали основы осадочно-хроматографического разделения веществ, и в число новых видов хроматографии была включена осадочная. Согласно Гапону, образование осадочных хроматограмм не связано с адсорбционным механизмом и может быть вызвано самыми разнообразными причинами. Еще при анализе капилляризационных хроматограмм Гоппельсредера Цвет обращал внимание на отличие адсорбционных хроматограмм от неадсорбционных, возникших вследствие различной скорости диффузии, коагуляции, адсорбций, изменения растворимости и дру-

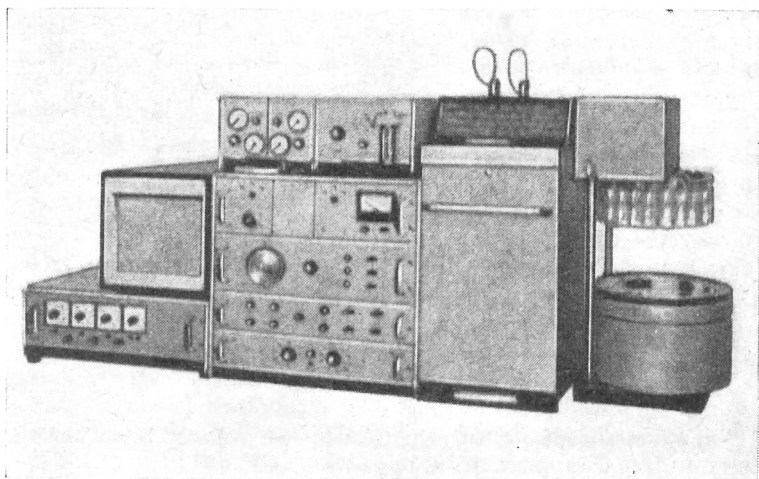
гих причин. В одних случаях полоска фильтровальной бумаги была аналогом столба адсорбента при адсорбционном анализе и образовывалась адсорбционная хроматограмма. В ряде же случаев, например при капилляризации во влажном воздухе спиртовых хлорофилловых экстрактов, по мнению В. В. Рачинского и Т. Б. Гапон (1953), Цвет имел дело с осадочной хроматограммой. К последним они относили и хроматограммы, образующиеся при капельном анализе в работах Тананаева и Файгля. С 1953 г. теория и практика осадочной хроматографии разрабатывались преимущественно в трудах отечественных исследователей — Чмутова, Олышановой, Рачинского, Лурье, Шемякина, Алесковского и других. Однако еще многое предстоит сделать по изучению и внедрению в практику этого вида хроматографии (см. Олышанова К. М., 1972).

Существенным этапом в развитии современной хроматографии явилось создание в 1952 г. А. Мартином совместно с Э. Джеймсом газожидкостной хроматографии. В 1941 г. Мартин отмечал, что в распределительной системе жидкость — жидкость подвижная ее часть может быть заменена газом и новая система газ—жидкость может оказаться еще лучше, так как разделение в ней смеси будет идти быстрее и четче, а измерения легче автоматизировать. Однако предположение о создании элюционной газо-жидкостной хроматографии в течение десяти лет не привлекло к себе должного внимания даже исследователей, разрабатывавших в этот период фронтальную и вытеснительную газовую хроматографию<sup>5</sup>.

Джеймс и Мартин (1952) использовали инертный пористый носитель (кизельгур) с нанесенной на него органической жидкостью (парафиновое масло в смеси со стеариновой кислотой), имеющей высокую точку кипения. Это позволило существенно ускорить десорбцию веществ с высокой температурой кипения и разделять их

---

<sup>5</sup> Фронтальный анализ был предложен А. Тизелиусом, который в 1940 г. выдвинул идею применения непрерывного потока анализируемой пробы в качестве вытеснителя, когда каждое растворенное вещество достигает своего адсорбционного равновесия. Вытеснительный метод анализа — регулируемое удаление адсорбированных веществ с поверхности адсорбента более сильно адсорбируемым веществом или каким-либо другим приемом — обстоятельно разработал в 1946 г. С. Классон.



*Современный газохроматограф*

более полно, что существенно расширило возможности применения хроматографии на практике. Используя в качестве газа-носителя азот, Джеймс и Мартин с помощью нового метода сумели разделить летучие жирные кислоты. С этих экспериментов начался период бурного развития элюционной газовой хроматографии.

При газожидкостной хроматографии колонка заполняется твердым пористым или сыпучим телом (кизельгур, измельченное стекло, размолотый огнеупорный кирпич и т. д.), на поверхность которого наносится неподвижная жидкая фаза, а в колонку через дозирующее устройство вводится небольшое количество анализируемой смеси, увлекаемой током газа-носителя (водород, аргон, гелий, азот и др.). В результате анализируемая смесь распределяется между газом и жидкостью колонки, образуя в ней отдельные зоны, содержащие чистые компоненты. Эти компоненты передвигаются в порядке их распределения вдоль колонки и, появляясь на ее выходе, регистрируются особыми приборами — детекторами. В лабораторной же практике поступают и таким образом: набирают пробу в микрошприц и каплю анализируемой жидкости вводят в трубку прибора иглой, проколов резиновую

мембрану. Вскоре после этого перо стоящего рядом самописца начинает вычерчивать на ленте пики. Учитывая время у вершин пиков, характерное для каждого вещества, и их величину, определяют качество и количество веществ в смеси.

В последние годы разработаны еще более эффективные капиллярные колонки, твердые носители, неподвижные жидкие фазы, ряд весьма чувствительных детекторов, термостаты с программированием температуры, и интеграторы, позволяющие проводить анализы сложных, в том числе и высококипящих соединений с большой четкостью разделения, с высокой точностью и чувствительностью определений. С успехами совершенствования газожидкостной хроматографии знакомит обстоятельная монография С. Д. Ногаре и Р. С. Джувета (1966).

Таким образом, открытый Цветом прием промывания колонки растворителями вызвал к жизни метод элюирования и вытеснительного метода, а затем был положен в основу газовой хроматографии. В соответствии с характером подвижных фаз при хроматографическом разделении теперь различают газожидкостный, газоадсорбционный, жидкостноадсорбционный и жидкость-жидкостный варианты хроматографии. Из них наиболее старая — жидкостная адсорбция, разработанная Цветом, и наиболее молодая — газожидкостная хроматография, с помощью которой в настоящее время осуществляется основная часть хроматографических разделений.

Газожидкостная хроматография позволяет разделять все вещества с молекулярным весом ниже 800—1000, к числу которых относится большинство аминокислот и других важнейших биологических соединений. Поэтому ею широко пользуются в биохимических, медицинских и биологических исследованиях: для анализа содержания кислорода и спирта в крови, состава продуктов жизнедеятельности организма, для точного определения компонентов питательных и вкусовых веществ овощей, фруктов, молока, чая, кофе. В органической химии этим методом определяют углеводороды и различные соединения кислорода, азота, бора, фосфора, мышьяка и других элементов. Он с успехом применяется также в других областях химии и техники. Получив широкое развитие как аналитический метод, газожидкостная хроматография используется для контроля многочисленных технологических процессов.

Особенно широко этот метод используется в нефтеперерабатывающей промышленности и в химии нефти, а также при каталитическом синтезе, очистке природных газов, анализе дымовых и отходящих газов, контроле работы теплосиловых установок и многих других процессах. Газо-жидкостная хроматография обладает самой высокой эффективностью по сравнению с предшествующими видами хроматографии, так как величина вводимой для анализа пробы может быть очень мала (порядка микрограммов), а активная поверхность жидкой фазы на более удлиненной колонке велика. Кроме того, этот вид хроматографии легко поддается автоматизации: специальные детекторы помогают идентифицировать на выходе колонки природу хроматографированных газообразных компонентов.

В последние годы созданы автоматически действующие газовые хроматографы. Они установлены в кабинах космических кораблей для определения состава атмосферы, некоторые из них были доставлены на Луну. Аналитическая установка автоматически забирала пробы грунта и лунных пород, анализировала их и результаты анализа передавала на Землю. Предложен даже хроматограф, предназначенный специально для анализа марсианской атмосферы. Несомненно, что и впредь газовая хроматография будет находить все более широкое применение в самых различных областях науки, производства и народного хозяйства. Однако и этот простой вид хроматографии имеет свои слабые места. Так как компоненты разделяемой смеси переносятся через газовую фазу, область применения газовой хроматографии ограничена соединениями, летучими при температуре разделения. Если же эти компоненты недостаточно летучи, то время разделения становится очень большим, а их содержание в элюирующем газе-носителе — слишком низким. Повысить летучесть разделяемых соединений можно путем увеличения температуры разделения, но такой прием ограничен термостойкостью разделяемого компонента, а в газо-жидкостной хроматографии — термостойкостью стационарной жидкой фазы.

В начале 50-х годов советские химики А. А. Жуховицкий и Н. М. Туркельтауб (1951, 1953) предложили хроматермографический метод анализа газов, основанный на сочетании термической десорбции и проявительного хроматографического анализа. Используя метод Цвета

для разделения различного рода смесей, исследователи убедились в невозможности применения его для разделения таких смесей, которые состоят из хорошо и плохо сорбируемых компонентов, как, например, смесь легких и тяжелых углеводородов. Для подобных смесей уже предлагались способы вытеснительной и термической хроматографии, но при их использовании сводилось к минимуму основное преимущество метода Цвета — четкое разграничение полос адсорбированных веществ. Предложенный Жуховицким и Туркельтаубом прием устранил этот недостаток. Он заключался в одновременном передвижении электрической печи и пропускании тока «растворителя» вдоль слоя, на передней части которого находится разделяемая смесь. Так, например, на силикагель наносят некоторое количество смеси и проявляют отдельные компоненты, просасывая через колонку воздух, при одновременном зональном обогреве силикагеля путем опускания печи вдоль слоя с определенной скоростью. Газовый поток направляют в регистрирующий прибор — интерферометр, фиксирующий прохождение отдельных компонентов. Подробнее с методом хроматермографии и его развитием знакомит работа Жуховицкого (1972).

Таким образом, в газохроматографической методике с середины 50-х годов стали различать: 1) фронтальный анализ, 2) проявительный анализ, 3) вытеснительный анализ, 4) термическую десорбцию и 5) теплодинамический метод. Из них наибольшее распространение получил проявительный анализ. С тем, как происходило становление этих методов, можно ознакомиться в книге Шемякина, Мицеловского и Романова (1955).

Газожидкостная хроматография способствовала также и развитию хроматографии газов, возникшей в начале 40-х годов. Использование хроматографии для анализа смеси газов опровергло мнение о применимости ее лишь к сложным органическим соединениям, имеющим большую молекулу. Так, в 1942 г. Г. Хессе и Б. Чахотин показали, что прием Цвета пригоден и в случае работы с менее сложными газообразными и парообразными веществами, состоящими из небольших молекул. Наиболее интенсивное развитие хроматографии газов началось лишь в 50-х годах, когда для разделения газовых смесей стали использовать не только газоадсорбционный, но и газо-жидкостный ее вариант. С успехами в этой области хромато-



графии к настоящему времени знакомят монография Д. Парнела (1968), обзор Я. Янака (1972) и др.

Полтора десятка лет насчитывает развитие самого молодого вида хроматографии — тонкослойной хроматографии, хотя принцип ее был открыт еще в 1938 г. Н. А. Измайловым и М. С. Шрайбер в Харьковском институте экспериментальной фармакологии. Первыми объектами их исследования явились, как и у Цвета, продукты растительного происхождения — алкалоиды. Авторы показали полное соответствие наблюдаемой хроматографической картины с результатами колоночной хроматографии и назвали изобретенный ими метод «капельной хроматографией», так как новый вид хроматографии позволял получить удовлетворительные результаты при затрате одной капли исследуемого вещества и очень небольшого количества адсорбента. О том, как была открыта хроматография в тонком слое, рассказано в статьях Ю. В. Шостенко и В. В. Рачинского (1965), А. Ф. Егорова (1971) и М. С. Шрайбер (1972). Однако этот прием получил широкое распространение лишь спустя почти двадцать лет, в связи с работами ряда биохимиков, и особенно западногерманского исследователя Э. Шталя, начатыми в 1954 г. Шталь занялся проблемой анализа содержимого растительной клетки, для решения которой нельзя было использовать ни один из известных аналитических методов, даже хроматографию на бумаге. И он пошел по пути Измайлова и Шрайбер. Лишь в конце 50-х годов, когда Шталь совершенствовал методику анализа и создал несложный, но удобный прибор для нанесения на пластинку тонкого слоя адсорбента стандартной толщины, тонкослойную хроматографию наконец признали широкие круги исследователей.

Метод тонкослойной хроматографии заключается в следующем: на одну сторону небольшой стеклянной пластинки наносят тонкий слой сорбента, а на него, как и в бумажной хроматографии, — анализируемые вещества. Край пластинки погружают в систему растворителей выше стартовой линии. По мере продвижения жидкости по пластинке происходит разделение смеси веществ. Отметив границу подъема жидкости или линии фронта, пластинку высушивают, после чего, как и в хроматографии на бумаге, вещества смеси обнаруживают в виде окрашенных пятен.

Уже первые исследователи, применившие в конце 50-х годов в своих опытах тонкослойную хроматографию, по заслугам оценили ее достоинства: универсальность в отношении природы анализируемых веществ, высокую чувствительность, методическую простоту и большую скорость анализа. Ввиду того, что степень дисперсности адсорбента, а следовательно, и адсорбирующая поверхность при тонкослойной хроматографии значительно выше, чем у колоночных адсорбентов, создается возможность анализа очень небольших по количеству проб — от 0,1 до 0,005 мкг.

Тонкослойная хроматография стала серьезным конкурентом хроматографии на бумаге, а в ряде исследований даже вытеснила ее. Этот исключительно тонкий метод теперь уже широко применяется для аналитических и препаративных целей в органической и неорганической химии, биологии и биохимии, для изучения кинетики технологических процессов контроля чистоты веществ в различных областях промышленности, а в медицинских клиниках — для диагностики заболеваний. В начале 60-х годов появились первые руководства по тонкослойной хроматографии К. Рандерата (1962), Э. Шталя (1962, 1966), Э. Трата (1963), А. А. Ахрема и А. И. Кузнецовой (1964), освещающие и историю становления этого метода. О том, какими путями шло развитие тонкослойной хроматографии далее, дает представление статья Б. Г. Бельского (1972).

Новые виды хроматографии в значительной степени потеснили открытый Цветом метод жидкостной хроматографии. Быстрое ее совершенствование задерживалось из-за отсутствия массового производства соответствующей аппаратуры, пригодной для широкого использования. Это именно тот фактор, который в свое время сдерживал развитие газо-жидкостной хроматографии, пока не налажилось производство необходимых хроматографов. В конце 60-х годов началось возрождение адсорбционной хроматографии Цвета на новой технической основе. Стали разрабатываться приемы хроматографирования при высоких давлениях с использованием высокодисперсных сорбентов в капиллярных колонках. Такого рода микрометоды с большой разрешающей способностью и ускоренным анализом в сочетании с оптическими полярографическими, кондуктометрическими и высокочастотными ана-

лизаторами, фотометрическими и различными ионизационными детекторами, а также автоматическим применением цветных индикаторов вновь вводят жидкостную адсорбционную хроматографию в первые ряды хроматографических методов, о чем свидетельствует сообщение А. В. Киселева и Ю. И. Чумакова «Второе рождение жидкостной хроматографии М. С. Цвета» (1972).

Совершенствование техники хроматографии неуклонно продолжается. Возможна разработка новых хроматографических приемов. Может быть, исследователи обратят внимание на замечание Цвета о способности многих адсорбентов быть активными катализаторами. В результате этого свойства в его опытах при прохождении веществ через адсорбционную колонку наблюдалось возникновение процессов, чаще всего нежелательных, для подавления которых ему приходилось изыскивать специальные способы. Цвет неоднократно отмечал роль катализа в хроматографии. В 1910 г. он высказал интересную мысль о том, что «для специальных целей... можно умышленно применять химически активные адсорбенты (гидролизаторы, восстановители, окислители)»<sup>6</sup>. Возможно, в недалеком будущем эта идея будет реализована и хроматография обогатится еще одним новым видом.

Итак, область изучения хроматографии в наши дни стала столь обширной, а сферы ее применения столь многообразны, что мы вправе говорить теперь о существовании не метода, а принципа хроматографии, лежащего в основе всех современных хроматографических приемов.

