

СОЛЮБИЛИЗАЦИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ НЕИОНОГЕННОГО КОЛЛОИДНОГО ПАВ ТВИН-80

Клындюк Е.А., 8 класс

ГУО «Средняя школа №4 г. Минска», г. Минск, Республика Беларусь

eklyndyuk@gmail.com

Научные руководители: учитель химии Сахарчук Н.С.; доцент кафедры физической, коллоидной и аналитической химии УО «Белорусский государственный технологический университет» Чижова Е.А.

Важнейшим из свойств коллоидных ПАВ является способность их мицеллярных растворов к солюбилизации – растворению в мицеллах коллоидных (мицеллярных) растворов ПАВ веществ, которые нерастворимы в данном растворителе [1]. В связи с широким применением неионогенного коллоидного ПАВ ТВИН-80 (полисорбат 80) в пищевой (пищевая добавка Е433), косметической [2] и фармацевтической промышленности [3,4], интересной и практически значимой задачей является исследование солюбилизующей способности ТВИН-80 по отношению к различным гидрофобным веществам.

Таким образом, целью настоящей работы являлось исследование процесса солюбилизации ароматического углеводорода толуола ($C_6H_5CH_3$) и жирорастворимого красителя судан IV мицеллярными растворами коллоидного ПАВ ТВИН-80, а также изучение кинетики и влияния электролитов на этот процесс.

Солюбилизация имеет место только в мицеллярных растворах коллоидных ПАВ, т.е. когда концентрация ПАВ в них достигла или превышает критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ) [5]. Вещество, солюбилизированное раствором ПАВ, называют солюбилизатом, а сам ПАВ – солюбилизатором. Количественно солюбилизацию (солюбилизующую способность) характеризуют при помощи молярной солюбилизации (S_M), представляющей собой отношение количества молей солюбилизата (n_1) к количеству молей солюбилизатора (n_2), в котором он (солюбилизат) растворился [5]: $S_M = n_1/n_2$.

Основываясь на результатах наших предыдущих работ [6–8], для изучения процессов солюбилизации были приготовлены растворы ТВИН-80 с концентрациями 2–100 г/л. Изучение солюбилизации толуола проводили рефрактометрически (при помощи рефрактометра ИРФ-454 БМ) и турбидиметрически (при помощи фотометра КФК-3-01 «ЗОМЗ»). Для изучения солюбилизации олеофильного красителя судан IV к полученным растворам ТВИН-80 добавляли по 10 мг красителя, интенсивно встряхивали и через сутки фотоколориметрически (при помощи фотометра КФК-3-01 «ЗОМЗ») определяли равновесное содержание судана в исследуемой системе. Предварительно были приготовлены растворы красителя в гексане и получены спектры поглощения, из которых следовало, что при определении содержания судана измерения следует проводить при длине волны падающего излучения 520 нм (максимум поглощения). Были построены градуировочные графики и определен коэффициент поглощения красителя при $\lambda=520$ нм, который составил ≈ 140 л/(г·см).

Зависимость солюбилизующей способности ТВИН-80 по отношению к толуолу от концентрации ПАВ приведена на рисунке 1. Как видно, абсолютное количество солюбилизированного толуола с ростом концентрации ТВИН-80 практически линейно растет, что, согласно [9], свидетельствует о неизменности формы мицелл в изученном интервале концентраций ПАВ, а весовая и молярная солюбилизация снижаются.

В результате исследования кинетики солюбилизации олеофильного красителя судан IV было установлено, что равновесие в системе раствор ТВИН-80 – судан устанавливается через 30–32 часа после приведения в контакт твердого красителя с мицеллярным раствором ПАВ. При этом через 24 часа кинетические кривые весовой и молярной солюбилизации для растворов ПАВ различных концентраций начинают совпадать.

