



9. Monakhova Y. B., Astakhov S. A., Kraskov A. A., Mush-takova S. P. Independent components in spectroscopic analysis of complex mixtures // *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. 2010. № 103. P. 108–115.
10. Rogacheva S. M., Shipovskaya A. B., Strashko A. V., Gubina T. I., Volkova E. V., Melnikov A. G. Polysaccharide fibers as matrices for solid-surface fluorescence // *Intern. J. of Polymer Science*. 2014. Vol. 2014. Article ID 183413, 9 p. DOI:10.1155/2014/183413.
11. Кунер Р. А. Свойства веществ : справочник по химии. Хабаровск, 2013. 1016 с.
12. Фомин Г. С., Фомин А. Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам : справочник. М., 2001. 304 с.

Образец для цитирования:

Волкова Е. В., Рогачева С. М., Хуришудян Г. Н., Отраднава М. И., Суска-Малавска М., Шиповская А. Б. Применение метода твердофазной люминесценции для определения индикаторных соотношений полициклических ароматических углеводородов // *Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология*. 2016. Т. 16, вып. 4. С. 377–382. DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-4-377-382.

УДК 543. 25

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ И ГИДРОФОБНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ СИНТЕТИЧЕСКИЙ ПИЩЕВОЙ КРАСИТЕЛЬ E133 – ЦЕТИЛПИРИДИНИЙ ХЛОРИД – H₂O

Р. К. Чернова, О. В. Варыгина, К. В. Стрелкова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: varigini@mail.ru

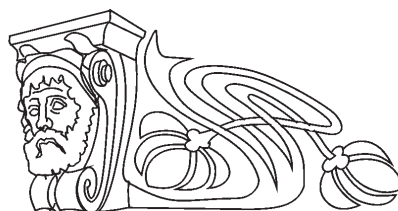
Исследованы условия образования и солюбилизации ионного ассоциата синтетического пищевого красителя синий блестящий (E133) с ионами цетилпиридиний хлорида (ЦПХ). Определен состав ассоциата, растворимость в воде и мицеллах ЦПХ. Показана значимость таких взаимодействий в фотометрическом, потенциометрическом и других методах определения синтетических пищевых красителей.

Ключевые слова: пищевой краситель E133, цетилпиридиний хлорид, ассоциат, солюбилизация, растворимость.

Electrostatic and Hydrophobic Interactions in the System: Synthetic Food Dye E133 – Cetylpyridinium Chloride – H₂O

R. K. Chernova, O. V. Varygina, K. V. Strelkova

Investigated the conditions of formation and solubilization ion associate synthetic food dye «brilliant blue» (E133) ions with cetylpyridinium chloride (TSPKH). The composition of the associate, the solubility in



water and micelles TSPKH. The importance of such interactions in the photometric, potentiometric and other methods of determination of synthetic food dyes.

Key words: food dye E133, cetylpyridinium chloride, associate, solubilization, solubility.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-4-382-388

Синтетические пищевые красители (СПК) широко используются в технологиях производства разнообразных продуктов питания (напитков, кондитерских, мясных изделий и др.) для придания им необходимых потребительских свойств [1]. Основой для этого являются: высокая термостабильность СПК, кислотоустойчивость, низкая стоимость и широкий диапазон цветов. В таблице приведены наиболее часто применяемые СПК [2, 3].

Синтетические красители, применяемые в РФ и других странах

Наименование красителя	Е-код	Страна
Тартразин	E102	РФ, ЕС, США
Синий патентованный V	E131	РФ, ЕС
Синий блестящий FCF	E133	РФ, ЕС, США
Желтый хинолиновый	E104	РФ, ЕС
Красный очаровательный AC	E129	РФ, ЕС, США
Зеленый прочный FCF	E143	РФ, США
Коричневый НТ	E155	РФ, ЕС



Однако СПК не безвредны: даже в низких концентрациях они способны вызывать приступы астмы, аллергические реакции, гиперактивность у детей, появление раковых заболеваний в органах желудочно-кишечного тракта [4]. В связи с этим содержание СПК в продуктах питания нормируется и подлежит контролю [5].

Для определения СПК в продуктах питания применяют спектрофотометрические, хроматографические, электрохимические и др. методы анализа [6].

Аналитические определения часто проводят в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ). При этом в фотометрических методах добавки ПАВ способствуют гомогенизации дисперсных систем, в то время как для ионметрии эти же вещества применяются для получения труднорастворимых соединений с аналитом.