Изменения коснулись не только степени совершенства хроматографических методов, но и их назначения. На ранних этапах развития хроматография выполняла в основном аналитическую роль, способствуя выяснению состава тех или иных смесей и получению их компонентов в химически чистом виде. Хроматографический анализ, рожденный в области биохимии растений, первоначально был достоянием биохимии. Цвет при изучении хлорофилла с помощью хроматографии выделил и проанализировал различные формы каротиноидов, ряд других природных пигментов, алкалоиды, витамины, антибиотики, углеводы, антоцианы. Хроматография позволила также решить воп-

---

<sup>6</sup> М. С. Цвет. Хромофиллы в растительном и животном мире. стр. 32.

рос об аминокислотном составе белков, разделить и концентрировать основные, кислые и нейтральные аминокислоты, а также подойти к изучению состава фитогормонов, нуклеотидов, ферментов, жирных кислот и других продуктов жизнедеятельности организмов. О достижениях в этом направлении уже к 50-м годам дают представление монографии В. В. Рачинского и Т. Б. Гапон (1953), а к 60-м — Г. Берчфилда и Э. Сторрса (1964).

Современная биохимия все более уделяет внимание динамике веществ в ходе процессов жизнедеятельности организмов. Соответственно изменилось и назначение хроматографии. Она получила в основном функциональное применение. При изучении природы различных процессов хроматография в сочетании с другими столь же тонкими и точными физическими экспериментальными методами еще раз продемонстрировала ее большие потенциальные возможности: с ее помощью удалось доказать, что состав нуклеиновых кислот — ДНК и РНК — у каждого вида живых существ, от вирусов до человека, специфичен и что именно нуклеиновые кислоты, а не белки управляют важнейшими процессами жизнедеятельности всех организмов. Хроматография оказала существенную помощь в открытии генетического кода, а также состава и структуры молекул белков, в изучении роли каротиноидов для размножения растений, в исследованиях продуктов и в превращении веществ в процессе фотосинтеза, а также других биосинтетических процессов в растениях и микроорганизмах.

Теперь хроматографический метод стал достоянием многих областей науки и техники. Уже в 40-е годы метод довольно быстро начал проникать в органическую, неорганическую и аналитическую химию, химическую технологию и смежные с ними отрасли науки и техники. Благодаря ему были выделены в чистом виде тысячи различных химических веществ, среди которых особо следует отметить новые радиоактивные трансурановые элементы, а также редкоземельные элементы, цирконий и гафний, ниобий и тантал, а также изотопы различных химических элементов. Выше мы уже имели возможность убедиться, что без этого метода в настоящее время не обходятся химическая, фармацевтическая, пищевая, текстильная и другие виды промышленности. Хроматографический метод положен в основу многих химико-

технологических процессов производства. На хроматографическом принципе основан ряд простых переносных приборов для определения состава природных газов при поисках нефтяных и газовых месторождений, а также для установления степени продуктивности нефтяных и газовых пластов. Хроматография интенсивно используется для анализа рудных ископаемых в полевых условиях, в почвенно-мелиоративных исследованиях, при изучении динамики переноса воды и солей в почвенных грунтах и т. д.

Большую работу в деле развития хроматографии в нашей стране вот уже почти четверть века ведет созданный при Академии наук СССР Научный совет по хроматографии. Уделяя большое внимание теоретическим вопросам, Научный совет руководит разработкой теории динамики сорбции и различных видов хроматографии, осуществляя при этом ее широкую экспериментальную проверку. Он ведет активную деятельность по дальнейшему развитию реакционно-газовой и адсорбционной хроматографии. Для совершенствования газовой хроматографии создаются новые варианты таких ее методов, как проявительная и дифференциальная хроматография без газа-носителя, импульсного хроматографического режима и радиохроматографического исследования, а также новые сорбенты и носители — силикагели с малой удельной поверхностью и новые жидкие фазы. В области ионообменной хроматографии Научный совет координирует работы по синтезу ионообменных материалов, исследования физико-химических свойств ионообменных смол, их термостойкости, радиационной устойчивости и пр. Одновременно разрабатываются стандартные методы исследования физико-химических свойств ионитов, процессов сорбции различных веществ ионообменными смолами, комплексообразования и осадкообразования на различных ионитах, которые внедряются для интенсификации технологических процессов в ряде отраслей промышленности. Наряду с этим ведется изучение путей синтеза новых ионообменных смол и высокомолекулярных соединений, содержащих функциональные группировки. Особое внимание уделяется получению механически прочных ионитов с улучшенными кинетическими свойствами. Совершенствуется теория и практика использования распределительной, осадочной, окислительно-восстановительной и адсорб-

ционно-комплексообразовательной хроматографии в их колоночном, бумажном и тонкослойном вариантах на порошкообразных носителях и на гелях.

Широчайший интерес к хроматографии вызвал к жизни организацию специальных периодических изданий. В Амстердаме в 1958 г. стал выходить «Журнал по хроматографии» (*Journal of Chromatography*), в Риме с 1959 г. — «Хроматографическое обозрение» (*Chromatographic reviews*), в Нью-Йорке с 1968 г. — журнал «Хроматография» (*Chromatographia*). Стремительно растет поток литературы по хроматографии. О том убедительно свидетельствует библиографический справочник Ф. Дейтца (1944, 1956). Если первый том этого издания, включающий в себя публикацию по хроматографии с 1900 по 1942 г., имел 6002 названия, то во втором томе за 1943—1953 гг. их приведено уже более чем в два раза — 13 764. Число последующих публикаций возросло столь быстро, что теперь почти не поддается библиографическому учету.

Увеличивается не только количество работ, но и число специальных хроматографических терминов. Во избежание их неправильного толкования в литературе разных стран по инициативе Г. Анжеле в 1970 г. издан англо-немецко-русско-французский словарь по хроматографии.

Таким образом, достоинства хроматографического метода прошли испытание временем. Теперь он широко используется не только для разделения и анализа состава смесей веществ, но и для очистки веществ от примесей, их концентрирования и идентификации. Исключительно высокое значение хроматографии для современных исследований поставило ее в один ряд с такими важнейшими методами, как электронно-микроскопический, спектральный, масс-спектрографический и рентгеновский.

Дальнейшее развитие хроматографического анализа во многом связано с углублением теоретической разработки различных видов хроматографии и знаний о сорбентах. Многое в этой области сделано и еще немало будет сделано для выявления тех огромных возможностей, которые заключает в себе открытый Михаилом Семеновичем Цветом замечательный метод, обессмертивший для науки имя этого ученого.

## Наш современник — М. С. Цвету

Время не губит гения, но гений торжествует над временем.

В. Г. Белинский

Как мало признательности выпало на долю Цвета при жизни! Лишь одна академическая премия была присуждена ему в 1911 г. за научный труд «Хромофиллы в растительном и животном мире». Такие же награды, как ордена св. Станислава 3-й степени в 1907 г., св. Анны 3-й степени в 1912 г., св. Станислава 2-й степени в 1915 г. и медаль в честь 300-летия дома Романовых в 1913 г. он получил «в воздаяние отлично-усердной службы», как, впрочем, и другие преподаватели варшавских вузов, особо отмеченные за трудность работы на далекой окраине России. Вот и все, чем царское правительство отметило заслуги бескорыстно отдавшего ей весь свой незаурядный талант исследователя и педагога. Их было совсем немного, кто при жизни Цвета должным образом оценил его открытие, но никто, в том числе и сам автор, не предполагал, какое огромное влияние окажет оно на развитие биохимии, химии и химической технологии.

Плодотворное использование хроматографии в некоторых лабораториях в начале 30-х годов для получения и очищения биологически активных веществ и других химических соединений привлекло внимание к полузабытому методу и его создателю, и уже вскоре появились первые юбилейные публикации о 30-лети хроматографии, связанные с работами Цвета: в 1936 г. за границей Цехмейстер и Чолноки опубликовали две статьи, а в русской печати вышла небольшая заметка А. Р. Кизеля. 40-летний юбилей метода хроматографической адсорбции Академия наук СССР отметила изданием в 1946 г. в серии «Классики науки» избранных работ Цвета по хроматографии 1903, 1906 и 1910 гг., ставших к 40-м годам библиографической редкостью. В этом издании А. А. Рихтер и Т. А. Красносельская (1946) впервые в отечественной литературе дали краткие биографические сведения о Цвете и в специальном очерке осветили его роль в создании хроматографического адсорбционного анализа, а Б. Я. Свешников (1946) познакомил читателей с со-

стоянием хроматографии тех лет. Той же дате была посвящена конференция по хроматографии, организованная 29—30 ноября 1946 г. секцией физики и химии Нью-Йоркской Академии наук. Цехмейстер сделал на конференции доклад об истории создания хроматографического метода, уделив значительное внимание жизни и деятельности Цвета. В 1948 г. доклад был напечатан в «Анналах Нью-Йоркской Академии наук», а в следующем году переведен на русский язык. Заслуги Цвета особо отметил президент Академии наук СССР С. И. Вавилов в 1946 г. на I Всесоюзной конференции по фотосинтезу и 5 января 1949 г. на академической сессии, посвященной истории отечественной науки.

Еще более широко научная общественность отметила полувековой юбилей хроматографии. Однако на этот раз время празднования юбилейной даты в нашей стране и за рубежом оказалось различным. Советские ученые отметили ее в 1953 г., связывая открытие хроматографии с русской работой Цвета 1903 г. Зарубежные же исследователи по-прежнему относили открытие хроматографического метода к 1906 г., когда Цвет сообщил о своем методе в немецком журнале. По инициативе Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского и при участии Комиссии по хроматографии при ОХН АН СССР 18—21 ноября 1953 г. в Москве состоялось совещание по применению хроматографического метода Цвета в химическом анализе. В многочисленных докладах и при их обсуждении были рассмотрены основные результаты использования хроматографии в аналитической химии и намечены дальнейшие перспективы этого важного направления<sup>1</sup>. 50-летию хроматографии был посвящен специальный выпуск «Журнала аналитической химии» (1953, т. 8, вып. 4). К той же дате приурочили свои публикации К. М. Олышанова и К. В. Чмутов (1953), В. В. Рачинский и Т. Б. Гапон (1953), Д. И. Рябчиков и М. М. Сенявин (1953), Г. В. Самсонов (1953) и др. В Чехословакии этот юбилей был также отмечен в 1953 г. статьей Ян Вржешталя (1954).

---

<sup>1</sup> Резолюция совещания опубликована в «Журнале аналитической химии» (1954, т. 9, № 2), а прочитанные доклады — в «Трудах Комиссии по аналитической химии» (М., Изд-во АН СССР, 1955, т. 6/9). Подробнее о совещании см.: М. М. Сенявин (1954).



Американское химическое общество отметило полувековой юбилей хроматографии специальным заседанием 15 сентября 1957 г. в Нью-Йорке, на котором сообщение о жизни и деятельности Цвета сделал профессор Сиракузского университета Т. Робинсон (1959, 1960).

Заметим, что с датой 50-летия открытия хроматографии совпал выход в 1954 г. в ФРГ по инициативе Хессе и Уэйла на немецком и английском языках первой русской работы Цвета об этом методе. О том, какое впечатление произвело издание перевода работы Цвета «О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к биохимическому анализу» (1903) на зарубежных ученых, можно судить по отзыву немецкого исследователя М. Вольма, много лет работавшего в препаративной фармации и неизменно пользовавшегося методом хроматографической адсорбции. В предисловии к этому изданию он писал: «Я был очень изумлен классически прекрасным выполнением и практическим использованием [хроматографии], предпринятыми Цветом в его до того едва доступной... первой работе о своем адсорбционном методе»<sup>2</sup>.

Благодаря Хессе и Уэйлу зарубежные исследователи получили возможность познакомиться с работой, положившей начало хроматографии. Вскоре ссылки на ее издание 1954 г. появились в ряде публикаций Уэйла и Уильямса<sup>3</sup>, Э. Ледерера и М. Ледерера (1954, 1957), И. М. Хайса (1964), Г. Стрейна и И. Черма (1967). Примечательно, однако, что американские исследователи Стрейн и Черма, звавшие о работе Цвета 1903 г., свою статью о 60-летию хроматографии связали по-прежнему с немецкими сообщениями Цвета 1906 г., одно из которых они дали тут же в английском переводе. В нашей стране также было отмечено 60-летие хроматографии, но в 1963 г. (Шемякин Ф. М., 1963).

Уже в 30-е годы многие биохимики стали называть метод хроматографии именем его создателя. Хессе (1936) подробно описывал его как «анализ Цвета», В. Кошара (1937) — как «цветовский адсорбционный анализ», Г. Кассиди (1939) — «хроматографический анализ Цве-

<sup>2</sup> G. Hesse und H. Weil. Michael Tswett's erste chromatographische Schrift. Eschwege, 1954, S. 5.

<sup>3</sup> Уэйл и Уильямс начали ссылаться на эту работу еще в 1952 г., имея в распоряжении ее рукописный английский перевод.

та», Цехмейстер и Чолноки (1937, 1938, 1943) именовали хроматограф «цветовской адсорбционной колонкой» и т. д. Стали выдвигаться предложения и об официальном введении в науку этих или им подобных наименований. Так, английский исследователь Д. Кемпбел-Джембл писал в письме к редактору журнала «Химия и индустрия»: «Уважаемый сэр! Кажется, имя русского ботаника, открывшего в минуту вдохновения хроматографический анализ, по-русски означает «цвет». Сам Цвет, из-за скромности не давший этому процессу своего имени, избрал этот довольно неудачный термин «хроматографический анализ». Русский язык сейчас стал источником научной терминологии в таких областях, как педагогика или физиология растений, так что и химии нет причин не выполнить свой долг и не дать этому процессу имя его создателя. Я предлагаю назвать его «цветанализ» или «цветсорбанализ»<sup>4</sup>.

Предложение Кемпбела-Джембла полностью разделял Дерс: «Мы считаем, — писал он, — что стоит отдать честь Цвету, назвав хроматографический адсорбционный анализ более сокращенно „анализ Цвета“»<sup>5</sup>. К тому же Дерс полагал, что новое название устранил то неудобство, когда названием «хроматографический» приходится именовать метод разделения бесцветных веществ. Того же мнения был и Ф. Файгль (1949), предлагавший сохранить термин хроматография лишь за теми случаями адсорбции, когда зоны разделения веществ на колонке проступают достаточно четко или их можно каким-либо путем проявить, а весь адсорбционный анализ в целом называть «адсорбционным разделением Цвета».

С начала 50-х годов вопрос об ограниченности термина «хроматография» становится предметом особого обсуждения некоторых авторов, среди которых наибольшую активность проявил Г. Уэйл (1951). Появились предложения заменить это название новым. Согласно Стрейну, вместо «хроматографии» следует пользоваться термином «эография»<sup>6</sup>. В обсуждение новой терминологи-

<sup>4</sup> D. J. Campbell — Gamble. Chromatographic Analysis (Correspondence). — Chemistry and industry, 1940, vol. 59, p. 598.

<sup>5</sup> Ch. Dhéré. Michel Tswett..., 1943, p. 56.

<sup>6</sup> Цит. по: И. М. Хайс. Некоторые сведения из истории хроматографии на бумаге. — В сб.: Хроматография на бумаге. М., ИЛ, 1962, стр. 26.

гии, но никак не в связи с первооткрывателем хроматографии, вступили даже филологи. Так, один профессор филологии, пожелавший остаться неизвестным, передал через Д. М. Смита (1954) предложение назвать этот метод «синтетоликмизисом» (от греческого слова *син-тето* — сочетать, совмещать и *ликмао* или *ликмизо* — отсеивать), что должно было в целом означать «сложное просеивание» и характеризовать различные приемы разделения как окрашенных, так и бесцветных веществ.