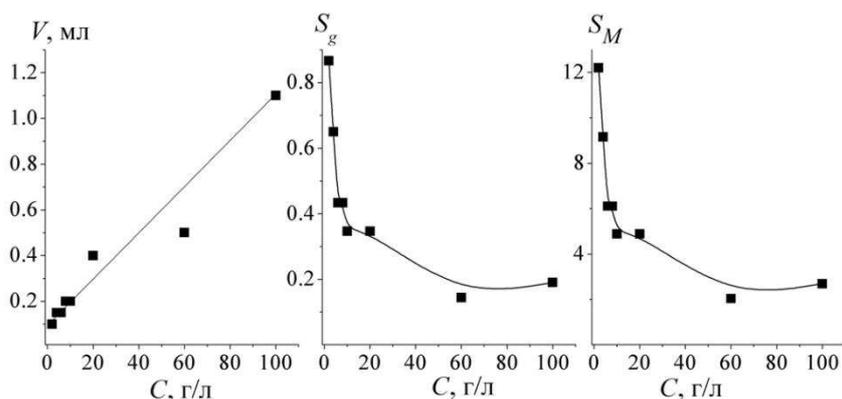


Рисунок 1 – Объем толуола (V , мл), солюбилизированного 50 мл раствора ТВИН-80, весовая (S_g , г толуола/г ТВИН) и молярная (S_M , моль толуола/моль ТВИН) солюбилизация в зависимости от концентрации ТВИН-80 (C , г/л)

Как видно из рисунка 2, абсолютное значение солюбилизированного красителя с ростом концентрации ПАВ линейно растет, а солюбилизующая способность падает, что согласуется с результатом исследования солюбилизации толуола. При этом молярная солюбилизация красителя на 3 порядка меньше таковой для толуола. Мицеллярные растворы, насыщенные суданом, имели яркую окраску, что указывает на возможность их использования для окрашивания косметической продукции.

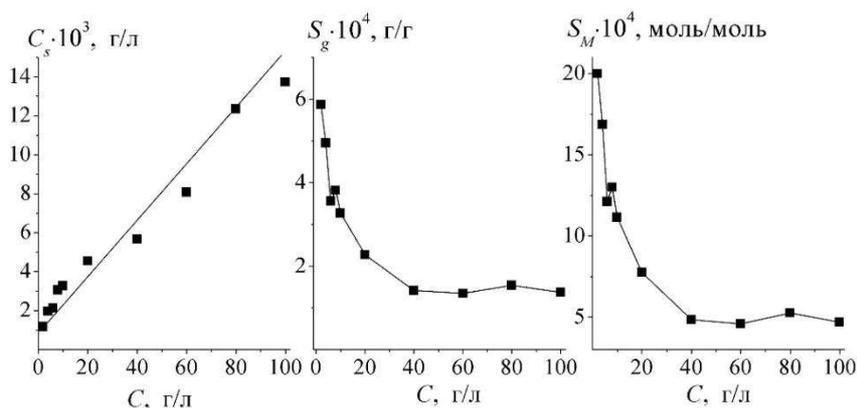


Рисунок 2 – Зависимость концентрации, весовой и молярной солюбилизации красителя судан IV мицеллярными растворами ТВИН-80 от их концентрации

Как видно из рисунка 3, добавление электролита KCl приводит к росту молярной солюбилизации, наиболее заметному для систем, содержащих небольшое количество солюбилизатора, кроме системы ТВИН-80+судан IV+KCl с концентрацией ТВИН-80 100 г/л, для которой наблюдается даже некоторое снижение солюбилизующей способности ПАВ. Наибольшее увеличение солюбилизующей способности наблюдается при содержании KCl в системе до 0.035 моль/л (за исключением системы, содержащей 2 г/л ТВИН-80, для которой при дальнейшем увеличении содержания электролита продолжается заметный рост солюбилизующей способности ПАВ). При содержании ПАВ в системе в количествах 4–20 г/л рост солюбилизующей способности ПАВ при дальнейшем увеличении содержания электролита незначительный или даже имеет тенденцию к уменьшению.