Одним из наиболее распространенных СПК, исследуемых в настоящей работе, является синий блестящий (E133) – триарилметановый краситель: α -[4-(N-Этил-3-сульфобензиламино)фенил]- α -[4-(N-этил-3-сульфобензилимино)циклогекса-2,5-диенилиден]толуол-2-сульфонат натрия (рис. 1). Он часто используется в технологии приготовления алкогольных и безалкогольных напитков. Особенности взаимодействия красителя E133 с ПАВ практически не исследовались.

Одним из наиболее распространенных СПК, исследуемых в настоящей работе, является синий блестящий (E133) – триарилметановый краситель: α -[4-(N-Этил-3-сульфобензиламино)фенил]- α -[4-(N-этил-3-сульфобензилимино)циклогекса-2,5-диенилиден]толуол-2-сульфонат натрия (рис. 1). Он часто используется в технологии приготовления алкогольных и безалкогольных напитков. Особенности взаимодействия красителя E133 с ПАВ практически не исследовались.

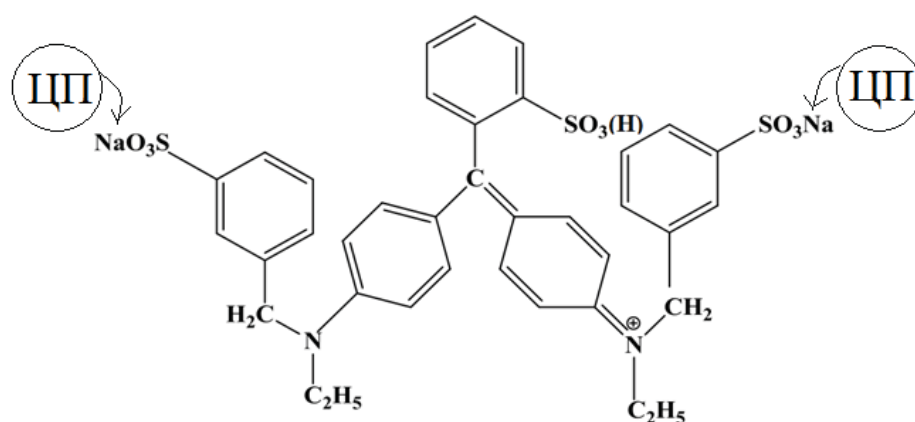
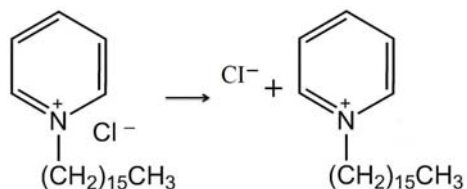


Рис. 1. Графическая формула красителя E133 и места присоединения катионов ЦП по диссоциированным сульфогруппам в образующемся ассоциате

В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение условий образования и свойств ассоциата красителя E133 и катионного ПАВ – цетилпиридиний хлорида как потенциального ионофора для создания сенсора на краситель E133.

Известно, что ЦПХ в водных растворах при концентрации меньше ККМ находится в диссоциированном состоянии, образуя гидрофобные катионы согласно схеме:



Краситель E133 в водных средах диссоциирован по сульфогруппам и образует трехзарядный анион.

Известно также, что катионы ЦП в области малых концентраций ($KKM_{цп} < 1 \cdot 10^{-3} M$) образуют

с сульфированными органическими реагентами разных классов (хромазулолом С, пирокатехиновым фиолетовым, реагентами ксантенового, флуоронового рядов и т.п.) ионные ассоциаты по сульфо- и оксигруппам [7]. В связи с этим можно было полагать, что в области малых концентраций будет возможно образование ассоциата красителя E133 с ЦП по диссоциированным сульфогруппам красителя.

Экспериментальная часть

В работе использовались: краситель синий блестящий, E133 «Merck», Германия (ч.д.а.); цетилпиридиния хлорид (ЦПХ) Fluka «Bio Chemia», Швейцария (ч.д.а.); дистиллированная вода ГОСТ 6709-77.

Для получения исходных растворов с концентрацией $1 \cdot 10^{-2} M$ навески красителя E133 ($m = 0,1980$ г) и цетилпиридиний хлорида ($m = 0,0900$ г) помещали в две мерные колбы, каждая вместимостью $25,00$ см³, доводили до метки дистиллированной водой и тщательно



перемешивали. Рабочие растворы красителя E133 для построения градуировочного графика получали последовательным разбавлением исходного раствора с концентрацией $1 \cdot 10^{-2}$ М. Для этого аликвоты $2,5 \text{ см}^3$ красителя разбавляли дистиллированной водой в колбах вместимостью $25,00 \text{ см}^3$. Таким образом, получали серию растворов с концентрацией красителя $1 \cdot 10^{-2}$ М; $1 \cdot 10^{-3}$ М; $1 \cdot 10^{-4}$ М; $1 \cdot 10^{-5}$ М.