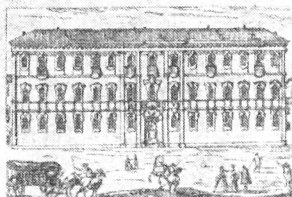
По мере развития хроматографии и возникновения новых ее видов для разделения самых разнообразных веществ, подавляющая часть которых бесцветна, все чаще стали высказываться мнения о несоответствии названия метода. Одними из первых этот вопрос подняли Уэйл и Уильямс (1952) в специальной заметке об определении хроматографии, опубликованной в английском журнале «Nature». Вскоре в обмен мнений включились многие исследователи, и вот уже газовую хроматографию предлагается называть ффрактотметрией (от латинского *ффрактус* — излом и греческого *метро* — мера), очевидно, ввиду той пикообразной формы выходных кривых, которые наблюдаются при разложении сложной газовой смеси на хроматографе (см. Шингляр, М., 1964). Однако Комитет, назначенный Аналитической секцией Международного союза теоретической и прикладной химии, рекомендовал в конце 50-х годов стандартную терминологию по газовой хроматографии и не считал нужным изменять ее название, выделив лишь еще две категории — газо-жидкостную и газо-адсорбционную хроматографию.

Тем не менее через несколько лет немецкий химик Э. Ланге (1967) вновь поднял вопрос об устарении термина «хроматография», считая, что его современному содержанию более отвечает название «адсорбционный анализ». Ланге (1968) предлагал термин «сорбционный анализ» или «сорбанализ» с соответственными наименованиями — «сорботограмма» и «сорботографировать». Как свидетельствует австрийская исследовательница Э. Кремер (1970), на прошедшем коллоквиуме по хроматографии в Берлине было предложено около ста новых заменителей термина «хроматография» и его производных. Однако, по мнению самой Кремер, в связи с предстоящим столетием со дня рождения Цвета следовало бы назвать хроматографический метод «цветографией».

То же предложение было повторено ею затем в выступлении на Ленинградском симпозиуме 18 мая по случаю 100-летнего юбилея Цвета. Нельзя не признать справедливым также мнение американского химика Л. Эттре (1970, 1971), считающего, что лучшим проявлением того большого уважения к Цвету, которого он заслуживает, является сохранение предложенного им названия «хроматография», ставшего для всех привычным и неотъемлемым для такого рода исследований. Следует согласиться с советским химиком М. С. Вигдергаузом (1972), что термин «хроматография» никак не тормозит прогресса в этой области знаний, а лишь с успехом служит ему. Что же касается увековечения имени Цвета в названии открытого им метода, то Цвет это уже сделал сам, правда, в скрытой форме. Как метко заметил английский исследователь Г. Парнел (1962), в названии «хроматография» проявились остроумие и юмор Цвета, давшего методу по существу свое имя, так как греческое слово «хромос» по-русски означает не что иное, как «цвет».

Термин «хроматография» фигурирует теперь уже в тысячах книг и статей, в названиях журналов и даже учреждений. Так, в конце 40-х годов в нашей стране при Отделении химических наук АН СССР для развития идей Цвета была создана Комиссия по хроматографии, ныне Научный совет по хроматографии АН СССР, ведущий большую научную, практическую и научно-организационную работу в этой области. С первых дней создания комиссии ее возглавили член-корреспондент АН СССР К. В. Чмутов и ученый секретарь К. М. Салдадзе. Сейчас деятельность Научного совета направлена в основном на дальнейшее развитие теории хроматографии, на внедрение хроматографического метода в технологические процессы различных областей промышленности для их интенсификации, в практику лабораторных исследований, а также на конструирование новых приборов и оборудования для хроматографического метода. Совет координирует исследования по хроматографии в нашей стране, а проверку выполнения координационных планов ежегодно проводит специально созданная комиссия. Большую работу осуществляют сотрудники Научного совета по хроматографии в деле популяризации и повышения квалификации научных и производственных кадров, организует конференции, курсы обучения, семинары,

SPECIAL ISSUE



TSWETT

### MEMORIAL SYMPOSIUM

Organized by the Fondazione Carlo Erba

Second Russian-Italian Symposium in memory of M. S. Tswett

Milan, October 13th and 14th, 1969

*The picture shown on this page  
is an old sketch of the Palazzo  
Lascaris of Milan where the  
Symposium was held.*

*Материалы русско-итальянского симпозиума,  
посвященного 50-летию со дня смерти М. С. Цвета*

совещания и симпозиумы по вопросам хроматографии. Кроме того, Совет способствует изданию монографий, учебных пособий и статей, рецензирует и редактирует многие работы по хроматографии. По инициативе Научного совета по хроматографии и при участии Воронежского филиала Опытного-конструкторского бюро автоматики 27 июня 1969 г. в Воронеже было организовано заседание, посвященное 50-летию со дня смерти М. С. Цвета. В торжественной обстановке на фасаде дома № 20 по Батуриной (ранее Халютинской) улице была установлена мемориальная доска с лаконичной над-

писью: «Здесь жил выдающийся русский ученый Михаил Семенович Цвет, 1872—1919».

Признательность к заслугам русского ученого не только со стороны его соотечественников, но и широкого круга зарубежных исследователей была убедительно продемонстрирована на Международном симпозиуме по колоночной хроматографии, состоявшемся 7—10 октября 1969 г. в городе детства Цвета Лозанне (Швейцария), а также на Втором русско-итальянском симпозиуме, проходившем по случаю 50-летия со дня смерти Цвета 13—14 октября 1969 г. в Милане (Италия).

Еще более широко отмечалось 100-летие со дня рождения Цвета. В связи с этой знаменательной датой в феврале—апреле 1972 г. в Московском обществе «Знание» был прочитан цикл лекций об успехах хроматографии, которые убедительно показали, что современная химия, биология, медицина, сельское хозяйство, нефтехимическая, пищевая, фармацевтическая и другие виды промышленности, области науки и техники уже не в состоянии обойтись без хроматографии, открытой Цветом.

Вековому юбилею со дня рождения замечательного русского ученого был посвящен Международный симпозиум по хроматографии, прошедший 16—18 мая 1972 г. в Ленинграде. В организации симпозиума участвовали Научный совет по хроматографии АН СССР, Ленинградский технологический институт им. Ленсовета, Институт физической химии АН СССР, Институт высокомолекулярных соединений АН СССР, Физико-химический институт им. Л. Я. Карпова, Ленинградский университет, Всесоюзное химическое общество им. Д. И. Менделеева и СКБ аналитического приборостроения АН СССР. В работе Ленинградского симпозиума приняли участие около 1200 представителей СССР, Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Чехословакии, Австрии, Италии, Испании, Нидерландов, США, ФРГ, Швейцарии.

Открытие симпозиума предшествовала встреча членов юбилейного и организационного комитетов с зарубежными гостями, состоявшаяся 15 мая в Ленинградском доме ученых. На официальной части встречи был заслушан доклад К. В. Чмутова о состоянии хроматографии и о перспективах ее развития. Большой интерес вызвало сообщение о присутствии на встрече родственников Цвета — его племянницы Е. А. Лященко и внучатого

племянника В. Г. Цвета. С вниманием выслушали присутствующие воспоминания Лященко о Михаиле Семеновиче и с интересом ознакомились с некоторыми фотоснимками ученого и его родных. Не менее интересными были и выступления с воспоминаниями о Цвете его учеников по Варшавскому политехническому институту — С. С. Спинова и по Юрьевскому университету — Т. В. Низовкиной. На состоявшейся затем неофициальной части встречи в дружеской атмосфере взаимопонимания собравшиеся произнесли немало пожеланий, призывающих к объединению усилий ученых в развитии идей Цвета, за научные связи, которые в противоположность хроматографии, разделяющей вещества, служат научному прогрессу и миру на Земле, сближая народы разных стран.

На следующий день в историческом зале Таврического дворца состоялось открытие юбилейного симпозиума. После вступительного слова К. В. Чмутова с докладом «М. С. Цвет и хроматография» выступил К. И. Сакодинский. Более подробно докладчик изложил его в одноименной брошюре, изданной к этому симпозиуму. Всего было сделано более 40 докладов и кратких сообщений советских и зарубежных исследователей, освещены все виды современной хроматографии, ее успехи, нерешенные проблемы и пути развития. Тут же была развернута выставка современных хроматографов, организованная с участием иностранных фирм. Каждый из участников симпозиума получил на память ранее неизвестный портрет юбиляра, значок с изображением Цвета и ряд материалов симпозиума.

17 мая состоялось торжественное открытие мемориальной доски на доме № 25 по улице Союза печатников (бывшей Торговой ул.), где ранее находилась Петербургская биологическая лаборатория, а теперь — Институт цитологии АН СССР. «В этом здании в 1897—1902 годах жил и работал выдающийся русский ученый основатель хроматографии Михаил Семенович Цвет» — высечено на доске. Широкой известности симпозиума способствовали сообщения Ленинградского радио и телевидения, газета «Вечерний Ленинград» (18 мая 1972 г., № 115), выпуск почтовых конвертов с портретом Цвета.

Юбилей Цвета отметили также участники Первого симпозиума по тонкослойной хроматографии, состоявшегося в Ленинграде 19 мая и Второго симпозиума по ад-



*Мемориальная доска, установленная  
в Ленинграде в связи со 100-летием со дня рождения  
М. С. Цвета*

сорбционной и ситовой жидкостной колоночной хроматографии — 22—23 мая в Москве. По случаю 100-летия со дня рождения Цвета в Москве 24 мая 1972 г. состоялось объединенное заседание Института истории естествознания и техники АН СССР, Научного совета по хроматографии и Московского общества естествоиспытателей природы. На заседании были заслушаны доклады Е. М. Сенченковой о жизни и деятельности Цвета и Ю. И. Чумакова о развитии идей Цвета в современной хроматографии.

Торжественно отметили юбилей Цвета воронежцы. 30 мая в большой аудитории Воронежского университета состоялось заседание Научного студенческого общества кафедры аналитической химии. Среди выступивших были заведующий кафедрой В. Б. Войтович, доцент Г. А. Чи-



кин и ряд студентов, рассказавших о жизненном и творческом пути Цвета, о развитии и современном состоянии хроматографии (Мягкой О. Я., 1972).

Особо знаменательной эта дата была для Тартуского университета, где осенью 1972 г. исполнялось также 55 лет с начала работы в его стенах Цвета. 15 ноября 1972 г. участники заседания установили на ботанической лаборатории мемориальную доску со словами: «Здесь жил и работал основатель хроматографии Михаил Семенович Цвет». Юбилейные совещания и семинары прошли и в других городах нашей страны — в Горьком, Иркутске, Казани, Киеве, Тбилиси и Уфе.

К 100-летию со дня рождения Цвета Научный совет по хроматографии АН СССР издал специальный юбилейный сборник «Успехи хроматографии» со статьей К. И. Сакодынского о жизни и деятельности замечательного исследователя. Памяти Цвета посвятили свои статьи также научные и научно-популярные журналы — «Бюллетень МОИП» (Сенченкова Е. М., Мельникова Л. В., 1973), «Вопросы истории естествознания и техники» (Сенченкова Е. М., Лященко Е. А., 1973), «Журнал аналитической химии» (Сакодынский К. И., Чмутов К. В., 1972), «Журнал физической химии», «Наука и жизнь», «Химия и жизнь» (Сакодынский К. И., 1972), «Известия АН ЭССР» (Сакодынский К., Киррет О., Кюллик Э., 1972), «Физиология растений» ([Сенченкова Е. М., 1972), «Химическая промышленность» (1972). В других изданиях вышли публикации Л. В. Мельниковой и Е. М. Сенченковой (1972), О. Я. Мягкого (1972), К. В. Чмутова и К. И. Сакодынского (1972), Ю. И. Чумакова и Е. М. Сенченковой (1973).

О юбилее славного русского исследователя не забыли и в далеком итальянском городе Асти, где он родился. На стене гостиницы «Реаль» в эти дни была установлена памятная доска со следующей надписью: «Мишель де Цвет (Михаил Семенович Цвет) — выдающийся русский ученый, открыватель хроматографии родился здесь 14 мая 1872 г. В честь 100-летия со дня рождения». Вслед за В. Г. Белинским, слова которого приведены в эпитафии, мы можем с полной убежденностью заключить: время оказалось не властно над идеями Цвета, они восторжествовали над ним и благодарные потомки воздают должное их творцу.

Настоящая книга о М. С. Цвете явилась результатом более чем десятилетней работы по выявлению, сбору и изучению архивных и других материалов, связанных с жизнью одного из замечательных людей русской науки.

Наиболее богатые и разнообразные сведения о М. С. Цвете почерпнуты в Центральном государственном историческом архиве СССР (Ленинград), Государственном архиве Татарской АССР (Казань), Государственном архиве Горьковской области (Горький) и Центральном государственном архиве Октябрьской революции (Москва). Немало интересных сведений об ученом и его родных, друзьях и коллегах удалось найти в Центральном государственном архиве литературы и искусства (Москва), Центральном государственном историческом Архиве ЭССР (Тарту), государственном архиве Академии наук СССР (Ленинград), Архиве внешней политики России (Москва), Архиве Министерства обороны СССР, Центральном государственном архиве Военно-морского флота (Ленинград), Государственном архиве Воронежской области (Воронеж), Государственном архиве Крымской области (Симферополь), Центральном государственном архиве г. Москвы, Государственном архиве г. Ростова-на-Дону, Государственном архиве Черниговской области (Чернигов), а также в отделах рукописей Института русской литературы АН СССР (Пушкинского Дома) в Ленинграде, Государственной библиотеки им. В. И. Ленина в Москве, Государственной публичной библиотеки им. М. Е. Салтыкова-Щедрина в Ленинграде, библиотеки Тартуского университета и библиотеки Академии наук СССР в Ленинграде. Кроме того, в работе

использованы некоторые неопубликованные материалы Музея истории Воронежского университета (Воронеж), Мемориального музея-квартиры К. А. Тимирязева (Москва) и Музея-усадьбы Ф. И. Тютчева (Мураново, Московской обл.).

Любезно предоставили в распоряжение автора интересующие его материалы и зарубежные архивы — Женевский ботанический сад и магистрат города Асти. Директор Женевского ботанического сада профессор Ж. Мьеж безвозмездно передал автору в 1966 г. письма Цвета, адресованные Брике, С. Просперо, профессора Л. Вергано и Д. Теста, живущие в Асти, предоставили автору «Свидетельство о рождении» Цвета, интереснейшие сведения о месте его рождения и многочисленные иллюстрации, которые, к сожалению, невозможно полностью воспроизвести в этой книге.

Описание многих событий из жизни Цвета основано в большой степени на рассказах людей, знавших его лично и сохранивших о нем теплые воспоминания. В книге учтены те краткие сведения о русском исследователе, которые в свое время сообщили для печати его товарищи по Женевскому университету — П. Дютуа и Б. Хохрейтинер (Dhéré Ch., 1943), а также его коллеги по Юрьевскому университету — К. Регель (Dhéré Ch., 1943) и Э. Штамм (Hesse G., Weil H., 1954), а затем по Воронежскому университету — В. И. Бухалова, В. Н. Воронцов и И. В. Георгиевский (Мелешко В. П., 1960). К сожалению, никого из названных товарищей и коллег Цвета, общавшихся с ним, теперь уже нет в живых. И все же, несмотря на утверждение, что «не осталось близких Цвету людей, которые могли бы о нем порассказать»<sup>7</sup>, удалось найти некоторых родных и знакомых ученого. На просьбу автора поделиться воспоминаниями о Цвете с готовностью отозвались и передали их в письменном виде М. П. Архангельский (Горький), А. Н. Грудева (Воронеж), Е. А. Лященко (Москва), Т. В. Низовкина (Ленинград), А. А. Приступа (Ростов-на-Дону), С. И. Соколов (Москва) и С. С. Спиров (Горький).

При розыске родственников Цвета и лиц, связанных с ним и его семьей, большую помощь автору оказали

<sup>7</sup> М. Е. Ивин. У порога великой тайны. Л., 1971, стр. 174.

адресные бюро десятков городов нашей страны. Так, в результате наведения справок по 26 украинским областям попутно было установлено, что в настоящее время на территории Украинской ССР проживает около 100 человек, носящих фамилию Цвет. Родственники ученого проживают преимущественно в Чернигове. Е. В. Цвет, ее сын, В. Г. Цвет и З. М. Кульчинская любезно согласились помочь в уточнении некоторых архивных сведений о предках Цвета.

