

УДК 543.62

*Л.С. Егорова, О.А. Теслина***Тест-метод определения пероксида водорода
реагентными индикаторными полосами**

Ключевые слова: тест-метод, индикаторная бумага, пероксид водорода, пероксидаза хрена, о-фенилендиамин, м-фенилендиамин, о-толуидин, бензидин, предел обнаружения, интенсивность окраски, тест-полоса, цветовая шкала.

Key words: a test method, a display paper, peroxid hydrogen, peroxidase a horse-radish, o-fenilendiamin, m-fenilendiamin, o-toluidin, bensidin, a detection limit, intensity of colouring, a test strip, a colour scale.

Одной из важнейших тенденций развития современной аналитической химии является стремление к удешевлению и упрощению процедуры анализа, что возможно за счет разработки методов и средств экспресс-контроля, к числу которых могут быть отнесены и тест-методы. Тестирование в химическом анализе означает быструю и простую оценку присутствия и содержания химического компонента в образце. В настоящее время тест-методами в России занимаются такие ученые, как В.Г. Амелин, Ю.А. Золотов, В.М. Островская.

Тест-методы применяют в клиническом анализе, при обнаружении боевых отравляющих веществ и наркотиков, а в настоящее время они приобретают все большее значение при анализе объектов окружающей среды.

Тест-системы используются для качественного обнаружения компонентов, полуколичественного и количественного их определения. Они должны обладать нужной чувствительностью и избирательностью действия, обеспечивать необходимую точность и надежность определения, быть простыми в применении. Важно, чтобы взаимодействия и реакции протекали быстро, а их эффект был наглядным и доступным.

Тест-методы особенно подходят для оценки обобщенных показателей безопасности объекта, например общей токсичности воды или суммарного количества тяжелых металлов в воде. Их удобно использовать при анализе жидких пищевых продуктов. В первую очередь это относится к анализу питьевой и минеральной воды, фруктовых и овощных соков, винной продукции, водки, слабоокрашенных напитков и др. [1].

Актуальность определения пероксида водорода обусловлена тем, что в настоящее время необходим оперативный контроль его содержания в водных и воздушных средах, а также в медицинских препаратах.

За основу взята методика В.М. Островской [2].

Методика модифицирована следующим образом: вместо предложенной ранее в качестве основы бумаги марки III использовали бумагу марки F. с фильтровальной способностью 40 мм/мин. Дорогой 3,3',5,5'-тетраметилбензидин заменен более дешевыми о-фенилендиамином, м-фенилендиамином, о-толуидином и бензидином. В основе применяемого тест-метода лежит реакция окисления редокс-индикатора (о-фенилендиамина, м-фенилендиамина, о-толуидина и бензидина) пероксидов водорода, с катализатором пероксидазой хрена.

Пероксидаза хрена, несмотря на свое название, содержится в картофеле, свекле, но наибольший процент этого вещества находится в корневище хрена. Для работы использовали свеженатертый хрен (навеску 5,00 г растирали в ступке с бидистиллированной водой, затем разбавляли до 50 мл и настаивали в течение 30 мин).

Для изготовления тест-полос использовали фильтровальную бумагу марки F. Тест-полосы нарезали размером 6×50 мм. Листы бумаги-основы для экспресс-тестов промывали уксусной кислотой и два раза бидистиллированной водой, сушили. После этого бумагу пропитывали раствором пероксидазы хрена в буферном растворе; сушили. Затем ее пропитывали этанольным раствором о-фенилендиамина (м-фенилендиамина, о-толуидина и бензидина) и снова сушили. С о-фенилендиамином получили реагентную индикаторную бумагу белого цвета с желтым оттенком, с м-фенилендиамином – бумагу серого цвета, с о-толуидином – телесного, а с бензидином – светло-бежевого цвета.

Следующий шаг в работе – было создание стандартной цветовой шкалы. Для этого из стандартного

Таблица 1

Результаты определения пероксида водорода с о-фенилендиамином

Объект анализа	Найдено тест-методом, %	Найдено фотометрическим методом, %
Раствор пероксида водорода (3%) разбавленный (ОАО «Московская фармацевтическая фабрика»)	2,7 ± 0,1	2,98 ± 0,02
Гидроперит (ОАО «Татхимпрепараты»), масса таблетки 1,5 г, содержание H ₂ O ₂ 0,5 г	0,5 ± 0,1	0,48 ± 0,02