Для получения гидрофобного ассоциата красителя E133 с катионом цетилпиридиния в стеклянную пробирку вместимостью 20 см^3 помещали $5,0 \text{ см}^3$ раствора красителя E133 ($1 \cdot 10^{-2}$ М) и $10,0 \text{ см}^3$ раствора ЦПХ ($1 \cdot 10^{-2}$ М), встряхивали и оставляли на несколько минут. Образовывался осадок темно-синего цвета, который отделяли центрифугированием, промывали методом декантации и сушили на воздухе при комнатной температуре до постоянной массы. Исходный продукт представлял собой мелкодисперсный порошок темно-синего цвета.

Спектрофотометрические измерения растворов красителя проводили на спектрофотометре Shimadzu UV-1800 с программным обеспечением UVProbe-2.31. Спектральный диапазон 190–

1100 нм, $l = 1$ см. Пределы допустимых значений абсолютной погрешности по шкале $\lambda \pm 0,3$ нм, по коэффициенту пропускания $\pm 1\%$.

Термографическое исследование красителя проводилось на дериватографе Paulik-Paulik-Erdey. Масса исследуемого образца составляла 0,2 г, скорость нагрева 10 град/мин в интервале температур 0–1000°C. Регистрировали кривые: тепловых эффектов реакции ($\Delta T/\Delta t$, ДТА); изменения температуры во времени (Т); изменения массы образца при повышении температуры (ТГ); потери массы ($\Delta m/\Delta t$, ДТГ).

Анализ кривых (рис. 2) показал, что препарат E133 содержит воду ($\approx 7\%$), которая удаляется при 140°C с эндотермическим эффектом. Разложение препарата красителя E133 начинается при 260°C (кривая ТГ). Выше 260°C препарат взрывообразно разлагается с резким экзотермическим эффектом (кривая ДТА). Нагревание выше 600°C приводит к полному разложению образца, что сопровождается значительным экзотермическим эффектом. Выгорание образца происходит полностью, минерального остатка не обнаружено, что свидетельствует об отсутствии в нем минеральных примесей.