Особое содействие при подготовке данной книги оказала племянница М. С. Цвета Е. А. Лященко — сотрудница Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева, рассказавшая немало интересного о Цвете и о его родных. Все воспоминания (Лященко Е. А., 1970) были записаны, систематизированы, уточнены и прокомментированы автором этой книги, после чего рукопись передана в библиотеку Института истории естествознания и техники АН СССР. Некоторая часть сведений использована в статье Е. М. Сенченковой и Е. А. Лященко (1973) о новых материалах к биографии Цвета и в данной книге. Большая часть воспоминаний Е. А. Лященко, касающихся родных М. С. Цвета, не могла быть использована в данной книге; желающие могут ознакомиться с ними в библиотеке ИИЕиТ АН СССР. Е. А. Лященко сохранила более трех десятков нигде ранее не публиковавшихся<sup>8</sup> фотографий Цвета и его родственников, которые она любезно предоставила автору данной книги. К сожалению, опубликовать их все не представилось возможным.

В работе над книгой автору оказали дружескую помощь многие, кому дорога память о Цвете не только как о замечательном ученом, но и как о скромном, добросовестном и бескорыстно преданном науке человеке. Р. Д. Колесникова — активный организатор состояв-

---

<sup>8</sup> По рекомендации автора книги Е. А. Лященко предоставила часть фотографий и сведений о Цвете Научному совету по хромотографии для использования их на Ленинградском симпозиуме, посвященном памяти ученого. Частично они были опубликованы К. И. Сакодынским в журналах «Наука и жизнь» (1972, № 5) и «Химия и жизнь» (1972, № 5). При этом последняя публикация сопровождалась на стр. 53 неточным комментарием о том, что ее автор «...разыскал малоизвестные материалы о жизни и деятельности автора замечательного открытия» (подчеркнуто нами. — Е. С.).

шейся в 1969 г. в Воронеже конференции, посвященной 50-летию со дня смерти М. С. Цвета, — сообщила некоторые факты о том периоде жизни ученого, когда он жил в их городе. При помощи З. П. Ефимовой (Воронеж) обнаружены некоторые документы о деятельности Цвета в период создания Воронежского университета. Л. В. Мельникова (Ростов-на-Дону) оказала помощь в поисках материалов, связанных с работой Цвета в Варшаве, а К. В. Манойленко (Ленинград) и А. А. Щербакowa (Москва) — в розыске личных дел его отца, С. Н. Цвета, в ленинградских архивах. Н. А. Стевен (Симферополь) и О. Н. Харитонова (Москва) помогли установить точное место жительства семьи Цветов в Симферополе и Ялте в 1896—1901 гг. после приезда в Россию. П. А. Генкель и Н. А. Фигуровский сообщили интересные сведения об отношениях к Цвету его коллег. Б. А. Старостин перевел с французского языка письма Цвета, полученные из Архива Женевского ботанического сада, а М. Н. Штединг отредактировал перевод.

Следует отметить также содействие председателя Научного совета по хроматографии при АН СССР К. В. Чмутова и ученого секретаря Совета К. М. Ольшановой, предоставивших в распоряжение автора неопубликованные материалы о работе Научного совета по развитию хроматографии в нашей стране и сведения о мероприятиях, посвященных памяти ее первооткрывателя. В работе над рукописью автору помогли советами Л. Я. Бляхер, Г. В. Быков, В. Н. Вяземцева, Т. Б. Гапон, К. М. Ольшанова, В. В. Рачинский и К. В. Чмутов. Всем им и другим названным выше товарищам, а также сотрудникам архивов и музеев, оказавшим помощь в выявлении интересующих его материалов, автор выражает большую благодарность.

На основании проведенного поиска автор стремился по возможности полнее осветить не только жизненный путь и особенности личности М. С. Цвета — разнообразие его научных интересов, изобретательность в поисках нового, высокие человеческие качества, — но и показать, как идеи, выдвинутые этим исследователем в конце XIX — начале XX в. получили свое подтверждение и развитие в наши дни. Насколько удалось осуществить это намерение — судить читателям. Их замечания и отзывы автор примет с признательностью.

## Основные даты жизни и деятельности М. С. Цвета \*

---

- 1872 г., 14 мая — родился в североитальянском городе Асти.
- 1891 г. — окончил гимназию в Женеве и поступил на физико-математический факультет Женевского университета.
- 1894 г. — получил премию Г. Дэви за студенческую исследовательскую работу по анатомии растений.
- 1895 г. — окончил Женевский университет и поступил в докторантуру.
- 1896 г., июнь — переехал из Швейцарии в Россию, временно поселился в г. Симферополе.
- 1896 г., июль — завершил докторскую диссертацию и переслал ее для публикации в Женевский университет.
- 1896 г., октябрь — получил диплом Женевского университета на звание доктора естественных наук в связи с выходом из печати диссертационной работы «Исследования физиологии клетки».
- 1896 г., декабрь — переехал в Петербург и начал вести исследования в лаборатории анатомии и физиологии растений Академии наук.
- 1897 г., май — приступил к проведению фитофизиологических исследований в Петербургской биологической лаборатории.
- 1899 г. — сдал магистерские экзамены в Казанском университете.
- 1900 г., 19 апреля — выступил с докладом «О природе хлороглобина» на заседании ботанического отделения Петербургского общества естествоиспытателей; принят в действительные члены этого общества.
- 1901 г., 23 сентября — защитил в Казанском университете диссертацию «Физико-химическое строение хлорофильного зерна» на степень магистра ботаники.

---

\* Даты событий в России здесь и в тексте книги приведены до 1918 г. по старому стилю, а с 1918 г. — по новому.

- 1901 г., 30 декабря — на XI съезде русских естествоиспытателей и врачей в Петербурге сделал доклад «Методы и задачи физиологического исследования хлорофилла», в котором впервые сообщил о разработке метода адсорбционного анализа.
- 1902 г., 31 января — утвержден Советом Варшавского университета в должности ассистента кафедры анатомии и физиологии растений.
- 1902 г., лето — командирован в Германию для ознакомления с постановкой преподавания ботаники в немецких университетах и избран действительным членом Немецкого ботанического общества.
- 1903 г., 8 марта — сделал доклад «О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к биохимическому анализу» на заседании ботанического отделения Варшавского общества естествоиспытателей, где впервые обстоятельно изложил принцип своего метода адсорбционного анализа.
- 1903 г., лето — научная командировка в Германию.
- 1905, 1906 гг., лето — выезжал в Германию для занятий в университетах Берлина и Кили.
- 1906 г., июнь-июль — опубликовал в «Докладах Немецкого ботанического общества» две статьи «Физико-химические исследования хлорофилла. Адсорбции» и «Адсорбционный анализ и хроматографический метод. Применение к химии хлорофилла», где впервые ввел термин «хроматография».
- 1907 г., 28 июня — выступил на заседании Немецкого ботанического общества с сообщением об открытии хроматографии, где продемонстрировал первый хроматограф и принцип его действия.
- 1907 г., август — принят по совместительству преподавателем ботаники и сельского хозяйства в Варшавский ветеринарный институт.
- 1907 г., 16 сентября — женился на Елене Александровне Трусевич (1874—1922).
- 1908 г., октябрь — зачислен преподавателем ботаники на химическом и горном отделениях Варшавского политехнического института.
- 1909 г., 31 декабря — на XII съезде русских естествоиспытателей и врачей сделал доклад «Новый физический метод анализа пигментных смесей и применение его к исследованиям хлорофилла» с демонстрацией хроматографической установки.
- 1910 г., 28 ноября — защитил в Варшавском университете диссертацию «Хромофиллы в растительном и животном мире» на степень доктора ботаники.
- 1911 г., лето — посетил Берлин, Париж, Амстердам, Лейден и Дельфт для изучения постановки преподавания микробиологии в университетах.

- 1911 г., 22 декабря — сделал доклад «Современное состояние химии хлорофилла» на II Менделеевском съезде в Петербурге.
- 1911 г., 29 декабря — награжден Петербургской Академией наук Большой премией М. Н. Ахматова за книгу «Хромофиллы в растительном и животном мире».
- 1913 г., 16—24 июня — участвовал в XIII съезде русских естествоиспытателей и врачей в Тифлисе.
- 1914 г. — опубликовал последнюю исследовательскую работу «Об искусственном антоциане».
- 1915 г., июнь — выехал с семьей из Варшавы на летний отпуск в Одессу, а затем (после эвакуации Варшавского политехнического института) — в Москву.
- 1916 г., август — переехал в Нижний Новгород вместе с переведенным туда Политехническим институтом.
- 1916 г., 5 ноября — выступил в «Нижегородском листке» с последней публикацией о необходимости учреждения Нижегородского общества естествоиспытателей.
- 1917 г., 24 марта — избран ординарным профессором Юрьевского университета.
- 1917 г., апрель-август — лечился на Северном Кавказе (станция Беслан близ Владикавказа).
- 1917 г., сентябрь — приехал в Юрьев и начал работать в Юрьевском университете.
- 1918 г., 31 августа — эвакуировался из Юрьева в Воронеж.
- 1918 г., 7 октября — составил докладную записку об организации ботанической кафедры во вновь организуемом Воронежском университете.
- 1919 г., 26 июня — умер и похоронен в Воронеже.



**Список опубликованных работ М. С. Цвета**  
**(M. Tswett)**

---

**1894**

1. Sur quelques cas tératologiques dans l'anatomie de *Lycium*. — Bull. Herbar Boissier, t. 2, N 3, p. 175—179.

**1896**

2. Sur l'emploi des permanganates dans la microtechnique. — Arch. des sc. phys. et natur., Genève, 1896, 101 année, 4 période, t. I, p. 481—483; то же. — Bull. Lab. bot. gén. Univ. Genève t. I, N 1, p. 43—45.
3. Description d'un idiomètre pour l'étude de transpiration végétale. — Bull. Lab. bot. gén. Univ. Genève, t. I, p. 210—211.
4. Etudes de physiologie cellulaire. Contribution à la connaissance des mouvements du protoplasme, des membranes plasmiques et des chloroplastes. Dissertation présentée à la faculté des sciences de l'Université de Genève pour l'obtention du grade de docteur ès sciences. — Bull. Lab. bot. gén. Univ. Genève, t. I, N 1, p. 125—206.
5. Etudes de physiologie cellulaire. I partie. Des membranes plasmiques et des mouvements du protoplasme. — Arch. sci. phys. et natur. Genève, 101 année, 4 période, t. 2, p. 228—260.
6. Etudes de physiologie cellulaire. II partie. Les chloroplastes. — Arch. sci. phys. et natur. Genève, 101 année, 4 période, t. 2, p. 339—348.
7. Etudes de physiologie cellulaire. III partie. Etude des chloroplaste par la méthode mérotomique. — Arch. sci. phys. et natur. Genève, 101 année, 4 période, t. 2, p. 467—486.

**1898**

8. Гемоглобин и хлорофилл. В каком направлении желательно изучение последнего тела. — Известия СПб. биологич. лаборатории, т. 2, вып. 3, стр. 61—65.

**1899**

9. [Рецензия] M. Raciborski. Ein Inhaltkörper des Leptoms. Weitere Mitteilungen über das Leptom. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.,

- 1898, Bd. 16, Tl. 3, 5). — Известия СПб. биологич. лаборатории, т. 3, вып. 2, стр. 67—69.
10. О новом физико-химическом свойстве протеиновых веществ. — Известия СПб. биологич. лаборатории, т. 3, вып. 3, стр. 35—45.
  11. Sur la liquéfaction reversible des albuminoïdes. — C. r. Acad. sci. Paris, t. 129, p. 551—552.
  12. Sur la membrane périplasmique. — J. bot., t. 12, p. 79—82.
  13. Über die Verknüpfung des äusseren und des inneren Leptoms der Solanaceen durch markständige Leptombündel. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 17, S. 231—235.
  14. Sur la constitution de la matière colorante des feuilles. La chloroglobine. — C. r. Acad. sci. Paris, t. 129, p. 607—610.

#### 1900

15. Das Chloroglobin. — Bot. Cbl., Bd. 84, S. 81—87.
16. О хлороглобине. — Труды СПб. об-ва естествоиспытателей. Протоколы заседаний за декабрь 1899 г., т. 30, вып. 1, № 8, стр. 346—353. Резюме на французском языке.
17. О природе хлороглобина. — Труды СПб. об-ва естествоиспытателей. Протоколы заседаний за апрель 1900 г., т. 31, вып. 1, № 4, стр. 159—163. Резюме на французском языке.
18. Sur la liquéfaction reversible. Nouvelle propriété physico-chimique des substances albuminoïdes. — Bull. Soc. chim. Paris, sér. III, t. 23, p. 309—319.
19. Sur la chlorophylline bleue. — C. r. Acad. sci. Paris, t. 131, p. 842—844.

#### 1901

20. Sur la pluralité des chlorophyllines et sur les métachlorophyllines. — C. r. Acad. sci. Paris, t. 132, p. 149—150.
- 21\*. Хлорофиллины и метахлорофиллины. — Труды СПб. об-ва естествоиспытателей. Протоколы заседаний за октябрь 1900 г., т. 31, вып. 1, № 6, стр. 281—291.
22. Vorrichtung zur Beobachtung von Fluorescenz und Opalescenzerscheinungen. — Z. phys. Chemie, Bd. 36, S. 450—452.
- 23.\*\* Физико-химическое строение хлорофильного зерна. Экспериментальное и критическое исследование [Магистерская диссертация]. — Труды об-ва естествоиспытателей при Казанском ун-те, т. 35, вып. 3, стр. 1—268.

#### 1902

24. [Автореферат магистерской диссертации] Recherches sur la constitution physico-chimique du grain de chlorophylle (Extrait des Trav. de la Soc. des Naturalistes pres l'Université de Kazan,

---

\* Анонимный реферат этой статьи см. в журнале «Естествознание и география» (1901, апрель).

\*\* Рецензию на эту работу см.: Н. В. Сорокин. М. С. Цвет. Физико-химическое строение хлорофильного зерна. Экспериментальное и критическое исследование. Казань, 1910. (Отзыв в физико-математический факультет). — Ученые записки Казанского ун-та, 1901, т. 68, кн. 12.

- t. XXXV, livr. 3.8°, XII. 1. Tafel. Kazan. 1901). — Bot. Cbl., Bd. 89, S. 120—123.
25. 8 положений магистерской диссертации. — Труды Ботанич. сада Юрьевского ун-та, т. 2, вып. 4, стр. 267—268.
  26. Методы и задачи физиологического исследования хлорофилла. — Дневник XI съезда русских естествоиспытателей и врачей. СПб., стр. 523.
  27. Физиологическое расследование хлорофилла. — Труды СПб. об-ва естествоиспытателей. Протоколы заседаний за февраль 1902 г., т. 33, вып. 1, № 2, стр. 51—60.
  - 28\*. Микротехнические заметки. — Дневник XI съезда русских естествоиспытателей и врачей. СПб., стр. 523.

### 1903

- 29\*\*. О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к биохимическому анализу. — Труды Варшавского об-ва естествоиспытателей, отд. биологии, т. 14, стр. 1—20.

### 1905

30. Kritische Bemerkungen zu Molisch's Arbeit über die Phaeophyceen Farbstoffe. — Bot. Ztg., Bd. 63, H. 2. S. 273—278.

### 1906

31. Zur Ultramikroskopie. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 24, S. 234.
32. Zur Kenntnis der Phaeophyceen-Farbstoffe. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 24, S. 235—244.
- 33\*\*\*. Physikalisch-chemische Studien über das Chlorophyll. Die Adsorptionen. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 24, S. 316—323.
34. Adsorptionsanalyse und chromatographische Methode. Anwendung auf die Chemie des Chlorophylls. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 24, S. 384—393.

### 1907

35. Zur Geschichte der Chlorophyllforschung. Antwort an Herrn Marchlewsky. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 25, S. 71—74.
36. Spektralanalytische Untersuchungen über die Chlorophylline und deren nächste Säurederivate (Chlorophyllane). — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 25, S. 137—150.
37. Zur Chemie des Chlorophylls. Über Phylloxantin, Phyllocyanin und die Chlorophyllane. — Biochem. Z., Bd. 5, S. 6—32.
38. Nochmals über das Phylloxantin. — Biochem. Z., Bd. 6, S. 373—378.
39. Recherches anatomiques sur les hydathodes des Lobeliacees. Nouveau type de stomates aquiferes. — Rev. gén. bot., t. 19, p. 305—316.

---

\* В опубликованном ранее списке работ М. С. Цвета (1946) ошибочно указано не только ее название «Микрохимические заметки», но и то, что данная статья напечатана в «Трудах СПб. об-ва естествоиспытателей».

