

# ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ВОДНЫЕ РАСТВОРЫ ТАРТРАЗИНА И ЭРИТРОЗИНА

А. С. Воронцова, Н. А. Селивончик

## ВВЕДЕНИЕ

Действие ионизирующего излучения на водные растворы красителей вызывает заметные изменения, связанные с обесцвечиванием, раствора в исследуемых системах. Этот эффект находит применение в радиационной химии, электронике, оптике, медицине, биологии и др. Прикладное значение имеют радиационно-индуцированное обезвреживание сточных вод в текстильной промышленности, а также использование растворов красителей в целях дозиметрии.

В качестве объектов исследования в настоящей работе выбраны красители тартразин (Т) и эритрозин (Э). Данные соединения относятся к синтетическим органическим красителям. Они широко применяются в пищевой, текстильной и косметической промышленности для придания желто-красной окраски. Согласно классификации (Т) представляет собой добавку Е102, а (Э) – Е127. После того, как было доказано, что исследуемые соединения обладают токсичностью, их использование в ряде стран было ограничено или запрещено. В частности, использование этих красителей в пищевых продуктах запрещено в Республике Беларусь и Российской Федерации. В США и ЕС они применяются для окрашивания лекарственных средств.

Токсический эффект этих красителей может быть обусловлен их взаимодействием с образующимися в организме активными формами кислорода или пероксидами. В этой связи, целью данной работы явилось изучение радиационно-химических превращений (Т) и (Э) в водных растворах, определение значений радиационно-химических выходов разложения (Т) и (Э) и оценка влияния на процессы разложения кислорода, кислотности среды, органических добавок и пероксида водорода.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Растворы изучаемых соединений готовили посредством растворения навесок красителей в дистиллированной воде. Растворы для калибровки готовили объемным методом путем последовательных разбавлений. Диапазон исследованных концентраций:  $10^{-5}$  –  $10^{-4}$  М. Облучение проводили в ампулах из стекла или в пробирках с притертыми пробками а  $\gamma$  -

установке «МРХγ -25М» с источником на основе  $\text{Co}^{60}$ . Облученные растворы анализировали спектрофотометрически. При проведении дозиметрических измерений использовался ферросульфатный дозиметр [1]. Рассчитанная мощность дозы составила  $0,220 \pm 0,002$  Гр/с.

Определение молярных коэффициентов экстинкции осуществляли на основании спектрофотометрических измерений серии стандартных растворов красителей. Спектры поглощения исследуемых красителей снимали на спектрофотометре Metertech SP-8001.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Спектры поглощения водных растворов (Т) и (Э) представлены на рис.1(а,б).