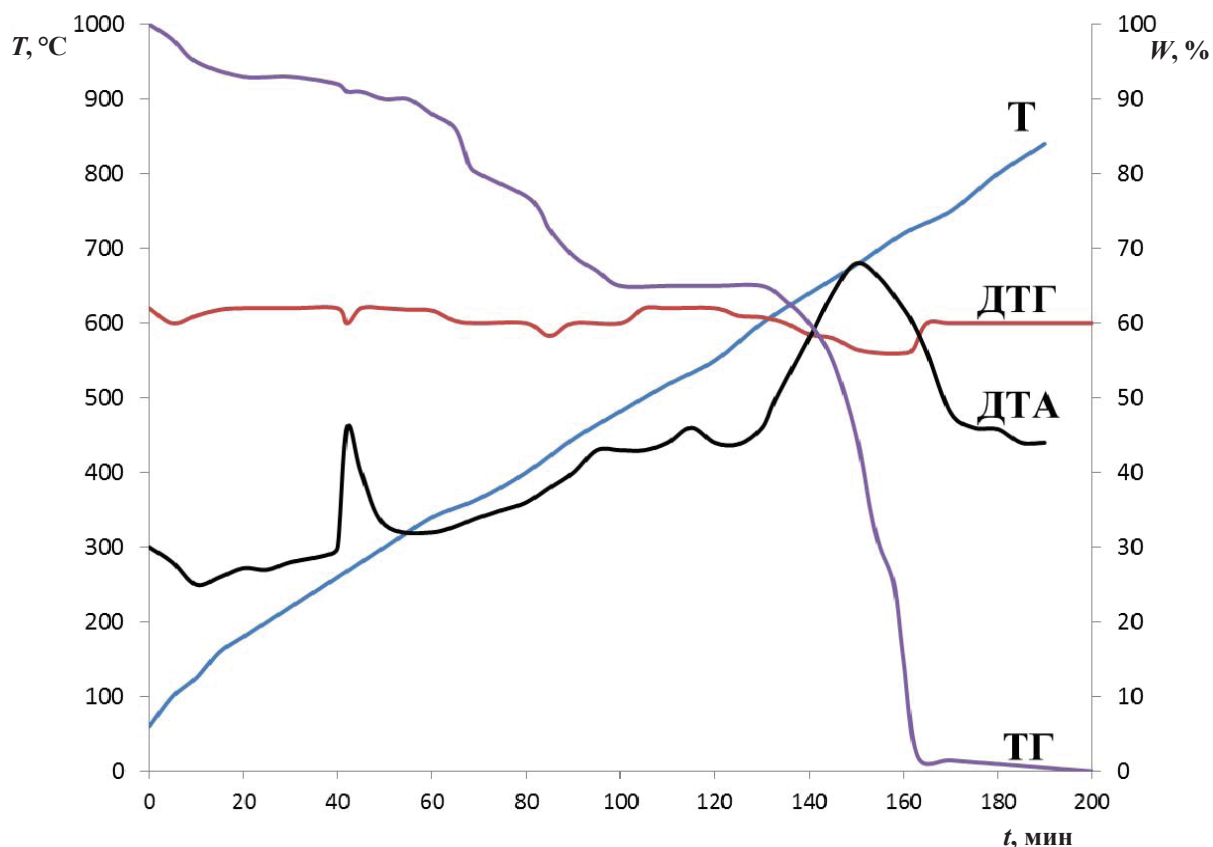


Рис. 2. Термографические кривые образца красителя E133



Результаты и их обсуждение

В водных растворах краситель E133, электронные спектры которого приведены на рис. 3, не изменяет положение максимума поглощения и устойчив во времени в интервале pH 2–12.

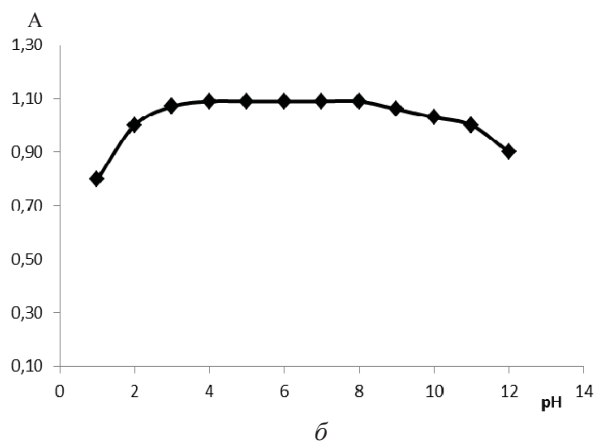
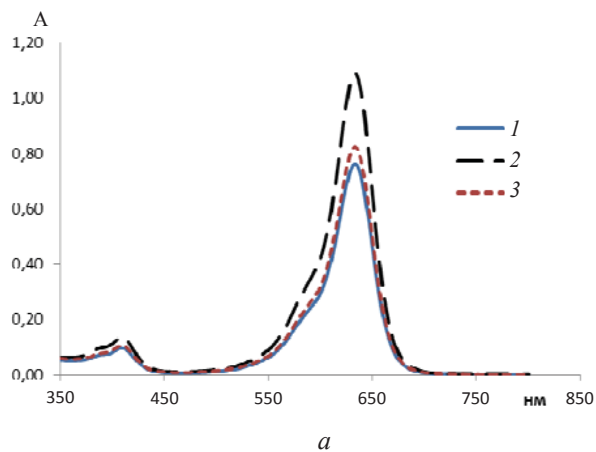


Рис. 3. Электронные спектры поглощения водных растворов красителя E133 при pH 1 (1), pH 6 (2), и pH 12 (3) (а); зависимость A-pH ($\lambda_{\max}=629$ нм, $C_{E133}=5$ мг/л; водные растворы красителя E133) (б)

В кислой (pH 1–3) и в щелочной (pH 9–12) средах отмечались лишь небольшие гипо- и гиперхромные эффекты (рис. 3, а, б).

Стехиометрическое соотношение компонентов в ассоциате определяли методом потенциометрического (рис. 4) и фотометрического (рис. 5) титрования эквимольных растворов ($1 \cdot 10^{-3}$ М) красителя E133 и ЦПХ.

В качестве индикаторного электрода при потенциометрическом титровании использовался ионселективный электрод с поливинилхлоридной мембраной на основе ЦПХ [8] и хлорсеребряный электрод сравнения. Как видно из рис. 4, молярное соотношение компонентов в ассоциате составило E133:ЦПХ = 1:2.

