

Е.П. Бахирева

ФОТОСТАБИЛЬНОСТЬ СИНИХ ЧЕРНИЛ ШАРИКОВЫХ РУЧЕК

Научный руководитель: канд. мед. наук, доц. Т.В. Латушко

Кафедра общей химии

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

E.P. Bakhirava

PHOTOSTABILITY OF BLUE BALLPOINT PEN INKS

Tutor: assistant professor T.V. Latushko

Department of General Chemistry

Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. В ходе работы было изучено восемь образцов синих чернил шариковых ручек производства Китай, Россия, Германия, Чехия, Тайвань. Осуществлена попытка определения компонентного состава синих чернил шариковых ручек путем сравнения их хроматографических подвижностей с подвижностями основных красителей, а также поведение этих компонентов с течением времени.

Ключевые слова: фотостабильность, тонкослойная хроматография, хроматограмма.

Resume. In this study, eight samples of blue ballpoint pen inks from China, Russia, Germany, the Czech Republic, and Taiwan were examined. An attempt was made to determine the component composition of the inks by comparing their chromatographic mobility with the mobility of primary dyes, as well as analyzing the behavior of these components over time.

Keywords: photostability, thin-layer chromatography, chromatogram.

Актуальность. Многообразие методик определения состава чернил и способов установления различий по составу паст изучены недостаточно. Разделение основных компонентов синих чернил шариковых ручек методом тонкослойной хроматографии позволяет проводить качественный анализ паст шариковых ручек синего цвета.

Цель: изучить фотостабильность образцов синих чернил шариковых ручек.

Задачи:

1. Получить хроматограммы образцов синих чернил шариковых ручек.
2. Установить основные красители, содержащиеся в исследуемых образцах.
3. Выявить фотостабильные образцы синих чернил.

Материал и методы. В данной работе были использованы образцы синих чернил разных производителей, хроматограммы, полученные в ходе научной работы, хроматографический метод анализа.

Результаты и их обсуждение. Тонкослойная хроматография (ТСХ) представляет собой метод разделения, основанный на процессах адсорбции, распределения, ионного обмена или на их комбинации и осуществляется посредством перемещения в тонком слое веществ, растворенных в растворителе или в соответствующей смеси растворителей. Неподвижная фаза состоит из подходящего материала, нанесенного в виде тонкого слоя и зафиксированного на

подложке из стекла, металла или полимера.[1]На основании литературных данных подобрали из 4 системы растворителей и подобрали наилучшую (таблица 1).[2]

Табл. 1. Система растворителей

Растворитель (система растворителей)	Объем растворителя, мл
Этанол	10
Метанол	10
Этилацетат / этиловый спирт / дистиллированная вода	5,2 / 2,6 / 2,2
Ацетон / вода	6 / 4

Составили легенду образцов синих чернил шариковых ручек и присвоили им номера по порядку (таблица 2)

Табл. 2. Образцы чернил

Название образца (производитель)	Стоимость (в белорусских рублях)
Corvino «51» (Китай)	0,5 – 0,8
Brauberg (Германия)	0,8 – 1,3
Miraculous «051» (Китай)	0,4 – 1,2
Piano Cristal (Россия)	0,4 – 1,2
Tukzar (Китай)	0,4 – 1,5
Noor Hardtmuth (Чехия)	2,5 – 2,9
STAEDTLER (Тайвань)	0,8 – 1,3
Erich Krause (Китай)	0,6 – 1,6

На 4 пластинках для ТСХ (Silufol – тонкий слой силикагеля на алюминии) разделение вещества происходило в камере, состоящая из чашки Петри и химического стакана.

Лучшее разделение чернила произошло на третьей пластинке в системе растворителей этилацетат/этиловый спирт/дистиллированная вода в горизонтальном положении (рис. 1, пластинка 3).

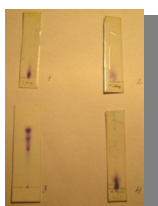


Рис. 1 – Результаты хроматограмм в разных системах растворителей

В 8 микропробирках объемом 2 мл выдавили по 1 капле чернил, взвесили на аналитических весах и пронумеровали с учетом легенды образцов, рассчитали необходимый объем растворителя (таблица 3) [3].