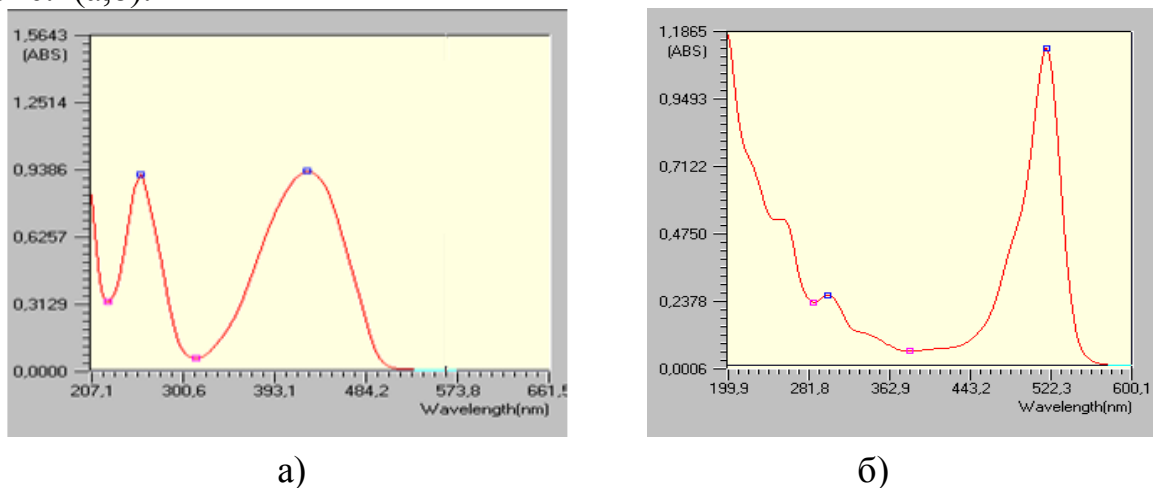


Рис.1. Спектры поглощения водных растворов тартразина (а) и эритрозина

Анализ спектра, приведенного на рис. 1а, показывает, что в спектре водного раствора (Т) имеются максимумы поглощения при 257 и 426 нм. Согласно рис. 1б, в спектре (Э) присутствует только один четко выраженный максимум при  $\lambda=517$  нм.

Калибровочные графики для определения красителей, строили для длин волн, отвечающих максимумам их поглощения. Анализ спектров (Т), приведенных на рис. 2, показал, что с ростом концентрации (Т) наблюдается увеличение оптической плотности для обеих длин волн. Для количественной оценки величины поглощения нами выбрана длина волны  $\lambda=426$  нм. Выбор данной длины волны позволял количественно определить вещество с наибольшей точностью и чувствительностью. Коэффициент экстинкции для водного раствора (Т) при  $\lambda_{\text{max}}=426$  нм составил  $17139 \pm 352,9$  моль/(л\*см).

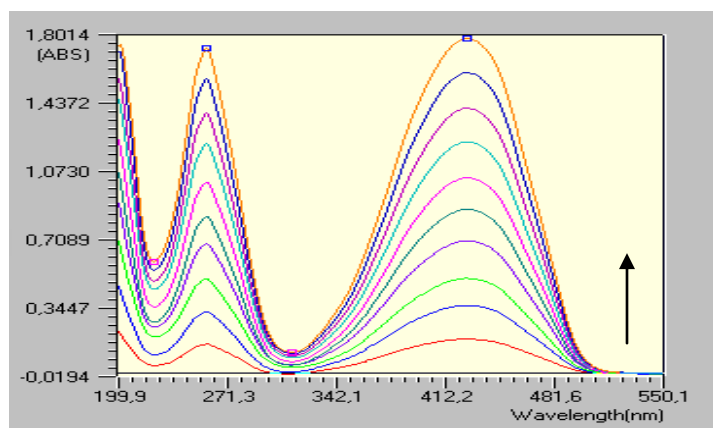


Рис.2. Спектры поглощения водных растворов тартразина в диапазоне концентраций от  $1 \cdot 10^{-5}$  до  $1 \cdot 10^{-4}$  М.

Поскольку, для водного раствора (Э) наблюдался один максимум поглощения ( $\lambda = 517$  нм), все результаты измерения проводились при 517 нм. Коэффициент молярного погашения для водного раствора (Э) при  $\lambda_{\text{max}}=517$  нм составил  $6339 \pm 892,7$  моль/(л\*см).

Крайне малая растворимость (Э) в воде обуславливает большую ошибку определения коэффициента экстинкции. В этой связи, для подтверждения характерной особенности красителей - обесцвечивания под действием  $\gamma$ -излучения, были исследованы этанольные растворы (Э). Спектры поглощения этанольных растворов приведены на рис.3.