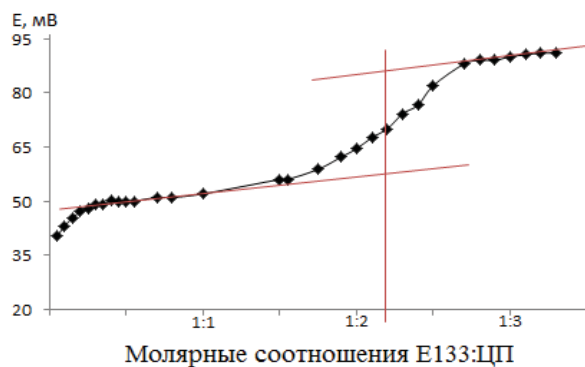


Рис. 4. Кривая потенциометрического титрования 2 мл раствора красителя E133 раствором ЦПХ ($C_{E133}=C_{\text{цпх}}=1 \cdot 10^{-3}$ М)

Фотометрическое титрование проводили при $\lambda_{\max}=640$ нм (см. рис. 5), отфильтровывая образующийся осадок перед фотометрированием растворов.

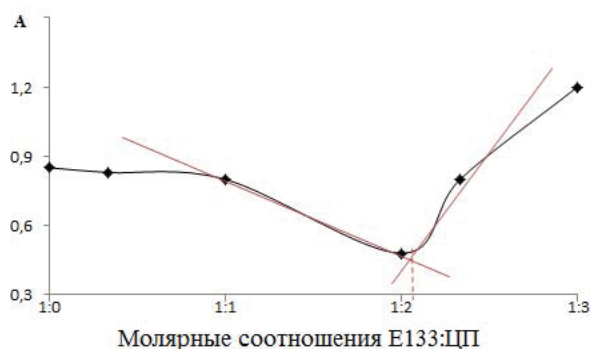


Рис. 5. Кривая фотометрического титрования раствора красителя E133 раствором ЦПХ ($C_{E133}=C_{\text{цпх}}=1 \cdot 10^{-3}$ М)

Из полученных данных следует, что результаты обоих методов согласуются между собой и свидетельствуют об образовании ассоциата с молярным соотношением компонентов E133:ЦП=1:2.

Образование ионного ассоциата с молярным соотношением компонентов E133:ЦП = 1:2, а не 1:3, как можно было предполагать, обусловлено стерическими и электронными факторами, связанными с особенностями строения красителя E133. Наличие положительно заряженного карбениевого катиона (см. рис. 1) оказывает значительное влияние, снижая отрицательный заряд на сульфогруппе в орто-положении и, являясь ориентантом второго рода, направляет подходящий катион ЦП в мета-положение. Также орто-положение сульфогруппы стерически не выгодно для подхода катиона ЦП с объемным углеводородным радикалом. В связи с этим



образование ионного ассоциата осуществимо только по двум сульфогруппам в мета-положении бензольных колец (см. рис. 1).

По кривой потенциометрического титрования с ЦП-селективным электродом было определено также произведение растворимости (ПР, K_s) ассоциата $E133(ЦП)_2$

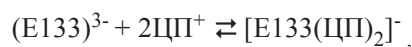
$$K_s = 10^{\frac{E-E_0}{S}} \times \frac{C_{ЦП} \cdot (V_2 - V_{к.т.т.})}{V_1 + V_2},$$

где $E = 40$ мВ (значение потенциала, найденное по кривой титрования после конечной точки титрования); $E_0 = 91$ мВ (начальная величина потенциала при $V_{ЦП} = 0$ мВ); $S = 14,6$ мВ/рС (угловой коэффициент электродной функции); $C_{ЦП} = 1 \cdot 10^{-3}$ М (концентрация раствора титранта); $V_1 = 2,0$ мл (объем раствора, взятого для титрования); $V_2 = 4,6$ мл (объем титранта после к.т.т.); $V_{к.т.т.} = 4,3$ мл (объем титранта в к.т.т.).

Полученное значение K_s ассоциата составило $(1,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-8}$.

Изучение поведения ассоциата при увеличении концентрации ЦП до ККМ и выше ($\geq 1 \cdot 10^{-3}$ М), когда в растворе начинают образовываться сферические мицеллы (рис. 6) показывает, что влияние избытка ЦП по сравнению со стехиометри-

ческим двойко. С одной стороны, наблюдается смещение ионного равновесия, обусловленного электростатическим фактором, вправо в соответствии с законом действующих масс:



с другой – изменяется растворимость ассоциата вследствие сольбилизирующей способности мицелл ЦП.