\*\* Последующие публикации этой работы см. в № 70, 71, 72.

\*\*\* В переводе на русский язык см. № 70.

40. Über die Spektrophotometrie des Chlorophylline und die Energetik des Chlorophylls. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 25, S. 388—397.

#### 1908

41. Über die Verfärbung und Entleerung des absterbenden Laubes. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 26a, S. 88—93.  
42. Über das Pigment des herbstlich vergilbten Laubes. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 26a, S. 94—101.  
43. Ist der Phosphor an dem Aufbau der Chlorophylline beteiligt? — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 26a, S. 214—220.  
44. Über die nächsten Säurederivate der Chlorophylline. — Ber. Dtsch. chem. Ges., Bd. 41, S. 1352—1354.  
45. Über das Phaeophytin und die Chlorophyllane nebst Schlussbemerkungen über Phylloxantin. — Biochem. Z., Bd. 10, S. 404—413.  
46. Über die Natur des sogenannten «kristallisierbaren» Chlorophylls (Metachlorophyllins). — Biochem. Z., Bd. 10, S. 414—425.  
47. Das neue System der sogenannten «Chlorophyllderivate». — Biochem. Z., Bd. 10, S. 426—429.  
48. La substance chimique verte nommée chlorophylle, existe-t-elle? — Rev. gén. bot., t. 20, p. 328—332.

#### 1910

49. [Тезисы доклада] Новый физический метод анализа пигментных смесей и применение его к исследованиям хлорофилла. — Дневник XII съезда русских естествоиспытателей и врачей. М., стр. 271.  
50. [Тезисы доклада] К познанию явлений адсорбции. — Там же, стр. 465—466.  
51\*. Хромофиллы в растительном и животном мире. [Докторская диссертация]. Варшава; 1—380 стр.  
52. Das sogenannte «krystallisierte Chlorophyll» — ein Gemisch. — Ber. Dtsch. chem. Ges., Bd. 43, S. 3139—3141.  
53. Адсорбционный анализ так называемого «кристаллического хлорофилла». — Журн. Русск. физико-хим. об-ва, ч. хим., т. 42, вып. 8, стр. 1385—1387.

#### 1911

54. [Тезисы докторской диссертации «Хромофиллы в растительном и животном мире»] — Труды Ботанич. сада Юрьевского ун-та, т. 12, вып. 1, стр. 84—85.  
55. Über die Dualität der Chlorophyllane. — Biochem. Z., Bd. 31, S. 505—506.  
56. Sur une nouvelle matière colorante végétale, la thuyorhodine. — C. r. Acad. sci. Paris. t. 152, p. 788—789.  
57. Eine Hypothese über den Mechanismus der photosynthetischen Energieübertragung. — Z. phys. Chemie, Bd. 76, S. 413—419.

---

\* Рецензию на эту книгу см.: А. С. Фаминцын. Отзыв о работе М. С. Цвета «Хромофиллы в растительном и животном мире». Варшава, 1910. — В Сборнике отчетов о премиях и наградах, присуждаемых Академией наук за 1911 г. Пгр., 1916, вып. 6, стр. 14—20.

58. Über die Löslichkeitsverhältnisse der Chlorophylline und eine neue Methode zur Isolierung derselben. — Ber. Dtsch. chem. Ges., Bd. 44, S. 1124—1127.
59. Sur un nouveau réactif colorant de la callose. — C. r. Acad. sci. Paris, t. 153, p. 503—505.
60. Über den makro- und mikrochemischen Nachweis des Carotins. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 29, S. 630—636.
61. Über Reicherts Fluorescenz-Mikroskop und einige damit angestellten Beobachtungen über Chlorophyll und Cyanophyll. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 29, S. 744—746.
62. [Рецензия]. *Кононов В. К.* Краткий очерк анатомии растений в микроскопических препаратах. Составлен под ред. и с введением А. Генкеля. СПб., 1911. — Труды Ботанич. сада Юрьевского ун-та, т. 12, вып. 1, стр. 74—76.

#### 1912

63. Современное состояние химии хлорофилла. — Журн. Русск. физико-хим. об-ва, ч. хим., т. 44, стр. 449—464.
64. L'état actuel de nos connaissances sur la chimie de la chlorophylle. — Rev. gén. sci. pures et appl., t. 23, p. 141—148.

#### 1914

65. Beiträge zur Kenntnis der Anthocyane. Ueber künstliches Anthocyan. — Biochem. Z., Bd. 58, S. 225—235.
66. Об искусственном антоциане. — Известия Имп. Академии наук, 6 серия, т. 8, стр. 115—124.
67. Zur Kenntnis des «vegetabilischen Chamäleons». — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 32, S. 61—68.

#### 1916

68. Curriculum vitae. Список печатных трудов [56 названий]. Краткое описание содержания трудов. — В брошюре: А. С. Фаминцын\*. В физико-математический факультет Новороссийского университета. Пгр., стр. 3—14.
69. К вопросу об учреждении Нижегородского общества естествоиспытателей. — Газета «Нижегородский листок», 5 ноября 1916.

#### Посмертные издания

- 70\*\*. Хроматографический адсорбционный анализ. Избранные работы. Под редакцией А. А. Рихтера и Т. А. Красносельской.

\* Это — единственная публикация М. С. Цвета, рукопись которой полностью сохранилась в бумагах А. С. Фаминцына. Фаминцын напечатал ее за подписью М. С. Цвета, лишь несколько изменив название последнего раздела, который в рукописи Цвета значился: «Краткий анализ содержания моих трудов» (Архив Академии наук СССР в Ленинграде, ф. 39, оп. 1, д. 63, л. 231).

\*\* В это издание включены работы Цвета, обозначенные в данном списке под № 29, 33, 34, и часть первая № 51 (1—146 стр.). Рецензию на нее см. *Ф. М. Шемякин*. М. С. Цвет. Хроматографический адсорбционный анализ. Избранные работы. Изд-во АН СССР, 1946. — Успехи химии, 1947, т. 26, вып. 5.

- М.—Л., Изд-во АН СССР, 1946, 1—273 стр. Список работ М. С. Цвета [62 названия].
- 71\*. Über eine neue Kategorie von Adsorptionerscheinungen und ihre Anwendung in der biochemischen Analyse. Vorläufige Mitteilung. Vorgetragen am 21 März 1903 vor der Biologischen Section der Warschauer Naturforschenden Gesellschaft. — In: *G. Hesse und H. Weil*. Michael Tsvett's erste chromatographische Schrift. Eschwege, 1954, S. 7—22.
- 72\*\*. On a New Category of Adsorption Phenomena and their Application to Biochemical Analysis. — In: *G. Hesse and H. Weil*. Michael Tsvett's first paper on Chromatography. Eschwege, 1954, p. 7—21.
- 73\*\*\*. Adsorption Analysis and Chromatographic Methods. Application to the Chemistry of the Chlorophylls. — *J. Chem. Educ.*, 1967, v. 44, N 4, p. 238—242.
- 74\*\*\*\*. Zur Chemie des Chlorophylls. Über Phylloxantin, Phyllocyanin und die Chlorophyllane. — In: *Selected readings in Chromatography*. R. G. Moege. (Ed.), 1970, p. 8—13.
- 

\* Работа Цвета под № 29 в переводе на немецкий язык.

\*\* Работа Цвета под № 29 в переводе на английский язык.

\*\*\* Работа Цвета под № 34 в переводе на английский язык.

\*\*\*\* Работа Цвета под № 37, воспроизведенная не полностью, а лишь в первой ее части, где изложены метод хроматографической адсорбции и результаты его использования при изучении химии хлорофилла.

## Литература

---

- Ахрем А. А., Кузнецова А. И.* 1964. Тонкослойная хроматография. М., «Наука».
- \* [Б. а., б. д.] \*\* Цвет Михаил Семенович. — БМЭ, изд. 2-е, т. 34.
- \* [Б. а.] 1955. Цвет Михаил Семенович. — Энциклопед. словарь, т. 3.
- \* [Б. а.] 1957. Цвет Михаил Семенович. — БСЭ, изд. 2-е, т. 57.
- \* [Б. а.] 1959. Цвет Михаил Семенович. — Биограф. словарь деятелей естествознания и техники. БСЭ, т. 2.
- \* [Б. а.] 1972. К 100-летию со дня рождения М. С. Цвета. — Хим. пром., № 5.
- \* [Б. а.] 1972а. Симпозиум ученых. — «Вечерний Ленинград», 18 мая 1972.
- \* *Базилевская Н. А., Белоконов И. П., Щербакова А. А.* 1968. Краткая история ботаники. М., «Наука».
- \* *Балезин С. А., Бесков С. Д.* 1950. Выдающиеся русские ученые-химики. М., Учпедгиз.
- \* *Балезин С. А., Бесков С. Д.* 1953. Выдающиеся русские ученые-химики. изд. 2-е, М., Учпедгиз.
- Беленький Б. Г.* 1972. Тонкослойная хроматография. — В сб.: Успехи хроматографии. М., «Наука».
- Бергфильд Г., Сторрс Э.* 1964. Газовая хроматография в биохимии. М., ИЛ.
- Береговой П. М.* и др. 1965. Цвет Михайло Семенович. — В кн.: Береговой П. М. и др. Словник-довідник з ботаніки. Київ, «Рад. школа».
- Блок Р., Лестранж Р., Цвейг Г.* 1954. Хроматография на бумаге. М., ИЛ.
- \* *Болховитинов В.* и др. 1950. Рассказы о русском первенстве. М., «Молодая гвардия».
- Бородин И. П.* 1881. О кристаллах хлорофилла. — Труды СПб. об-ва естествоиспытателей, т. 12, вып. 2.
- Бородин И. П.* Курс анатомии растений. М.—Л., Сельхозгиз, 1938.
- \* *Вага А. Я.* 1958. К биографии профессора Михаила Семеновича Цвета. — Ученые записки Тартуского гос. ун-та, вып. 64.
- Вавилов С. И.* 1949. Вступительное слово на сессии АН СССР, посвященной истории отечественной науки, 5 января 1949 г. — Вестник АН СССР, № 2.

---

\* Звездочкой обозначены работы о жизни и деятельности М. С. Цвета или содержащие в себе эти сведения.

\*\* [Б. а.] — Без автора; [б. д.] — без даты; [б. м.] — без места и т. д.

- Вильштейдт Г.* 1936. Каротиноиды и красящие вещества бактерий и грибов. М., ОНТИ. Глав. ред. хим. лит-ры.
- \**Гапон Е. Н., Гапон Т. Б.* 1948. Теория хроматографического анализа М. С. Цвета. — Докл. АН СССР, т. 59.
- Гапон Е. Н., Гапон Т. Б.* 1948а. Хроматографический анализ ионов. — Успехи химии, т. 17, вып. 4.
- \**Гапон Е. Н., Гапон Т. Б.* 1949. Хроматографический анализ М. С. Цвета и ионный обмен. — В сб.: Хроматографический метод разделения ионов. М., ИЛ.
- Герр В. Ф.* 1908. К вопросу фракционирования нефти посредством пористой среды. — Труды Бакинск. отд. Русск. техн. об-ва, т. 22, вып. 3—4.
- Герр В. Ф.* 1908. Фильтрование Бакинских нефтей через фуллеровую землю. — Труды Бакинск. отд. Русск. техн. об-ва, т. 22, вып. 7—9.
- Герр В. Ф.* 1912. Письмо С. К. Квитке. — Труды Бакинск. отд. Русск. техн. об-ва, т. 24, вып. 3—4.
- Дей Д. Т., Гильпин Д. Е., Грам М. П.* 1911. Фракционировка сырой нефти капиллярной диффузией. (Перевод с англ.). — Труды Бакинск. отд. Русск. техн. об-ва, т. 25, вып. 3—4.
- Декандоль А.* 1836. История Женевской ботаники. — Ученые записки Московского ун-та, № 9, 10.
- Дьячковский С. И., Устинская В., Митропольский [б. п.]* 1933. Электрокапиллярный метод качественного анализа. — Журн. общей химии, т. 3, вып. 4.
- Егорова А. Ф.* 1971. Капля на «бутерброде»: тонкослойная хроматография. — Химия и жизнь, № 10.
- Ермоленко Н. Ф.* 1955. Хроматографический анализ и его развитие. Минск.
- \**Жидкова З. В.* 1951. Хроматографический метод анализа М. С. Цвета. — Успехи физ. наук, т. 44, вып. 3.
- \**Жуховицкий А. А.* 1955. Развитие и теория адсорбционного анализа Цвета. — Труды Комиссии по аналит. химии АН СССР, т. 6 (9).
- Жуховицкий А. А.* 1972. Развитие хроматермографии. — В сб.: Успехи хроматографии. М., «Наука».
- Жуховицкий А. А., Золотарева О. В., Соколов В. А. и Туркельтауб Н. М.* 1951. Новый метод хроматографического анализа. — Докл. АН СССР, т. 77, № 3.
- Жуховицкий А. А., Золотарева О. В., Соколов В. А.* 1953. К теории хроматермографии. — Докл. АН СССР, т. 88, № 5.
- Ивановский Д. И.* 1910. О хлорофилле в живых хлоропластах. — Дневник XII съезда русских естествоиспытателей и врачей. М.
- Ивановский Д. И.* 1914. О физическом состоянии хлорофилла в живых листьях. — Варшавские университетские известия, вып. 1.
- \**Ивин М. Е.* 1961. У порога великой тайны. Л., Ленгиз.
- \**Ивин М. Е.* 1971. У порога великой тайны. Изд 2-е, Л., Ленгиз.
- Измайлов Н. А., Шрайбер М. С.* 1938. Капельно-хроматографический метод анализа и его применение в фармации. — Фармация, № 3.
- Ност Л.* 1914. Физиология растений. СПб.
- Калицкий К.* 1911. О миграции нефти. — Известия Геол. комитета, т. 30, № 196.



- Калмыков К. Ф.* 1962. Физиология растений. — В кн.: История естествознания в России, т. 3. М., Изд-во АН СССР.
- Кевтка С. К.* 1910. О влиянии фильтрации через пористую среду на нефть. — Труды Бакинск. отд. Русск. техн. об-ва, т. 24, вып. 3—4.
- Кевтка С. К.* 1911. По поводу исследований Давида Дея за время 1897 года по вопросу о фильтрации нефти. — Труды Бакинск. отд. Русск. техн. об-ва, т. 25, вып. 3—4.
- Келлер Б. А.* 1933. Н. И. Кузнецов. — Сов. ботаника, № 1.
- \**Кизель А. Р.* 1936. М. С. Цвет и его метод хроматографического анализа. — Успехи химии, т. 5, вып. 1.
- Киселев А. В., Чумаков Ю. И.* 1972. Второе рождение жидкостной хроматографии М. С. Цвета. — Тезисы докладов симпозиума по хроматографии 16—18 мая 1972 г. в Ленинграде. М.
- \**Клеишнин и др.* 1967. История и современное создание физиологии растений в Академии наук. М., «Наука».
- Константинова-Шлезингер М. А., Горбачева Н. А.* 1948. К теории хроматографического анализа. — Журн. аналит. химии, т. 3, вып. 4.
- Костычев С. П.* 1933. Физиология растений, ч. 1. М.—Л., Сельхозгиз.
- \**Коштоянц Х. С., Калмыков К. Ф.* 1951. К истории хроматографического метода. — Биохимия, вып. 5.
- \**Коштоянц Х. С., Калмыков К. Ф.* 1953. Против искажения английскими авторами истории открытия хроматографии. — В кн.: Материалы по истории отечественной химии. М., Изд-во АН СССР.
- \**Красносельская Т. А.* 1948. Михаил Семенович Цвет (1872—1919). — В кн.: Люди русской науки. Т. 2. М.—Л., Гостехиздат.
- \**Красносельская Т. А.* 1963. — Михаил Семенович Цвет (1872—1919). — В кн.: Люди русской науки. Изд. 2-е, т. 2. М.—Л., Гостехиздат.
- Кульберг Л. М., Альтерзон Г. С., Вельтман Р. П.* 1951. Капельный анализ. М.—Л., Госхимиздат.
- Левшин А. М.* 1940. Про структуру хлорофильного зерна. — Праці Наук. досл. інст. біології при Київськ. Держ. ун-т, т. 3.
- Ледерер Э.* 1936. Хроматографическая адсорбция и ее применения. — Журн. общей химии, т. 6, вып. 4.
- \**Ледерер Э.* 1972. Возрождение хроматографического метода М. Цвета в 1931 г. — В сб.: Успехи хроматографии. М., «Наука».
- Любименко В. Н.* 1916. О превращениях пигментов пластид в живой ткани растения. — Записки Академии наук, серия 8, т. 33, № 12.
- Любименко В. Н.* 1921. О связи хлорофилла с белками пластид. — Дневник I Всесоюзного съезда русских ботаников Петрограда.
- Любименко В. Н.* 1923. Исследование пигментов пластид. II. О связи с белками пластид. — Известия Академии наук, серия 6, т. 17.
- Любименко В. Н., Бриллиант В. А.* 1924. Окраска растений. Л., Госиздат.
- \**Лященко Е. А.* 1970. М. С. Цвет и его родственники. Рукопись. Б-ка ИИЕиТ АН СССР, М.
- Майер Ф.* 1940. Естественные органические красящие вещества. М., Госхимиздат.