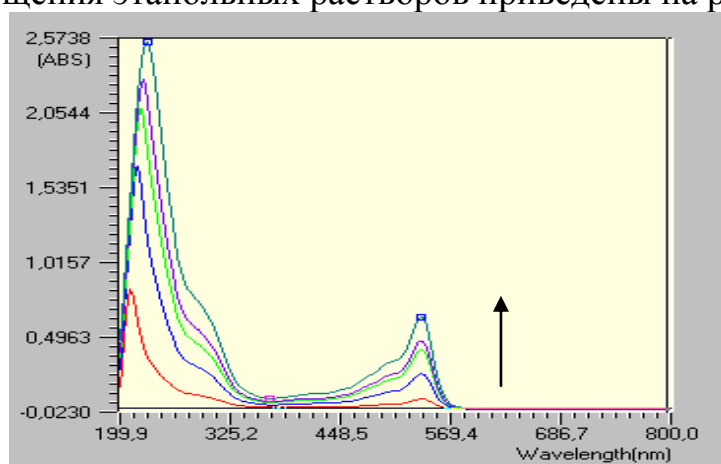


Рис.3. Спектры поглощения этанольных растворов эритрозина в диапазоне концентраций от  $0,57 \cdot 10^{-5}$  до  $2,87 \cdot 10^{-5}$  М.

Анализ спектров показал, что замена воды на этанол приводит к bathochromному сдвигу, а разбавление растворов вызывает гипсохромный эффект. Коэффициент молярного погашения раствора (Э) в этаноле при 537 нм составил ( $\epsilon=21205 \pm 474$  моль/(л\*см)).

Установлено, что в интервале поглощенных доз 13-150 Гр, зависимость кинетики радиационно-химического обесцвечивания водных растворов (Т) имеет линейный характер. Радиационно-химический выход разложения

увеличивается с ростом концентрации (Т). В растворах с концентрацией (Т)  $1,42 \cdot 10^{-5}$  М;  $6,25 \cdot 10^{-5}$  М;  $1,01 \cdot 10^{-4}$  М;  $1,32 \cdot 10^{-4}$  М; значения выходов (G, молекул/100 эВ) составили соответственно:  $1,41 \pm 0,028$ ;  $1,56 \pm 0,031$ ;  $1,67 \pm 0,033$  и  $2,19 \pm 0,043$ , что соответствует практически линейной зависимости роста выхода с увеличением концентрации красителя.

Выход обесцвечивания (Э) в этаноле оказался более низким. При начальной концентрации (Э)  $2,8 \cdot 10^{-5}$  М выход разложения (Э) составил 0,054 молекулы/ 100 эВ. Более высокие концентрации (Э) не исследованы из-за нарушения закона светопоглощения.

Установлено, что в растворах с добавками маннозы и глюкозы радиационный выход обесцвечивания снижается, что свидетельствует о защитном действии этих добавок. Причем, в присутствии маннозы защитное действие проявляется в 1,36 раз больше, чем в присутствии глюкозы.

Данные по облучению аэрированных растворов (Т) и растворов, облученных в атмосфере аргона, подтверждают наличие защитного эффекта кислорода [2], а с учетом того, что в присутствии добавок  $H_2O_2$  скорость обесцвечивания  $\gamma$ -облученных растворов (Т) возрастает, можно сделать вывод о сложном влиянии кислорода. С одной стороны, это защита молекул красителя, с другой стороны – разрушение за счет реакций с участием пероксида, выход которого в присутствии  $O_2$  увеличивается.

Исследования влияния рН на радиолит водных растворов (Т) показали, что в диапазоне значений рН от 1 до 8 радиационно-химический выход разложения красителя в пределах ошибки эксперимента сохраняется постоянным. При увеличении значения рН от 9 до 14 наблюдается ряд изменений. Скорость разложения (Т) уменьшается. Это связано с диссоциацией  $H_2O_2$  и  $\bullet OH$ -радикалов в щелочной области рН и меньшей реакционной способностью образующихся при диссоциации анион-радикалов [3]. В спектре поглощения (Т) наблюдается смещение максимума до 435 нм. По-видимому, это обусловлено изменением сольватирующей способности растворителя. Полученные данные находятся в хорошем согласии с литературными [2].

### Литература

1. Пикаев, А.К. Дозиметрия в радиационной химии/ А.К. Пикаев. – М.:Наука, 1975.- 312 с.
2. А. Своллоу. Радиационная химия органических соединений: под ред. В.Л. Карпова.-М: Издательство иностранной литературы,1963.- 408 с.
3. Пикаев, А.К., Кабакчи, С.А. Радиационная способность первичных продуктов радиолиты воды: Справочник. – М.: Энергоиздат, 1982 . – 200 с.