Мицеллы ионных ПАВ в области, близкой к ККМ, – устойчивые агрегаты (средний радиус 24–30 Å и более, $n > 20-100$). Причина устойчивости таких агрегатов состоит в том, что уменьшение энтропии вследствие частичного упорядочения системы при организации молекул в мицеллы и электростатическое отталкивание ионов компенсируются образованием дополнительного числа водородных связей между молекулами воды при уменьшении контактов гидрофобных молекул с полярным растворителем. Высказано много соображений о том, что ядро мицеллы обладает свойством углеводородной фазы, однако в последнее время появились доказательства в пользу того, что внутри мицелл содержится значительное количество воды.

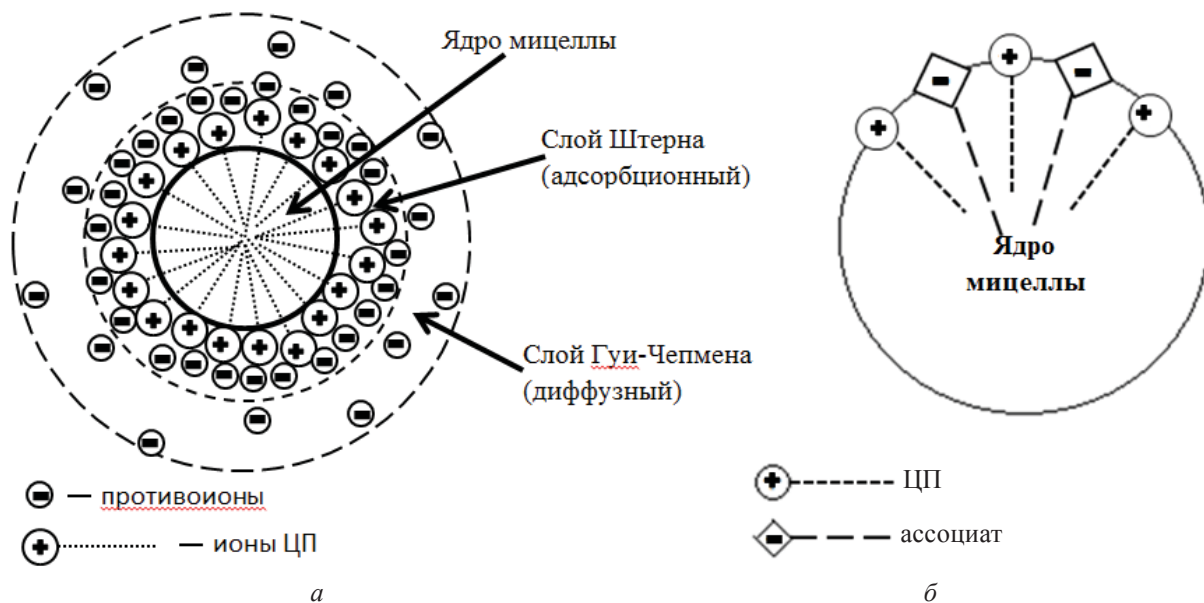


Рис. 6. Строение сферической мицеллы (а); мицелла ЦП с солюбилизатором $[E133(ЦП)_2]^-$ (б)

Величина эффективного значения диэлектрической проницаемости поверхностного слоя мицеллы колеблется в диапазоне 10–40. Мицеллы – динамические системы, со временем жизни отдельных молекул $10^{-8}-10^{-5}$ с в зависимости от длины углеводородного радикала. На поверх-

ности мицелл ДДС, например, однозарядные противоионы «живут» 10^{-8} с, двузарядные – 10^{-6} с ($I = 0$). Увеличение ионной силы раствора укорачивает время их жизни.

Для молекул солюбилизатора время жизни в мицеллах колеблется от $10^{-9}-10^{-5}$ с. Отмечается,



что трансляционные движения противоионов на поверхности ионных мицелл примерно на порядок, а солюбилизата – в 4–5 раза медленнее, чем в водном растворе.

Известно, что мицеллярные среды ионных ПАВ, вследствие солюбилизующего действия, увеличивают растворимость труднорастворимых в воде реагентов и их аналитических форм [9]. Так, например, растворимость 2,4-динитрофенилгидразона, образованного п-диметламинокоречным альдегидом при переходе от водной к мицеллярной среде ЦПХ увеличивается в 60 раз [10]. В случае исследуемого ассоциата E133(ЦП)₂ в этих же условиях растворимость возрастает в 16 раз.