Результаты определения пероксида водорода с о-толуидином

Объект анализа	Найдено тест-методом, %	Найдено фотометрическим методом, %
Раствор пероксида водорода (3%) разбавленный (ОАО «Московская фармацевтическая фабрика»)	2,7 ± 0,1	2,96 ± 0,02
Гидроперит (ОАО «Татхимпрепараты»), масса таблетки 1,5 г, содержание H ₂ O ₂ 0,5 г	0,5 ± 0,1	0,49 ± 0,02

раствора пероксида водорода отбирали аликвотную часть, разбавляли дистиллированной водой и таким образом получили исходный раствор для градуировочной серии. Рабочие растворы меньших концентраций готовили последовательным разбавлением исходного раствора дистиллированной водой. Индикаторную бумагу пропитывали в рабочих растворах, высушивали и таким образом получили стандартные цветовые шкалы. Цветовая шкала, для создания которой использовался о-фенилендиамин, имеет переход окраски от светло-желтой до темно-оранжевой; шкала с м-фенилендиаминном – от светло-серой до темно-серой; с о-толуидином – от светло-зеленой до грязно-зеленой; с бензидином – от светло-бежевой до коричневой.

Сравнивая эти шкалы, можно сделать вывод, что интенсивность и переход окраски лучше всего наблюдались на бумаге, пропитанной о-фенилендиаминном и о-толуидином. Для дальнейшей работы применяли шкалы с этими реагентами.

С помощью индикаторной бумаги определяли пероксид водорода в медицинских препаратах (раствор пероксида водорода и таблетки «Гидроперит»).

Для анализа раствора пероксида водорода (3%) отбирали аликвотную часть из раствора и разбавляли дистиллированной водой. Тест-полосу опускали в полученный испытуемый раствор и затем наблюдали ее цвет после высушивания в эксикаторе через 3 мин. Интенсивность окраски реакционной зоны бумаги оценивали по стандартной цветовой шкале.

Для анализа таблеток «Гидроперит» (масса таблетки 1,5 г, содержание пероксида водорода 0,5 г) навеску препарата растворяли в дистиллированной воде. Тест-полосу опускали в полученный раствор и после 3-минутного высушивания сравнивали полученный цвет со стандартной цветовой шкалой.

Бумага сохраняет реакционные свойства не менее трех месяцев. Время анализа составляет 3–5 мин.

В качестве метода сравнения использовали фотометрический метод. Одну бумажную полосу РИБ погрузили на 1 с в дистиллированную воду, вторую

– в анализируемый раствор, затем обе полосы поместили в стеклянные кюветы и измерили оптическую плотность второй полосы по отношению к первой на спектрофотометре КФК-2 при $\lambda = 670$ нм [2]. Концентрацию пероксида водорода определили по градуировочным графикам: $y = -0,2 + 0,153x$; $y = -0,2 + 0,128x$. Результаты в таблицах 1 и 2 представлены в пересчете на содержание H₂O₂ в анализируемых объектах.

Процедуры визуального тестирования дают возможность проводить определения по одной и той же цветовой шкале в различных диапазонах концентраций путем варьирования объема пробы, взятой для анализа.

На основе полученных данных разработана методика визуального и фотометрического экспрессного полуколичественного определения пероксида водорода в медицинских препаратах.

Предлагаемый метод может быть использован при оперативном контроле содержания пероксида водорода в водных средах.

Таким образом, в результате эксперимента

1) модифицирован тест-метод определения пероксида водорода путем замены носителя (фильтровальная бумага марки Ш на фильтровальную бумагу марки F) и реагента (3,3',5,5'-тетраметилбензидина на о-фенилендиамин и о-толуидин) при изготовлении индикаторных бумаг;

2) изготовлены реагентные индикаторные бумаги и созданы стандартные цветовые шкалы для быстрого и удобного определения пероксида водорода. Индикаторные бумаги сохраняют свои реакционные свойства при правильном хранении не менее трех мес.;

3) установлено содержание пероксида водорода в медицинских препаратах с помощью визуального и фотометрического определения интенсивности окраски индикаторных бумаг. Диапазон определяемых содержаний пероксида водорода составляет 2,0–12,0 мг/л (2×10^{-4} – $1,2 \times 10^{-3}\%$), время анализа – 3–5 мин. Предлагаемый тест-метод можно использовать для простого и быстрого контроля пероксида водорода в реальных объектах.

Библиографический список

1. Золотов, Ю.А. Химические тест-методы анализа / Ю.А. Золотов, В.М. Иванов, В.Г. Амелин ; под ред. Ю.А. Золотова. – М., 2002.

2. Островская, В.М. Экспрессное тест-определение пероксида водорода реагентными индикаторными полосами / В.М. Островская, Ю.А. Золотов, А.В. Давыдов // Журнал аналитической химии. – 1999. – №8.