- \*Максимов Н. А. 1947. Физиология растений. — В кн.: *Бреславец Л. П.* и др. Очерки по истории русской ботаники. М., Изд-во МОИП.
- Мартин А., Синг Р. 1949. Аналитическая химия белков. — В сб.: *Химия белков*. М., ИЛ.
- \*Мелешко В. П. 1960. Некоторые новые данные к биографии М. С. Цвета. — Труды Воронежского технологич. ин-та, т. 16.
- \*Мельникова Л. В., Сенченкова Е. М. (в печати). История открытия М. С. Цветом хроматографии. — Материалы XIV конф. аспирантов и научных сотрудников ИИЕиТ АН СССР.
- Модзалевский Б. Л. 1908. [Вступительная статья к «Дневнику А. П. Марковой-Виноградской»]. — *Минувшие годы*, № 10.
- Монтеверде Н. А. 1890. О хлорофилле. — *Ботанич. записки* СПб. ун-та, вып. 3.
- Монтеверде Н. А. 1893. О спектре поглощения хлорофилла. — Труды СПб. об-ва естествоиспытателей, отд. ботаники, т. 23.
- Монтеверде Н. А. 1900. О «хлороглобине» и его отношении к хлорофиллу. — *Ботанич. записки* СПб. ун-та, вып. 15.
- \*Мягкой О. Я. 1972. Отец хроматографии. К 100-летию со дня рождения М. С. Цвета. — «Воронежский ун-т» от 6 июня.
- Ненцкий М. В. 1897. О биологических соотношениях между красящим веществом листьев и крови. — *Архив биологич. наук*, т. 5, № 2—3.
- Нищинский П. 1882. Историческая записка об Одесской второй гимназии. Одесса.
- Ногаре С. Д., Джувет Р. С. 1966. Газожидкостная хроматография. Л., «Недра».
- Ножкина И. А., Березкин В. Г. 1961. Конференция по адсорбции и методам хроматографического анализа. — *Нефтехимия*, т. 1, № 4.
- Ольшанова К. М., Копылова В. Д., Морозова Н. М. 1963. Осадочная хроматография. М., Изд-во АН СССР.
- Ольшанова К. М., Чмутов К. В. 1953. Хроматографический метод в качественном анализе. — *Журн. аналит. химии*, т. 8, вып. 4.
- \*Перк А. Я., Мооритс Х. А. 1964. История развития физиологии растений в Тартуском университете. (К 100-летию основания кафедры физиологии растений ТГУ). — *Ученые записки Тартуского гос. ун-та*, вып. 151.
- Пономарев А. П. 1915. К познанию коллоидных свойств хлоропластов. — Труды об-ва естествоиспытателей при Казанском ун-те, т. 48.
- Райков Б. Е. 1956. Валериан Викторович Половцов. Л., Изд-во АН СССР.
- Рабинович Е. 1951. Фотосинтез, т. 1. М., ИЛ.
- Рачинский В. В. 1964. Введение в общую теорию динамики сорбции и хроматографии. М., «Наука».
- \*Рачинский В. В., Гапон Т. Б. 1953. Хроматография в биологии. О хроматографическом методе М. С. Цвета. М., Изд-во АН СССР.
- \*[Рихтер А. А., Красносельская Т. А.] 1946. Краткая биография [М. С. Цвета]. — В кн.: *Цвет М. С.* Хроматографический адсорбционный анализ. Избранные работы. Л. Изд-во АН СССР.
- Рихтер А. А., Красносельская Т. А. 1946. Роль М. С. Цвета в создании хроматографического адсорбционного анализа. — В кн.:

- Цвет М. С. Хроматографический адсорбционный анализ. Избранные работы. Л., Изд-во АН СССР.
- Розен Э. М. 1901. Постановка дела по добыче нефти на новых месторождениях Кавказа. — Записки Моск. отд. Русск. техн. об-ва, вып. I.
- \*Рябчиков Д. И. 1949. О применении адсорбционного метода Цвета для разделения элементов редкоземельной группы. — В сб.: Хроматографический метод разделения ионов. М., ИЛ.
- Рябчиков Д. И., Сенявин М. М. 1953. Хроматографический анализ. — Журн. аналит. химии, т. 8, вып. 4.
- \*Рябчиков Д. И., Сенявин М. М. 1955. Значение хроматографического метода М. С. Цвета в химическом анализе. — Труды Комиссии по аналит. химии АН СССР, т. 6 (9).
- \*Сакодынский К. И. 1972. Жизнь и научная деятельность Михаила Семеновича Цвета. — В сб.: Успехи хроматографии. М., «Наука».
- \*Сакодынский К. И. 1972а. Михаил Семенович Цвет. — Химия и жизнь, № 5.
- \*Сакодынский К. И. 1972б. Михаил Семенович Цвет и хроматография [б. м., б. изд-ва].
- \*Сакодынский К. И. 1972в. М. С. Цвет и хроматография. — Тезисы симпозиума по хроматографии 16—18 мая 1972 г. в Ленинграде. М., ВИНТИ.
- \*Сакодынский К. И. 1972г. Михаил Семенович Цвет. К 100-летию со дня рождения. — Журн. физ. химии, т. 46, вып. 5.
- \*Сакодынский К. И. 1972д. Опередивший время. — Наука и жизнь, № 5.
- \*Сакодынский К. И., Киррет О., Кюллик Э. 1972. М. С. Цвет в Эстонии (к 100-летию со дня рождения открывателя хроматографии). — Изв. АН ЭССР, серия хим. и геол., т. 21, № 2.
- \*Сакодынский К. И., Солуянов П. А. 1968. Михаил Семенович Цвет и хроматография. — В сб.: Газовая хроматография, вып. 8. М., НИИТЭХИМ.
- \*Сакодынский К. И., Чмутов К. В. 1972. Михаил Семенович Цвет. К 100-летию со дня рождения. — Журн. аналит. химии, т. 27.
- Самсонов Г. В. 1953. Хроматографический метод. — Природа, № 6.
- \*Свешников Б. Я. 1947. Выдающийся русский ученый М. С. Цвет. К 75-летию со дня рождения (1872—1919). — Наука и жизнь, № 7.
- \*Свешников Б. Я. 1951. М. С. Цвет — создатель хроматографического метода (По поводу статьи Г. Вейля и Т. Вильямса об истории хроматографии). — Природа, № 9.
- Сент-Илер К. К. 1925. К истории Воронежского университета. — Труды Воронежского гос. ун-та, т. 1.
- Сент-Илер К. К. 1934. Юрьев—Воронеж. — В сб.: 15 лет Воронежского университета. Воронеж, изд-во «Коммуна».
- \*Сенченкова Е. М. 1960. Развитие учения о фотосинтезе (конец XVIII—1-я четверть XX в.). Диссертация на соискание степени кандидата биологических наук. М., ИИЕиТ АН СССР.
- \*Сенченкова Е. М. 1962. Краткий очерк истории вопроса о генетической связи хлорофилла и гемоглобина. — Труды ИИЕиТ АН СССР, т. 40, вып. 9.
- Сенченкова Е. М. 1963. Исследования хлорофилла в трудах В. Н. Любименко и их современное развитие. — В сб.: Физические и химические основы жизненных явлений. М., Изд-во АН СССР.

- \*[Сенченкова Е. М.] 1972. Михаил Семенович Цвет. К 100-летию со дня рождения. — Физиология растений, вып. 3.
- \*Сенченкова Е. М. 1973. Жизнь и творчество М. С. Цвета. — Докл. в МОИП за 1972 г. Общая биология.
- Сенченкова Е. М. 1973. Развитие представлений об автономии хлоропластов. — В сб. Из истории биологических наук, вып. 4.
- \*Сенченкова Е. М. (в печати). Развитие физиологии растений до 50-х гг. — В кн.: История биологии в XX веке. М., «Наука». — О М. С. Цвете см. указатель.
- \*Сенченкова Е. М., Лященко Е. А. 1973. Новые данные к биографии М. С. Цвета. — Вопросы истории естествознания и техники, вып. 42.
- \*Сенченкова Е. М., Мельникова Л. В. 1973. М. С. Цвет и создание метода хроматографии (к 100-летию со дня рождения ученого). — Бюлл. МОИП, отд. биол., т. 77, вып. 1.
- Сенявин М. М. 1957. Хроматографический анализ. — Журн. аналит. химии, т. 42, вып. 5.
- Сенявин М. М. 1954. Совещание по применению хроматографического метода М. С. Цвета в химическом анализе. — Заводская лаборатория, т. 20, № 3.
- Серб-Сербина Н. 1937. Кольца Лизеганга. — Физический словарь, т. 3.
- \*Сергиенко С. Р. 1955. Очерк развития химии и переработка нефти. М., Изд-во АН СССР.
- \*Сорокин Н. В. [Рецензия] 1901. М. С. Цвет. Физико-химическое строение хлорофильного зерна. (Экспериментальное и критическое исследование. Казань, 1901). — Ученые записки Казанского ун-та, т. 68, кн. 12.
- \*Список профессоров, преподавателей и научных сотрудников Воронежского университета, умерших в 1919—1924 гг. Труды Воронежского гос. ун-та, 1925, т. 1.
- \*Старостин Б. А. (в печати) [Рецензия] К. И. Сакодынский. Михаил Семенович Цвет и хроматография. 1972 [б. м., б. изд-ва]. — Природа.
- Стикс В. 1936. Хроматографический адсорбционный анализ. — Успехи химии, т. 5, вып. 1.
- Табенцкий А. А. 1947. Структура хлорофиллового зерна как показатель жизнедеятельности листа. — Изв. АН СССР, серия биол. гич., № 5.
- Тананаев Н. А. 1926. Капельный метод качественного химического анализа. Л., Химиздат.
- Тананаев Н. А. 1954. Капельный метод. М.—Л., Госхимиздат.
- Тимирязев К. А. 1871. Спектральный анализ хлорофилла. — В кн.: К. А. Тимирязев. Сочинения, т. 2. М., Сельхозгиз, 1937.
- Тимирязев К. А. 1875. Опровержение исследований Прингсгейма над желтыми растительными пигментами. — В кн.: К. А. Тимирязев. Сочинения, т. 2. М., Сельхозгиз, 1937.
- Тимирязев К. А. 1907. Основные черты истории развития биологии в XIX столетии. — В кн.: К. А. Тимирязев. Сочинения, т. 8. М., Сельхозгиз, 1939.
- Тимирязев К. А. 1915. Главнейшие успехи ботаники в начале XX столетия. — В кн.: К. А. Тимирязев. Сочинения, т. 8. М., Сельхозгиз, 1939.

- Файгель Ф. 1937. Капельный анализ. М., Госхимиздат.
- Файгель Ф. 1962. Капельный анализ органических веществ. М., ИЛ.
- Фалинцын А. С. 1907. О роли симбиоза в эволюции организмов. — Записки Академии наук, серия 8, физ.-мат. отд., т. 20, № 3.
- \*Фалинцын А. С. 1916. В физико-математический факультет Новороссийского университета [о работах М. С. Цвета]. [Пгр.]
- \*Фалинцын А. С. [1911]. Отзыв о работе М. С. Цвета «Хромофиллы в растительном и животном мире» (Варшава, 1910). — В сб. отчетов о премиях и наградах, присуждаемых Академией наук, вып. 6. Пгр., 1916.
- Фалинцын А. С. 1912. О роли симбиоза в эволюции организмов (*Vaucheria* и *Bryopsis*). — Известия Академии наук, серия 6, т. 6, № 1, 11.
- \*Фукс Н. А. 1951. Метод Цвета (хроматография) в органической химии. — В кн.: Реакции и методы исследования органических соединений, кн. I. М.—Л.
- \*Хайс И. М. 1962. Некоторые сведения из истории хроматографии на бумаге. — Сб.: Хроматография на бумаге. М., ИЛ.
- Цвет М. С. — См. в данной книге список работ М. С. Цвета на 333—338.
- Цвет С. Н. 1860. Экономическая деятельность и законодательство. — Современная летопись, т. 28. М.
- Цвет С. Н. 1876. Спиритизм и спириты. СПб.
- Цвет С. Н. 1877. Россия и Англия в Восточном вопросе. СПб.
- Цвет С. Н. 1878. Новые реформаторы «о четырех измерениях» в религии и науке. Ревель.
- Цвет С. Н. 1878. По вопросу о русской валюте. Ревель.
- Цвет С. Н. 1878. По питейному вопросу. Об улучшении действующей системы акцизного сбора. Ревель.
- Цвет С. Н. 1878. [Репензия] Землевладение и земледелие — книга А. И. Васильчикова. Теоретические основы права земельной собственности. Ревель.
- Цвет С. Н. 1879. По вопросам о промысловом налоге, о налоге с городских недвижимостей и городском акцизе с трактирных заведений. Ревель.
- Цвет С. Н. 1879а. По вопросу об окончательной организации государственного счетоводства по указаниям опыта единой кассы. Ревель.
- Цвет С. Н. 1880. К истории русского нигилизма. СПб.
- Цвет С. Н. 1880а. По вопросу о таможенных тарифах и свободе торговли. СПб.
- Цвет С. Н. 1882. Деньги XX века. СПб.
- Цвет С. Н. 1884. Прогресс и бедность по Генри Джорджу. Политико-экономический этюд. СПб.
- \*Цехмейстер Л. 1949. История, области применения и методы хроматографии. — В сб.: Хроматография, вып. 1. М., ИЛ.
- Чмутов К. В. 1962. Хроматография. М., Изд-во АН СССР.
- Чмутов К. В. 1972. Чистые вещества и хроматография. — Наука и жизнь, № 5.
- \*Чмутов К. В., Сакодынский К. И. 1972. Развитие хроматографического метода. К 100-летию со дня рождения М. С. Цвета. — Заводская лаборатория, т. 38, № 5.
- \*Чумаков Ю. И., Сенченкова Е. М. 1973. Развитие идей М. С. Цвета в современной хроматографии. — Доклады в МОИП за 1972 г.