Увеличение растворимости ассоциатов при концентрации КПАВ, превышающей стехиометрическую в 1,5–2 раза, обычно объясняют образованием смешанных мицелл. Считается, что такие мицеллы имеют переменный состав по отношению к солюбилизату и катионам ПАВ и не могут рассматриваться как собственные мицеллы ПАВ, а их появление нельзя идентифицировать с величиной ККМ катионных ПАВ [11]. Растворение нейтральных ионных ассоциатов в этом случае связывают с тем, что присоединение к ним за счет гидрофобного взаимодействия дополнительных катионов ПАВ придает нейтральным частицам ассоциата заряд и таким образом способствует их диспергированию. Чем длиннее углеводородный радикал КПАВ, тем сильнее гидрофобное взаимодействие и тем меньший избыток КПАВ требуется для диспергирования ассоциата.

Так, например, процесс диспергирования при растворении ассоциата бромпирогаллового красного с ЦП в растворах ПАВ в области ККМ отчетливо показан методом спектра мутности [12]. Анализ зависимостей $n(C_{\text{цп}})$ и $\tau(C_{\text{цп}})$ показывает, что значения волнового экспонента (n) и мутности (τ) резко меняются при изменении концентрации ЦП независимо от кислотности среды. В области концентраций ЦП $(4-6) \cdot 10^{-3}$ М кривые $n(C_{\text{цп}})$ имеют минимум, при котором $n < 3,5$, что указывает на появление коллоидных частиц [13]. Такая зависимость, а также максимальная мутность раствора наблюдаются при рН 1 при стехиометрическом соотношении БПК:ЦП = 1:1, что соответствует образованию ионного ассоциата по сульфогруппе. При увеличении концентрации ПАВ наблюдается снова область истинных растворов.

Однако в рассматриваемом случае ионный ассоциат E133(ЦП)₂ *a priori* несет отрицательный

заряд и, следовательно, по отношению к положительно заряженной поверхности мицеллы ЦП будут попадать в слой Штерна как противоион (см. рис. 6). Учитывая, что мицеллы – динамические образования, а также разные заряды ЦП и ассоциата, возможно образование смешанных мицелл ЦП⁺ и E133(ЦП)₂, что приводит к диспергированию и растворению ассоциата в мицеллярных растворах ЦП в области близкой к ККМ цетилпиридиний хлорида.

В пользу этого свидетельствуют также отсутствие изменения в спектрах поглощения ассоциата, поскольку не изменяется характер микроокружения частиц.

Ассоциат E133(ЦП)₂ содержит гидрофильный и гидрофобный фрагменты. При образовании смешанных мицелл ионы ассоциата могут располагаться между ионами ЦП, ориентируясь параллельно им и обращаясь полярными группами к воде. Энергия связи полярной группы с водой и противоионами ЦП препятствует полному погружению ассоциата в ядро мицеллы за счет гидрофобных углеводородных радикалов ассоциата. В результате ассоциат образует смешанные мицеллы с ЦП при солюбилизации.

Таким образом, роль избыточных ионов ЦП в области ККМ сводится к увеличению растворимости ионного ассоциата E133(ЦП)₂ за счет его диспергирования при образовании смешанных мицелл с ЦП.

Выводы

Методами потенциометрии и спектрофотометрии установлено образование ионных ассоциатов синтетического пищевого красителя E133 с ионами ЦП и молярным соотношением компонентов 1:2 в области концентраций ЦП, меньших ККМ.

Рассчитана величина ПР ассоциата ($\text{ПР} = (1,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-8}$). Показано, что растворимость ассоциата при концентрации ЦП выше ККМ возрастает в 16 раз.

Высказаны соображения об образовании смешанных мицелл при солюбилизации ассоциата E133(ЦП)₂ сферическими мицеллами ЦП, что приводит к растворению и диспергированию ассоциата при концентрациях ЦП > ККМ.

Оценена роль электростатических и гидрофобных взаимодействий ионов красителя E133³⁻ и ЦП⁺ в водных и мицеллярных растворах, показана возможность прогнозирования условий применения ЦП для оптимизации фотометрического и ионометрического определения пищевого красителя E133.