Табл. 3. Объем растворителей

Масса чернил, мг	Объем метанола, мл	Конечная концентрация, мг/мл
16,8	0,84	20

15,6	0,78	20
		<i>Продолжение таблицы 3</i>
9,8	0,49	20
19,1	0,96	20
11,4	0,57	20
20,0	1	20
16,0	0,80	20
17,0	0,85	20

В некоторых микропробирках процесс шел медленно из-за присутствующих связующих полимеров, поэтому нагрели все образцы при температуре 55°C в течение 30 минут. Приготовили смеси одинаковой концентрации 20 мкг/мкл.

Пластинку для ТСХ выдержали при 60°C в течении 30 минут. Нанесли по 5 мкл каждого образца раствора (по 100 мкг пасты), пронумеровали от 1 до 8. [4]

В пластиковую камеру с крышкой налили 10 мл третьей системы растворителей и опустили пластинку. Хроматография длилась около 40 минут. (рис. 2)

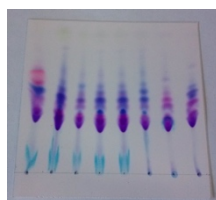
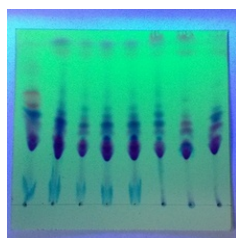
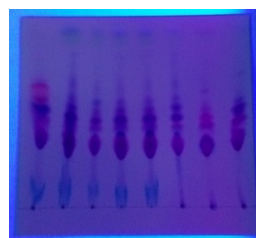


Рис. 2 – Хроматограмма на пластинке TLC Silica gel 60 F254

Посветили пластинку с полученной хроматограммой ультрафиолетом длина волны 254 нм и 365 нм (рис. 3, а и б соответственно). Вверху проявились пятна желтого цвета.



а



б

Рис. 3 – Хроматограмма под ультрафиолетом с длиной волны 254 нм и 365 нм

Анализ хроматограммы (№ 1): образец № 1 отличается красным пятном, образцы № 2 – 6 похожи между собой, образец № 7 отличается от образца № 8 синим пятном внизу и отсутствием синего пятна вверху. Образцы 1 – 5 имеют голубые пятна. (рис. 4)

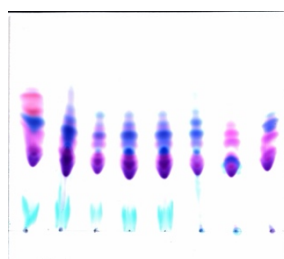


Рис. 4 – Хроматограмма № 1

Анализ хроматограммы (№ 2): в образце № 1 красное пятно стало светло-фиолетовым, в образцах № 3, 7, 8 светло-фиолетовые пятна выцвели, во всех образцах ярко-синий цвет изменился на темно-синий, в образцах № 1 – 5 голубой цвет остался, сохранился темно-фиолетовый цвет во всех образцах (рис. 5).

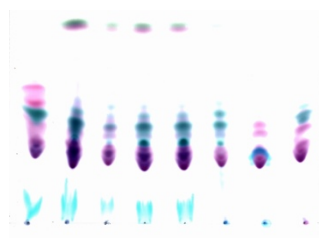


Рис. 5 – Хроматограмма № 2

Анализ хроматограммы (№ 3): в образце № 1 темно-фиолетовое пятно и светло-фиолетовое стали бледнее, темно-синее пятно стало темно-зеленым. В образце № 2 видны 2 ярких пятна – темно-фиолетовое и темно-зеленое. В 4 и 5 образцах видны 2 ярких пятна – темно-фиолетовое и темно-зеленое, сохранились светло-зеленые пятна. В 7 образце видны 2 светлых пятна – светло-синее и светло-фиолетовое. Голубой цвет сохранился в образцах 1 – 5. Образцы 3,6 и 8 схожи между собой 2 светлыми пятнами– светло-фиолетовое и светло-зеленое. (рис. 6)