- Общая биология.
- Шемякин Ф. М. 1958. Всесоюзное совещание по хроматографии. — Изв. АН СССР, отд. хим. наук, № 7.
- Шемякин Ф. М. 1963. Хроматографический анализ органических соединений. — Труды Комиссии по аналит. химии АН СССР, т. 13.
- \*Шемякин Ф. М., Мицеловский Э. С., Романов Д. В. 1955. Хроматографический анализ. Введение в теорию и практику. М., Химиздат.
- Шнейдер Ф. О процессе фильтрации нефти через пористую массу «Floridaerde». (Сообщение, сделанное в химической лаборатории Высшего технического института в Карлсруэ Англером и Альбрехтом.) — Труды Бакинск. отд. Русск. техн. об-ва, 1902, т. 27.
- Шостенко Ю. В., Рачинский В. В. 1965. Н. А. Измаилов и М. С. Шрайбер — создатели метода тонкослойной хроматографии. — Журн. физ. химии, т. 39, вып. 7.
- Шрайбер М. С. 1972. Открытие хроматографии в тонком слое. — В сб.: Успехи хроматографии. М., «Наука».
- Шталь Э. 1965. История развития хроматографии в тонких слоях. — В сб.: Хроматография в тонких слоях. М., Изд-во «Мир».
- \*Щербакова А. А. 1957. М. С. Цвет. — В кн.: Н. А. Базилевская и др. Выдающиеся отечественные ботаники. М., Учпедгиз.
- Янак Я. 1972. Хроматографический анализ газов. М. «Наука».
- \*[Б. а.] Mikhail Semenovitch Tswett. — World who's who in Science. Chicago, 1968.
- Albrecht E., Engler C. 1900, 1901. Über den Vorgang bei der Filtration von Petroleum durch Florida-Erde. — Z. angew. Chem, Bd. 13, Bd. 14.
- Angelé H. P. 1970. Technical dictionary of chromatography. Berlin.
- \*Asimov I. 1964. Tsvett Mikhail Semenovitch. — Asimov's Biographical Encyclopedia of Science and Technology. N. Y.
- Berzelius J. J. 1837. Über die gelbe der Blätter im Herbst. — Ann. Chem. und Pharm., Bd. 21.
- Berzelius J. 1838. Untersuchungen des Blattgrüns (Chlorophylls). — Ann Chem. und Pharm., Bd. 27.
- Bode G. 1898. Untersuchungen über das Chlorophyll. Inauguraldissertation. Kassel.
- Böhm J. A. 1856. Beiträge zur nähern Kenntniss des Chlorophylls. — Sitzungber. math-naturwiss. Kl. Kais. Akad. Wiss., Wien, Bd. 22.
- Borodin I. 1884. Über die Krystallisation des Chlorophylls. — Bot. Chl., Bd. 18.
- Brewster D. 1834. On the colours of national bodies. — Trans. Roy. Soc. Edinburgh, v. 12.
- Briquet J. 1896. Le Laboratoire de botanique générale (de l'Université de Genève à l'Exposition nationale suisse de Genève 1896. — Bull. Lab. Univ. Genève, t. 1.
- Briquet J. 1897. Les ressources botaniques de Genève. — Suisse universitaire, t. 2, N 13—14.
- \*Briquet J. 1940. Tswett M. — Dans Biographie des botanistes à Genève (1500 à 1931). — Bull. Soc. bot. suisse, t. 50a.
- Brockmann H. 1940. Die chromatographische Adsorption. — Angew. Chem., Bd. 53.

- Campbell-Gamble D. J.* 1940. Chromatographic Analysis (Correspondence). — Chemistry and Industry, v. 59.
- Cassidy H. G.* 1939. Adsorption analysis: Tswett's chromatographic method. — J. Chem. Educ., v. 16.
- Cohn F.* 1867. Beiträge zur Physiologie der Phycocchromaceen und Florideen. — Arch. mikrosk. Anat., Bd. 3.
- Consden R., Gordon A., Martin A.* 1944. Qualitative analysis of proteins: a partition chromatographic method using paper. — Biochem. J., v. 38.
- Coward K. H.* 1924. Einige Beobachtungen über die Extraktion und Schätzung der Lipochrome aus tierischem und pflanzlichem Gewebe. — Biochem. J., v. 18.
- Cremer E.* 1970. Ist die Bödenzahl zur Charakterisierung einer Dünnschichtplatte geeignet? — Chromatographia, N 11.
- Czapek F.* 1900. Kohlensäure-Assimilation und Chlorophyll. — Bot. Ztg, Bd. 58. Abt. II.
- Czapek F.* 1902. Chlorophyllfunktion und Kohlensäureassimilation. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 20.
- Czapek F.* 1913. Biochemie der Pflanzen, Bd. 1, 2 Aufl. Jena.
- Day D. T.* 1897. A suggestion as to the origin of Pennsylvania petroleum. — Proc. Amer. Philos. Soc., v. 36.
- Day D. T.* 1900. The variation in the character of Pennsylvania and Ohio crude oils. — Ind. and Techn. Petroleum Rev., vol. 3, Suppl. Nr. 25 August 1900; Paper submitted to the First Internat. Petrol. Congr. Paris, August 16—28, 1900.
- Deitz V. R.* 1944. Bibliography of solid adsorbents 1900—1942. Washington; 1956. Bibliography of solid adsorbents 1943—1953. Washington.
- \**Dhéré Ch.* 1943. Michel Tswett. Le créateur de l'analyse chromatographique par adsorption. Sa vie, ses travaux sur les pigments chlorophylliens. — Candollea, v. 10.
- Dhéré Ch., Rogowski W.* 1912. Sur l'absorption des rayons violets et ultraviolets par les pigments carotinoides. — C. r. Acad. sci. Paris, t. 155.
- Dhéré Ch., Ryncki L.* 1913. Sur l'absorption des rayons visibles et ultraviolets par les pigments carotinoides. — C. r. Acad. sci. Paris, v. 157.
- Dhéré Ch., Vegezzi G.* 1916. Sur la composition pigmentaire de l'hépatochlorophylle. — C. r. Acad. sci. Paris, v. 163.
- Etard A.* 1906. La biochimie et les chlorophylles. Paris.
- Ettre L. S.* 1970. Does chromatography really mean colour writing. — Chromatographia, N 2.
- \**Ettre L. S.* 1971. The development of chromatography. — Analyt. Chem., v. 43, N 14.
- Famintzin A.* 1907. Die Symbiose als Mittel der synthese von Organismen. — Biel. Centralbl., Bd. 27.
- Farradane J.* 1951. History of chromatography. — Nature, vol. 167.
- Feigl F.* 1949. Chemistry of specific selective and sensitive reactions. N. Y.
- Feigl F.* 1950. Chemistry of specific, selective and sensitive reaction. — Research. N. 3.
- Fieser L.* 1941. Experiments in organic chemistry. 2nd ed. N. Y.
- Frank A.* 1882. Das Hypochlorin und seine Entstehungsbedingungen. — Bot. Cbl., Bd. 10.

- Frémy E.* 1860. Recherches sur la matière colorante verte des feuilles. — C. r. Acad. sci. Paris, v. 50.
- Frémy E.* 1877. Recherches chimiques, sur la matière verte des feuilles. III comm. — J. Pharm. et Chim., IV sér., t. 26.
- Fromann C.* 1884. Untersuchungen über Struktur, Lebenserscheinung und Reactionen thierischer und pflanzlicher Zellen. — Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft, Bd. 17.
- Gautier A.* 1879. Sur la chlorophylle. — C. r. Acad. sci. Paris, v. 89.
- Gautier A.* 1895. Sur la pluralité des chlorophylles. — C. r. Acad. sci. Paris, v. 120.
- Gerland E.* 1873. Über die Rolle des Chlorophylls bei der Assimilationstätigkeit der Pflanzen und das Spectrum der Blätter. — Ann. Phys. und Chem., Bd. 148.
- Goppelsröder F.* 1861. Über ein Verfahren die Farbstoffe in ihren Gemischen zuerkennen. — Ann. Phys. und Chem., Bd. 115.
- Goppelsröder F.* 1889. Über Capillaranalyse und ihre verschiedenen Anwendungen, und über das Emporsteigen der Farbstoffe in den Pflanzen, Wien.
- Goppelsröder F.* 1906. Anregung zum Studium der auf Capillar- und Adsorptionserscheinung berührenden Capillaranalyse. Basel.
- Grafe V.* 1912. Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden. Von E. Abderhalden, Bd. 6.
- Grafe V.* 1924. Anwendung von Adsorption und Capillarität zur biochemischen Analyse. — Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. 11, Bd. 2, H. 1—5.
- Grew N.* 1682. The anatomy of plants. London.
- Guiochon G., Jacob L.* 1971. Theory of chromatography at finite concentration. — Chromatogr. Revs, v. 14, N 2.
- Gurwitsch L.* 1912. Zur Kenntnis des Adsorptionsvorganges bei den Erdölprodukten. — Petroleum, Jg. 8, N 2.
- Hagenbach E.* 1870. Über die optischen Eigenschaften des Blattgrüns. — Ann. Phys. und Chem., Bd. 141.
- Hansen A.* 1889. Die Farbstoffe des Chlorophylls. Darmstadt.
- Hanson E. H.* 1939. Some properties of the chlorophyll in relation to its biological function. — Recueil trav. bot. néerl., v. 36.
- Hartley W.* 1891. The spectra of blue and yellow chlorophyll with some observations on leaf-green. — J. Chem. Soc., v. 59.
- Heines S. V.* 1969. Three who pioniered in chromatography. — Chem. Educ., v. 46, N 5.
- Hesse G.* 1936. Die chromatographische Analyse und ihre Anwendung. — Angew. Chem., Bd. 49.
- Hesse G.* 1943. Adsorptionsmethoden im chemischen Laboratorium mit besonderer Berücksichtigung der chromatographischen Adsorptionsanalyse (Tswet-Analyse). Berlin.
- Hesse G., Tschachotin B.* 1942. Adsorptionsanalyse von Gasen und Dämpfen. — Naturwissenschaften, Bd. 30.
- \**Hesse G., Weil H.* 1954. Michael Tswett's erste chromatographische Schrift. Eschwege.
- \**Hesse G., Weil H.* 1954. Michael Tswett's first paper on chromatography. Eschwege.
- Hofmeister W.* 1867. Die Lehre von der Pflanzenzelle.
- Hoppe-Seyler F.* 1880, 1881. Über das Chlorophyll der Pflanzen. — Z. physiol. Chem., Bd. 4, (1880); Bd. 5 (1881).



- James A. T., Martin A. J. P. 1952. Gas-liquid partition chromatography: the separation and micro-estimation of volatile fatty acids from formic acid to didecanoic acid. — *Biochem. J.*, v. 50.
- Kayser H. G. J. 1900—1912. *Handbuch der Spectroscopie*, Bd. 1—6. Leipzig.
- Karrer P. 1945. *Entwicklung der chemischen Forschung in den letzten 25 Jahren*. Zurich.
- Karrer P., Jucker E. 1948. *Carotinoide*. Basel.
- Kohl F. 1902. *Untersuchungen über das Carotin und seine physiologische Bedeutung in der Pflanze*. Leipzig.
- Konrad M. 1872. Vorläufige Notiz über die Trennung der Chlorophyllfarbstoffe. — *Flora*.
- Koshara W. 1936. Adsorptionsanalyse wässriger Lösungen. — *Z. physiol. Chem.*, Bd. 239.
- Koshara W. 1937. Die Tswettsche Adsorptionsanalyse (Chromatographische Analyse). — *Chemiker-Ztg*, N 17.
- Kraus G. 1872. *Zur Kenntnis der Chlorophyllfarbstoffe und ihrer Verwandten. Spektralanalytische Untersuchungen*. Stuttgart.
- Kraus G., Millardet A. 1868. Sur le pigment des *Phycocromacées* et des *Diatomées*. — *C. r. Acad. sci. Paris*, v. 66.
- Kuhn R., Lederer E. 1931. Zerlegung des Carotins in seine Komponenten. — *Ber. Dtsch. chem. Ges.*, Bd. 64.
- Kuhn R., Lederer E. 1931a. Fraktionierung und Isomerisierung des Carotins. — *Naturwissenschaften*, Bd. 19.
- Kuhn R., Winterstein A., Lederer E. 1931. Zur Kenntnis der Xanthophylle. — *Z. physiol. Chem.*, Bd. 197.
- Küster W. 1910. Beiträge zur Kenntnis des Blutfarbstoffs. — *Z. physiol. Chem.*, Bd. 6.
- Kylin H. 1926. Über die gelben Chromatophorenfarbstoffe der höheren Pflanzen. — *Z. physiol. Chem.*, Bd. 157.
- Kylin H. 1927. Über die carotinoiden Farbstoffe höherer Pflanzen. — *Z. physiol. Chem.*, Bd. 163.
- Lange E. 1967. Hochschulpädagogische Gesichtspunkte zur Chemikerausbildung. — *Chemiker-Ztg*, Jg. 91, N 9.
- Lange E. 1969. «Sorptionanalyse» statt «Chromatography». «Sorption Analysis» instead of «Chromatography». — *Chromatographia*, N 2.
- Lederer E. 1935. L'adsorption chromatographique et ses applications. — *Chimie et Industrie*, v. 33, N 5.
- Lederer E. 1934. *Les caroténoïdes des plantes*. Paris.
- Lederer E. 1949. *Chromatographie*. Paris.
- Lederer E., Lederer M. 1954. *Chromatographie*. Amsterdam.
- Lewis Y. F., Tuttle G. M. 1920. Osmotic properties of some plant cells at low temperatures. — *Ann. Bot.*, v. 34.
- Liebalde E. 1913. Über die Wirkung wässriger Lösungen oberflächenaktiver Substanzen auf die Chlorophyllkörner. — *Z. Bot.*, Bd. 5.
- Lippmaa Th. 1926. Sur les propriétés physiques et chimiques de la rhodoxanthine. — *C. r. Acad. sci. Paris*, v. 182.
- Lippmaa Th. 1926a. Sur les Hématocarotinoides et les xanthocarotinoides. — *C. r. Acad. sci. Paris*, v. 182.
- Lippmaa Th. 1926b. Über den vermuteten Rhodoxanthingehalt der Chloroplasten. — *Ber. Dtsch. bot. Ges.*, Bd. 44.
- Littlewood A. B. 1962. *Gas chromatography*. London.
- Lowitz T. E. 1806. *Meditationes experimentis superstructae de vero*

- agendi modo pulveris carbonium dum vim suam depuratricem exserit. — Nova Acta Acad. Sci., t. 15.
- Marchlewski L.* 1895. Die Chemie des Chlorophylls. Hamburg, Leipzig.
- \**Marchlewski L.* 1906. Zur Abwer. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 24.
- \**Marchlewski L.* 1907. Über Herrn Tswett's historischen Chlorophyllforschungen und seine Chlorophylline. — Ber. Dtsch. bot. Ges., Bd. 25.
- Marchlewski L.* 1909. Die Chemie des Chlorophylls. Braunschweig.
- Marchlewski L.* 1909a. Studien in der Chlorophyllgruppe. IV. — Biochem. Z., Bd. 21.
- Marchlewski L., Schunck C. A.* 1900. Zur Kenntniss des Chlorophylls. — J. prakt. Chem., Bd. 62.
- Martin A., Sygne R.* 1941. A new form of chromatogram employing two liquid phases. — Biochem. J., v. 35.
- Meyer A.* 1882. Über die Natur der Hypochlorinkrystalle Pringsheim's. — Bot. Ztg., Jg. 40.
- Meyer A.* 1883. Das Chlorophyllkorn in chemischer, morphologischer und biologischer Beziehung. Leipzig.
- Meyer K. H.* 1940. Die Höchpolymeren-Verbindungen. Leipzig.
- Meyer K. P.* 1939. Spektrophotometrische Untersuchungen des Chlorophylls in der Pflanze in Extrakten und Reinpräparaten. — Helv. phys. acta, Bd. 12.
- Mohl H.* 1837. Untersuchungen über die anatomischen Verhältnisse des Chlorophylls. Tübingen.
- Mohl H.* 1855. Über den Bau des Chlorophylls. — Bot. Ztg., Jg. 13.
- Müller N. J. C.* 1869. Notiz über die Farbstoffe im Chlorophyll. — Jahrb. wiss. Bot., Bd. 7.
- Palmer L. S.* 1913. Carotin, der natürliche gelbe Hauptfarbstoff des Milchfettes. Dissert. Univ. Missouri.
- Palmer L. S.* 1922. Carotenoids and related pigments. N. Y.
- Palmer L. S.* 1934. The biological and chemical nomenclature for the carotenoids. — Science, v. 79, N 2056.
- Palmer L. S., Eckles C. H.* 1914. The chemical and physiological relation of the pigments of milk fat to the carotin and xanthophylls of green plants. — J. Biol. Chem., v. 17.
- Palmer L. S., Eckles C. H.* 1914a. The fate of carotin and xanthophylls during digestion. — J. Biol. Chem., v. 17.
- Pelletier J., Caventou J.* 1818. Sur la matière verte des feuilles. — Ann. chim. et phys., t. 9.
- Pfaundler L.* 1860. Notiz über das Chlorophyll. — Liebig's Ann. Chem. und Pharm., Bd. 145.
- \**Poliakov I. A.* 1948. Brief an den Herausgeber. — Isis, v. 38.
- Pringsheim N.* 1874. Über die Absorptionsspectra der Chlorophyllfarbstoffe. — Monatsber. Berl. Akad. Wiss., Octob.
- Pringsheim N.* 1879. Über das Hypochlorin und die Bedingungen seiner Entstehung in der Pflanze. — Monatsber. Berlin. Akad. Wiss., Novemb.
- Pringsheim N.* 1881. Über Lichtwirkung und Chlorophyllfunction in der Pflanze. — Jahrb. wiss. Bot., Bd. 12.
- Pringsheim N.* 1882. Über Chlorophyllfunction und Lichtwirkung in der Pflanze. Offenes Schreiben zur Abwer. — Jahrb. wiss. Bot., Bd. 13.