Список литературы

1. *Macdougall D. B.* Color in Food. Cambridge : Elsevier Science, 2002. 392 p.
2. *Смирнов Е. В.* Пищевые красители. Справочник. СПб. : Профессия, 2009. 352 с.
3. *Сарафанова Л. А.* Пищевые добавки : энциклопедия. 2-е изд., испр. и доп. СПб. : ГИОРД, 2004. 808 с.
4. *Титова Н. Д.* Пищевые добавки как алиментарные аллергены // Иммунопатология, аллергология, инфектология. 2008. № 2. С. 41–46.
5. Гигиенические требования по применению пищевых добавок. СанПиН 2.3.2.1293-03. М. : Минздрав России, 2003. 230 с.
6. *Шестопалова Н. Б.* Системы НПАВ – H₂O – ЭЛЕКТРОЛИТЫ в мицеллярной экстракции и фотометрическом определении синтетических пищевых красителей : дис. ... канд. хим. наук. Саратов, 2014. 152 с.
7. *Саввин С. Б., Чернова Р. К., Штыков С. Н.* Поверхностно-активные вещества. М. : Наука, 1991. 251 с.
8. *Кулапина Е. Г., Чернова Р. К., Кулапин А. И.* Потенциометрические сенсоры для определения синтетических поверхностно-активных веществ. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2008. 179 с.
9. *Альбота Л. А.* Влияние поверхностно-активных веществ на 1-(2-пиридилазо)-2-нафтол // ЖАХ. 1985. Т. 40. С. 978–984.
10. *Чернова Р. К., Козлова М. Л., Доронин С. Ю., Бурмистрова А. А.* Растворимость некоторых органических реагентов и их аналитических форм в мицеллярных растворах ПАВ. Значение для анализа // Сборник науч. трудов. Вып. 8. Саратов : Изд-во СВИБХБ, 2007. С. 75–79.
11. *Ривс Р. Л., Харкавей Ш. А.* Мицеллообразование, солюбилизация и микроэмульсии. М. : Мир, 1980. 654 с.
12. *Амелин В. Г., Чернова Р. К.* Фотометрическое определение тантала в присутствии ниобия // Журн. аналит. химии. 1983. Т. 38, № 8. С. 1446–1450.
13. *Кленин В. И., Щеголев С. Ю., Лаврушин В. И.* Характеристические функции светорассеяния дисперсных систем. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1977. 176 с.

Образец для цитирования:

Чернова Р. К., Варыгина О. В., Стрелкова К. В. Электростатические и гидрофобные взаимодействия в системе: синтетический пищевой краситель Е133 – цетилпиридиний хлорид – H₂O // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2016. Т. 16, вып. 4. С. 382–388. DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-4-382-388.

УДК 631.53.027.2+552.513.4

ВЛИЯНИЕ ГЛАУКОНИТА НА ВСХОЖЕСТЬ И РАЗВИТИЕ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

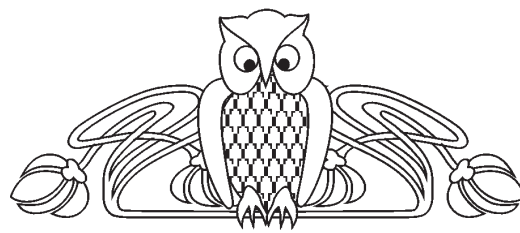
**Г. Н. Наумова¹, Н. Н. Гусакова², Р. К. Чернова¹,
Е. И. Селифонова¹, С. Б. Вениг¹, В. Г. Сержантов¹**

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: naumova.galinka.93@mail

²Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова

Определён макро- и микроэлементный состав глауконитовой руды Белоозерского месторождения Саратовской области. Показано, что она содержит набор макро- и микроэлементов, необходимых для минерального питания растений. Рассмотрена возможность применения исследуемого глауконита как средства для предпосевной обработки семян зерновых культур на примере семян пшеницы и ржи. Изучена эффективность обработки семян «Марусенька» и яровой мягкой пшеницы «Фаворит» водными вытяжками глауконита различных концентраций (0,01; 0,1 и 1%).

Ключевые слова: глауконит, Саратовская область, микро- и макроэлементы, рожь, пшеница, всхожесть.



Glaukonit's Influence on Viability and Development Seeds of Some Grain Crops

**G. N. Naumova, N. N. Gusakova, R. K. Chernova,
E. I. Selifonova, S. B. Venig, V. G. Serzhantov**

It is defined macro- and microelement composition of glaukonite ore of the Beloozersky field of the Saratov region. It is established that it contains a set macro- and the minerals necessary for a mineral delivery of plants. The possibility of application of the studied glaukonite as tools for processing of seeds of grain seeding before crops, on the example of seeds of wheat and rye is considered. Effectiveness of processing