

А.Э. Құрбанбаева
Коллоидты биосурфактанттардың су ерітінділерінің химиялық қасиеттері

Гидрофильді (глюкоза) және гидрофобты (күнбағыс майы) субстраттарында биологиялық БАЗ-дар шығаратын *Pseudomonas sp.* және *Bacillus sp.* микроағзалар анықталды. Глюкозада *Bacillus sp.* өсуі нәтижесінде бактериялардың жасуша мембраналарымен байланысқан эндо-биоБАЗ түзілетіндігі көрсетілген.

Кілттік сөздер: биосурфактанттар, микроорганизмдер, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, фосфортасымалдаушы бактериялар.

А.Е. Kurbanbaeva
Colloid-chemical properties of water solutions biosurfactants

The microorganisms *Pseudomonas sp.* and *Bacillus sp.* are effective producers of surface-active substances obtained at growth both on hydrophilic (glucose), and hydrophobic (sunflower oil) substrates. It is shown at growth on glucose *Bacillus sp.* form the endo-bio surface-active substances connected with a cellular wall of bacteria.

Keywords: biosurfactants, microorganisms, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, phosphorus mobilizing bacteria.

УДК 541.64+678.744

¹Г.С. Татыханова, ¹А.С. Сеитов, ²Н. Нурадже, ¹³С.Е. Кудайбергенов

¹Лаборатория инженерного профиля КазНТУ им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

²Массачусетский технологический институт, США, г. Бостон

³Институт полимерных материалов и технологий, Казахстан, г. Алматы

Получение и свойства органорастворимых комплексов полиэлектролит-пав

Получены растворимые в этаноле комплексы катионный полиэлектролит-анионный ПАВ. Свойства комплексов в растворе изучены методами вискозиметрии и динамического лазерного светорассеяния. Структура, морфология и поверхностные свойства комплексов в конденсированном состоянии изучены методами сканирующего электронного и атомно-силового микроскопа, рентгенодифрактометрии. Показана возможность гидрофобизации поверхности путем нанесения на гидрофильную поверхность наноразмерных частиц полиэлектролит-ПАВ.

Ключевые слова: катионный полиэлектролит, анионный ПАВ, комплексы полиэлектролит-ПАВ, наноразмерных частиц, гидрофобизации поверхности.

Введение

Комплексы полиэлектролит-ПАВ (ПЭ-ПАВ) представляют большой научный и практический интерес [1-3]. В частности, комплексы ДНК и белков с ПАВ играют ключевую роль в биологических системах для моделирования функции биологических мембран в живых клетках. Прикладные аспекты ПЭ-ПАВ включают био- и нанотехнологию, медицину, пищевую промышленность и т.д. Зачастую взаимодействие ПЭ с ПАВ приводит к образованию нерастворимых комплексов стехиометричного состава, что ограничивает их технологичность и исследование в растворах. Растворимые в органических растворителях комплексы ПЭ-ПАВ расширяют наши фундаментальные представления об их структуре и коллоидно-химических свойствах. Кроме того, комплексы ПЭ-ПАВ в неводных средах удобны для переработки и позволяют ассемблировать безводные разделительные мембраны, растворимые в нефти депрессанты и антитурбулентные присадки. В литературе имеются сведения о комплексах ДНК-катионный ПАВ [4] и поли-L-лизин-анионный ПАВ [5], растворимых в хлороформе, а также о комплексах с участием дендримерного полиамидамина [6] и разветвленного полиэтиленimina [7] с жирными кислотами.

Настоящая статья посвящена получению и исследованию свойств комплексов катионный полиэлектролит-анионный ПАВ в растворе этанола и в тонкопленочном состоянии.