- Purnell H. 1962. Gas chromatography. London.
- Purnell H. 1968. Progress in gas chromatography. N. Y.
- Rakusin M. 1906. Die Untersuchung des Erdoles und seiner Produkte. Braunschweig.
- Randerath K. 1962. Dünnschicht-Chromatographie. Weinheim.
- Reinboldt H. 1925. Capillar- und Adsorptionsanalyse. — In: Methoden der organischen Chemie, Bd. 1.
- Reinke J. 1880. Lehrbuch der allgemeinen Botanik mit Einschluss der Pflanzen-Physiologie. Berlin.
- Robinson Tr. 1959. Michael Tswett. — Chem. Educ., v. 36.
- Robinson Tr. 1960. Michael Tswett. — Chimia, Annual studies in the history of chemistry. Philadelphia, v. 6.
- Ruhland W. 1924. Vitalfärbung bei Pflanzen. — Handbuch der biologische Arbeitsmethoden. Abt. 11, T. 2, H. 1—5.
- Runge F. F. 1834, 1842, 1850. Farbenchemie, Bd. 1—3. Berlin.
- Runge F. F. 1850. Musterbilder zur Farbenchemie. Berlin.
- Runge F. F. 1855. Bildungstrieb der Stoffe. Oranienburg.
- Sachs J. 1862. Übersicht der Ergebnisse der neueren Untersuchungen über das Chlorophyll. — Flora, Bd. 45.
- Sachsse R. 1877. Die Chemie und Physiologie der Farbstoffe, Kohlenhydrate und Protein-Substanzen. Leipzig.
- \*Sakodinsky K. 1970. M. S. Tswett — his life. — J. Chromatogr., v. 49, may.
- \*Sakodinsky K. 1970a. M. S. Tswett — his life and work. — Chromatographia, N 2.
- Schertz F. M. 1929. Die reinen Farbstoffe, Carotin und Xanthophyll und die Tswettsche Adsorptionsmethode. — Plant Physiol., Bd. 4.
- Schilow N., Tschmutow K. 1929. Adsorptionsercheinungen in Lösungen. XVIII. Über die gasfreie Kohle als Adsorbent. — Z. phys. Chem., Abt. A, Bd. 143.
- Schilow N., Schatunowskaja H., Tschmutow K. 1930. Adsorptionsercheinungen in Lösungen. XX. Über den chemischen Zustand der Oberfläche von aktiver Kohle. — Z. phys. Chem., Abt. A, Bd. 149.
- Schmitz F. 1882. Die Chromatophoren der Algen. Bonn.
- Schimper A. 1885. Untersuchungen über die Chlorophyllkörner und ihnen homologen Gebilden. — Pringsh. Jahrb., Bd. 16.
- Schmitz F. 1884. Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren. — Pringsh. Jahrb., Bd. 15.
- Schönn L. 1870. Über Blattgrün und Blumenblau. — Z. analyt. Chem., Bd. 9.
- Schunck E. 1884. Note on the constitution of Chlorophyll. — Proc. Roy. Soc. London, v. 36.
- Schunck E., Marchlewski L. 1895. Zur Chemie des Chlorophylls. — Liebigs Ann., Bd. 284, 288.
- Schwab G. M., Dattler G. 1938. Inorganic chromatography. — Angew. Chem., Bd. 51.
- Schwab G. M., Ghosh A. N. 1940. Anorganische Chromatographie als Hilfsmethode der Mikroanalyse. — Angew. Chem., Bd. 53.
- Schwarz F. 1887. Morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas. — Cohn's Beitr. Biol., v. 5.
- \*Senchenkova E. M. [в печати] M. S. Tswett und Chromatographia. — Schriftenreihe Naturwiss. Techn. und Med.
- \*Senchenkova E. [в печати] Tswett Michail Semenowich. — In: Dictionary of Scientific Biography. N. Y.

- \**Senchenkova E.* [в печати] Tswett Michail Semenowich. — In: Encyclopedica Biografica degli Scienziati e degli Inventori. Milan.
- Senebier J.* 1782. Mémoire physico-chimiques sur l'influence de la lumière solaire pour modifier les êtres de trois règnes, surtout ceux du règne végétal, t. 1—3. Genève.
- Smith D. M.* 1954. A new name for «chromatography». — Chemistry and Industry.
- Sorby H. C.* 1873. On comparative vegetable chromatology. — Proc. Roy. Soc. London, v. 21.
- Stahl E.* [Hrsg.] 1962. Dünnschicht—Chromatographie, ein Laboratoriumshandbuch. Berlin.
- Stahl E.* 1965. Thin layer chromatography. Acad. Press.
- Stokes G. G.* 1852. On the change of refrangibility of light. — Philos. Trans., v. 142.
- Stokes G. G.* 1864. On the colouring matters of organic bodies by their optical properties. — Philos. Mag., v. 27.
- Spohn H.* 1935. Eine einfache Methode zur Trennung der Blattfarbstoffe. — Planta, Bd. 23.
- Stoll A., Wiedemann E., Rügger A.* 1941. Zur Kenntnis des Chloroplastins. — Verhandl. Schweiz. naturforsch. Ges., Bd. 121.
- Strain H. H.* 1945. Chromatographic adsorption analysis. N. Y.
- Strain H. H., Manning W. M.* 1942. Chlorofucine (chlorophyll  $\gamma$ ), a green pigment of diatoms and brown algae. — J. Biol. Chem., v. 144.
- Strain H. H., Sherma J.* 1967. Michael Tswett's contributions to sixty years of chromatography. — J. Chem. Educ., v. 44.
- Tiselius A.* 1942. A new method of adsorption analysis and some of its applications. — Advances in Colloid Sci., v. 1.
- Trappe W.* 1941. Die Trennung von biologischen Fettstoffen aus ihren natürlichen Gemischen durch Anwendung von Adsorptionssäulen. — Bioch. Z., Bd. 307.
- Traube J.* 1912. Capillaranalyse. — Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden. Berlin—Wien. Bd. 5, T. 2.
- Traube J.* 1925. Capillaranalyse. — Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. 3. T. A, H. 4—5.
- Treibs A.* 1932. Chlorophyll. — In: Klein G. Handbuch der Pflanzenanalyse. Bd. 3, T. 2, H. 2. Wien.
- Truter E. V.* 1963. Thin film chromatography. London.
- Tschirch A.* 1884. Untersuchungen über das Chlorophyll. Berlin.
- Tsweet M. S.* — См. в списке трудов М. С. Цвета.
- Vegezzi G.* 1916. Recherches sur quelques pigments des invertébrés: Hélicorubine, Hépatochlorophylle, Tétronerýthrine. Dissert. Fribourg.
- Verdeil F.* 1851. Recherches sur la matière colorante verte des plantes et sur la matière rouge du sang. — C. r. Acad. sci. Paris, v. 33.
- Verne J.* 1926. Les pigments dans l'organisme animal. Paris.
- Vigdergaus M. S.* 1972. On the definition of a chromatographic process. — Chromatographia, N 5.
- Vřešťál J.* 1954. Padesát let chromatographie. — Sov. veda, odd. Chemie, Praha, t. 4, N 2.
- Waldenström J.* 1935. Untersuchungen über Harnfarbstoffe, hauptsächlich Porphyrine, mittels der chromatographischen Analyse. — Dtsch. Arch. klin. Med., Bd. 178.

- Weil H. 1951. Industrial petroleum chromatography. — Petroleum, v. 14.
- Weil H. 1952. Fifty years of petroleum chromatography. — Petroleum Processing, vol. 7.
- Weil H. 1953. Farbenchromatographie. — Farbe und Lack, Bd. 59.
- Weil H. 1953a. The evolution of paper chromatography. — Kolloid-Z., Bd. 132.
- Weil H. 1954. Die Anfänge der Chromatographie. I. Geschichte der Chromatographie vor Michael Tswett. — Chemiker-Ztg., Bd. 78.
- Weil H. 1954a. Grundlagen und Entwicklung der Papierchromatographie. — Naturwiss. Rundschau, Bd. 7.
- Weil H., Williams T. I. 1950. History of chromatography. — Nature, v. 166.
- Weil H., Williams T. I. 1952. Definition of chromatography. — Nature, v. 170.
- Weil H., Williams T. I. 1952a. The origin of column-chromatography. Experientia, v. 8.
- Weil H., Williams T. I. 1953. Der Ursprung der Papier-Chromatographie. — Naturwissenschaften, Bd. 40.
- Wiesner J. 1882. Bemerkungen über die Natur des Hypochlorins. — Bot. Cbl., Bd. 10.
- Wiesner J. 1874. Bemerkungen über die angeblichen Bestandtheile des Chlorophylls. — Flora.
- Williams T. I. 1946. An introduction to chromatography. London.
- Williams T. I. 1953. Chromatography past and present. — Discovery, v. 14.
- \*W[illiams] T. I. 1969. Tswett Michel. — A biographical dictionary of scientists. London.
- Willstaedt H. 1938. L'analyse chromatographique et ses applications. Paris.
- Willstätter R. 1910. Chlorophyll und seine wichtigsten Abbauprodukte. — Handbuch biochemischen Arbeitsmethoden, Bd. 2. Berlin.
- Willstätter R. 1911. Pflanzenfarbstoffe. A. Chlorophyll. — Biochem. Handlexikon. Bd. VI. Berlin, 1911.
- Willstätter R. 1936. Die Blatfarbstoffe. — Handbuch der biol. Arbeitsmethoden v. E. Abderhalden., Berlin, Abt. 1, Th. 11. Hf. 1.
- Willstätter R., Isler M. 1912. Über die zwei Komponenten des Chlorophylls. — Liebig's Ann. Chem., Bd. 390.
- Willstätter R., Page H. J. 1914. Chlorophyll. XXIV. Über die Pigmente der Braunalgen. — Liebig's Ann. Chem., Bd. 404.
- Willstätter R., Stoll A. 1912. Untersuchungen über Chlorophyll. XIX. Über die Chlorophyllide. — Liebig's Ann. Chem., Bd. 377.
- Willstätter R., Stoll A. 1913. Untersuchungen über Chlorophyll. Methoden und Ergebnisse. Berlin.
- Winterstein A. 1933. Fraktionierung und Reindarstellung von Pflanzenstoffe nach dem Prinzip der chromatographischen Adsorptionsanalyse. — In: G. Klein. Handbuch der Pflanzenanalyse, Bd. 4. Wien.
- Winterstein A. 1938. Fraktionierung und Reindarstellung organischer Substanzen nach dem Prinzip Tswettschen Adsorptionsmethode. — In: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. 5, Bd. 10.
- Winterstein A., Ehrenberg U. 1932. Über die Verbreitung und Natur der Carotinoide in Beeren. — Z. physiol. Chem., Bd. 207.

- Winterstein A., Stein G.* 1933. Fraktionierung und Reindarstellung organischer Substanzen nach dem Prinzip der chromatographischen Adsorptionsanalyse. I Mitt.: Anwendungsbereich. — *Z. physiol. Chem.*, Bd. 220.
- Winterstein A., Stein G.* 1934. Fraktionierung und Reindarstellung organischer Substanzen nach dem Prinzip der chromatographischen Adsorptionsanalyse. II Mitt.: Chlorophylle. — *Z. physiol. Chem.*, Bd. 220.
- Winterstein A., Schön K.* 1934. IV Mitt.: Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe. — *Z. physiol. Chem.*, Bd. 230.
- Zechmeister L.* 1932. Carotinoide höherer Pflanzen. — In: Klein Handbuch der Pflanzenanalyse, Bd. 3, T. 2, H. 2. Wien.
- Zechmeister L.* 1934. Carotinoide. Berlin.
- \**Zechmeister L.* 1946. Mikhail Tswett — the inventor of chromatography. — *Isis*, v. 36, pt. 2, N 104.
- \**Zechmeister L.* 1948. History, scope and methods of chromatography. — *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, v. 49.
- Zechmeister L.* 1950. Progress in chromatography. 1938—1947. N. Y.
- Zechmeister L.* 1967. Historical introduction. — In: *E. Heftmann. Chromatography*, 2nd ed. N. Y.
- Zechmeister L.* 1951. Early history of chromatography. — *Nature*, v. 167.
- Zechmeister L., Cholnoky L.* 1934. Untersuchungen über den Paprikafarbstoff. VII. Adsorptionsanalyse des Pigments. — *Liebig's Ann.* Bd. 509.
- Zechmeister L., Cholnoky L.* 1936. Dreissig Jahre Chromatographie. — *Monatsh. Chem.*, Bd. 68.
- Zechmeister L., Cholnoky L.* 1936a. Dreissig Jahre Chromatographie. — *Wiener Akademie—Berichte*, Abt. 2, Bd. 145.
- Zechmeister L., Cholnoky L.* 1937. Die chromatographische Adsorptionsmethode. Wien.
- Zechmeister L., Cholnoky L.* 1938. Die chromatographische Adsorptionsmethode. 2 Aufl. Wien.
- Zechmeister L., Cholnoky L.* 1943. Principles and practice of chromatography, transl. A. L. Bacharach and F. A. Robinson. London.

## Содержание

---

От автора . . . . .	5
Часть I.	
<b>Жизнь и деятельность М. С. Цвета</b>	
Швейцария. Детство и юность . . . . .	17
Женева. Первые шаги в науке . . . . .	32
Петербург. Научный поиск . . . . .	45
Варшава. Вершина творчества . . . . .	83
Нижний Новгород—Юрьев—Воронеж. Трудные годы . . . .	124
Часть II.	
<b>Создание и развитие хроматографического метода</b>	
Хроматографический адсорбционный анализ . . . . .	165
Хроматографический адсорбционный метод М. С. Цвета до 40-х годов . . . . .	201
Попытки опровергнуть приоритет М. С. Цвета . . . . .	228
Развитие идей М. С. Цвета в современной хроматографии . .	249
Наш современник — М. С. Цвету . . . . .	267
Послесловие . . . . .	278
Основные даты жизни и деятельности М. С. Цвета . . .	282
Список опубликованных работ М. С. Цвета (М. Tswett) . .	285
Литература . . . . .	291

*Евгения Михайловна Сенченкова*

**Михаил Семенович Цвет**  
**1872—1919**

*Утверждено к печати редколлегией  
научно-популярной серии  
Академии наук СССР*

Редактор издательства *В. Н. Вяземцева*  
Художественный редактор *Т. П. Поленова*  
Художник *С. А. Данилов*  
Технический редактор *Н. Н. Плохова*

Сдано в набор 11/VI 1973 г. Подписано к печати 1/X 1973 г.  
Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага № 2. Усл. печ. л. 16,27.  
Уч.-изд. л. 17,2. Тираж 3900 экз. Т-16211. Тип. зак. 402.  
*Цена 1 р. 03 к.*

Издательство «Наука»  
103717 ГСП, Москва. К-62, Подсосенский пер., 21

1-я типография издательства «Наука»  
199034. Ленинград, В-34, 9-я линия, 12



Михаил Семенович ЦВЕТ

Е. М. Сенченкова



*Е. М. Сенченкова*

**Михаил Семенович**

**ЦВЕТ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»



ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ КНИГА:

---

Э. А. Асратян  
Иван Петрович Павлов  
(1849—1936)  
19 л. 1 р. 20 к.

Книга посвящена жизни и деятельности Ивана Петровича Павлова, великого русского ученого. Выдающийся физиолог, создатель материалистического учения о высшей нервной деятельности, автор метода условных рефлексов, основатель материалистической психологии — таким предстает И. П. Павлов в книге члена-корреспондента АН СССР Э. А. Асратяна. Она строго научна по содержанию, популярна по форме изложения, хорошо иллюстрирована, рассчитана на широкие круги читателей.

Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресам: Москва, В-463, Мичуринский проспект, 12, магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига»; Ленинград, П-110, Петрозаводская ул., 7, магазин «Книга — почтой» Северо-Западной конторы «Академкнига»; Киев, ул. Ленина, 42; Новосибирск 91, Красный проспект, 51, или в ближайший магазин «Академкнига».

1 р. 03 к.