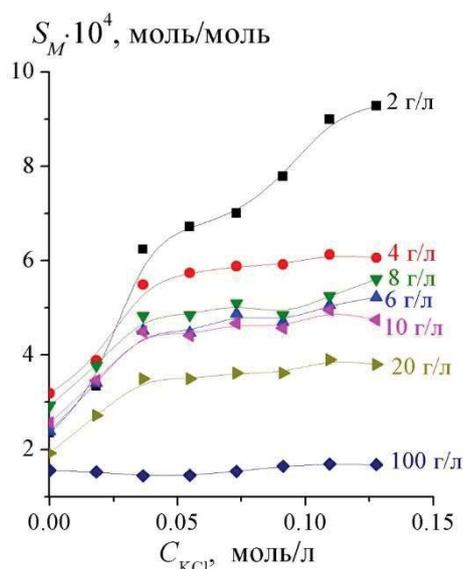


Рисунок 3 – Зависимость молярной солюбилизации от содержания электролита в системе мицеллярный раствор ПАВ–судан IV при различном содержании ПАВ

Таким образом, можно считать, что добавление электролита KCl в количестве 0.035 моль/л (что соответствует введению 0.4 мл насыщенного раствора KCl в 50 мл системы ТВИН-90–судан IV) при среднем содержании ПАВ заметно улучшает солюбилизацию олеофильного красителя и является оптимальным.

Таким образом, в настоящей работе изучены временные и концентрационные закономерности солюбилизации водными мицеллярными растворами неионогенного коллоидного ПАВ ТВИН–80 углеводорода толуола и жирорастворимого красителя судан IV.

Работа выполнена на лабораторном оборудовании УО «Белорусский государственный технологический университет».

Литература

1. Поверхностные явления и дисперсные системы. Лабораторный практикум для студентов химико-технологических специальностей./ А.А. Шершавина [и др.].- Мн.: БГТУ, 2005. - 106 с.
2. Эмелло, Г.Г. Коллоидно-химические свойства технических препаратов ПАВ, используемых в косметической промышленности / Г.Г. Эмелло, Ж.В. Бондаренко, Е.В. Грукалова // *Труды БГТУ*. - 2012.- №4. Химия, технология органических веществ и биотехнология.- С. 20-24.
3. Наговицына, Т.Ю. Прямые наноэмульсии, стабилизированные неионогенными ПАВ, для инкапсулирования лекарственных веществ: диссертация ... канд. хим. наук: 02.00.11 / Т.Ю. Наговицына. - Москва, 2016. - 132 с.
4. Инструкция по медицинскому применению лекарственного препарата Гам-КОВИД-Вак, Комбинированная векторная вакцина для профилактики коронавирусной инфекции, вызываемой SARS-CoV-2 [Электронный ресурс], - Режим доступа: <https://roszdravnadzor.gov.ru/i/upload/files/Новости/Файлы/28.12.2020/инструкция%20по%20применению%20ЛС.pdf>
5. Клындюк, А.И. Поверхностные явления и дисперсные системы: учеб. Пособие для студентов химико-технологических специальностей / А.И. Клындюк.- Минск: БГТУ, 2011.- 317 с.
6. Клындюк, Е.А. Мицеллообразование неионогенного ПАВ TWEEN–80 в водных растворах / Е.А. Клындюк, Н.С. Сахарчук, Е.А. Чижова // *Мат. докл. IV Межд. науч.-техн. конф. молодых ученых «Инновационные материалы и технологии– 2021»*, г. Минск, 19–21 января 2021 г. - Минск: БГТУ, 2021.- С. 427-429.
7. Клындюк, Е.А. Мицеллообразование в водных растворах неионогенного коллоидного ПАВ ТВИН–80 / Е.А. Клындюк// *Сб. мат. XI Межд. олимпиады-конкурса науч.*

работ учащихся школ, гимназий и лицеев «Химия: наука и искусство» имени В.Я.Курбатова. 24-25 марта 2021 года. - СПб.: «НОВБЫТХИМ», 2021. - С. 64-66.

8. Клындюк, Е.А. Мицеллообразование НПАВ ТВИН–80 в водных растворах / Е.А. Клындюк // Тезисы докладов 72-й научно-технической конференции учащихся, студентов и магистрантов - Минск, 21–29 апреля 2021 г. [Электронный ресурс] - Минск: БГТУ, 2021. - С. 617-620.

9. Демьянцева, Е.Ю. Солюбилизация в растворах поверхностно-активных веществ: учебно-методическое пособие / Е.Ю. Демьянцева, Р.А. Копнина. - СПбГТУРП. СПб., 2015.- 31 с.