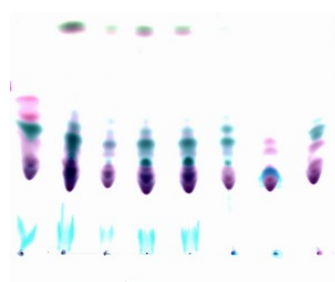


Рис. 6 – Хроматограмма № 3

Для выявления красителей, содержащихся в образцах синих чернил № 1, 4, 7 сравнивали их с красителями, применяющимися для производства синих чернил.[5] Были выбраны образцы № 1 так, как отличался от всех красным пятном, № 4 похож на образцы 2, 3, 5 и 6, № 7 отличался синим пятном внизу и фиолетовыми пятнами сверху. Составили легенду для образцов красителей (табл. 4).

Табл. 4. Образцы красителей

Номер образца	Название образца красителя
1	Кристаллический фиолетовый
2	Метиловый фиолетовый
3	Метиленовый синий ЧДА
4	Активный ярко-голубой КХ
5	Толуидиновый синий (Toluidinblau O)
6	Ночной синий (Nachtblau)
7	Основной голубой (Basic Blue 41)
8	Фуксин (Fukszin bazikus)
9	Паракселеновый голубой (p-Xylenolblau)
10	Бромтимоловый синий
11	Метиленовый фиолетовый (Methylene Violet 3 RAX)

Пронумеровали 11 микропробирок, в которые внесли небольшое количество каждого образца красителей и добавили метанол

На пластинку для ТСХ нанесли точки исследуемых образцов смесей чернил 1, 4, 7 (стали 1*, 4*, 7*) и предполагаемых компонентов смеси.

Через 50 минут компоненты исходной смеси разделились на ряд пятен, которые сравнили с положением пятен (рис. 7).

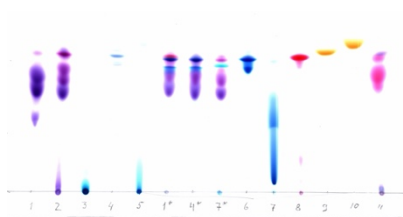


Рис. 7 – Хроматограмма № 4

Данные хроматограммы (№ 4): наиболее вероятные кандидаты основных компонентов чернил - это красители 2 (метиловый фиолетовый), 6 (ночной синий) и 8 (фуксин). Более конкретный состав можно узнать, используя другие точные методы анализа, например, высокоэффективную жидкостную хроматографию.

Выводы:

1. Разделение компонентов чернил происходит лучше в горизонтальном положении пластинки при использовании системы растворителей этилацетат/этиловый спирт/дистиллированная вода в соотношении 5,2 / 2,6 / 2,2 (в мл).

2. В качестве основных компонентов синих чернил в исследуемых образцах могут быть следующие красители – метиловый фиолетовый, ночной синий, фуксин.

3. Установлено 3 наиболее фотостабильных образца исследуемых чернил – № 2 (Brauberg (Германия)), № 4 (Piano Cristal (Россия)) и № 5 (Tukzar (Китай)).

4. Соотношение фотостабильности данных образцов с их стоимостью показало отсутствие зависимости от увеличения цены.

Литература

1. Березкин В.Г. Тонкослойная хроматография: В 2-х т. Пер. с англ./ – М.: Мир, 1981. – 382 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия. – Л.: Химия, 1978. – 720 с.
3. Скатецкий В.Г., Свиридов Д.В., Яшкин В.И. Математические методы в химии: учебное пособие для студентов вузов. – Минск: ТетраСистемс, 2006. – 368 с.
4. Djavanshir Djozan, Tahmineh Baheri, Ghader Karimian, Masomeh Shahidi. Forensic discrimination of blue ballpoint pen inks based on thin layer chromatography and image analysis. Forensic Science International 179 (2008): 199–205.
5. Marcin Kunicki. Differentiating blue ballpoint pen inks. Institute of Forensic Research, Cracow (2002): 56–70.