Экспериментальная часть

В качестве катионных полиэлектролитов использовали четвертичную аммонийную соль гидроксиэтилцеллюлозы – JR-400, поли(N-винилбензил-N,N,N-триметиламмоний хлорид) (ПВБТМАХ) и поли(метакриламидо-N,N,N-триметиламмоний хлорид) (ПМАТМАХ), в качестве анионных ПАВ – додецилсульфонат натрия (ДДС) и додецилбензолсульфонат натрия (ДДБС). Комплексы ПЭ-ПАВ готовили смешением водных растворов исходных компонентов в стехиометричной пропорции, предварительно найденной по экстремумам кривых кондуктометрического и спектрофотометрического титрования. Полученный осадок тщательно промывали бидистиллированной и деионизованной водой, отделяли на препаративной центрифуге, затем сушили на воздухе и вакуум-сушильном шкафу до постоянной массы. Выход стеклообразного продукта составил 60-70%. Осадок растворяли в этаноле и свойства этанольных растворов ПЭ-ПАВ изучали методами вискозиметрии и динамического лазерного светорассеяния (ДЛС). Тонкие пленки ПЭ-ПАВ получали путем нанесения этанольных растворов на поверхность диоксида кремния или стекла. Структуру и морфологию пленок исследовали с помощью сканирующего электронного и атомно-силового микроскопа. Эксперименты по измерению смачиваемости стекла проводили на установке “Dataphysics” (Германия).

Результаты и их обсуждение

Растворимость комплексов в органических растворителях (Таблица 1) позволяет проводить вискозиметрические исследования.

Таблица 1 – показана растворимость комплекса JR-400/ДДБС в различных органических растворителях.

Растворитель	Этанол	ДМФА	ДМСО	Ацетон	Толуол
Растворимость*	Р	Р	Р	НР	НР
*) Р – растворим; НР – нерастворим					

Как видно на рисунке 1, комплекс JR-400/ДДБС в этаноле проявляет типичный полиэлектролитный характер, который исчезает в присутствии 0,05н КВг. Полиэлектролитное набухание связано с наличием свободных некомпенсированных положительных зарядов в составе комплексов JR-400/ДДБС, приводящих к электростатическому отталкиванию одноименных зарядов.

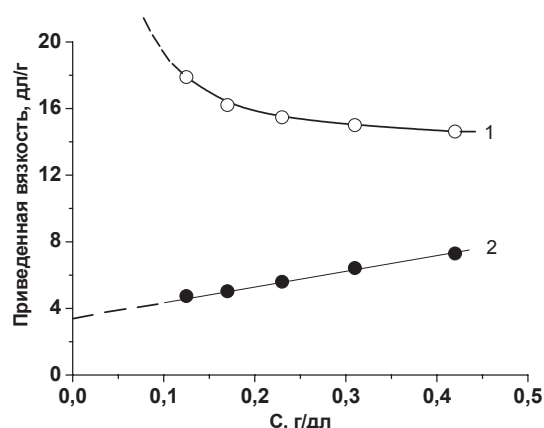


Рисунок 1. Зависимость приведенной вязкости поликомплекса JR-400/ДДБС от концентрации в этаноле (1) и в этанольном растворе 0,05н КВг (2).

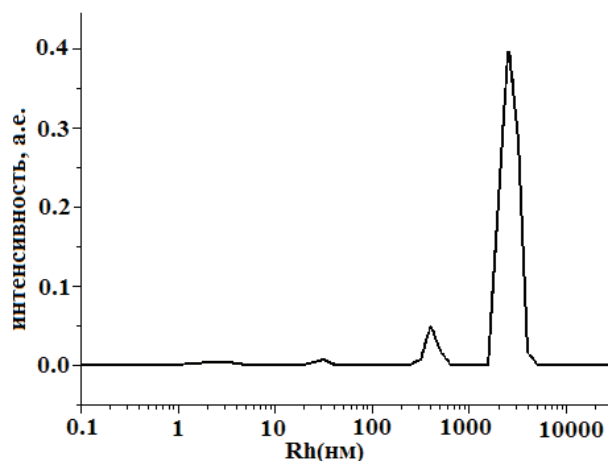


Рисунок 2. Результаты динамического лазерного рассеяния комплекса JR-400/ДДБС в этаноле. [JR-400/ДДБС] = 1 мг·мл⁻¹.

Результаты ДЛС показывают, что в растворе этанола имеются частицы размерами 2 нм (1%), 29 нм (1%), 417 нм (7%) и 2600 нм (91%) (рисунок 2). Слабовыраженный пик при 2 нм по всей вероятности отвечает за свободные молекулы ПАВ, т.к. расчетные значения полностью вытянутой

ДДБС приближаются к данной величине. Пик при 29 нм можно отнести к отдельным неагрегированным частицам JR-400/ДДБС, а пик при 417 нм – к агрегированным комплексам. Наиболее интенсивный и наибольший по площади пик при 2600 нм не является характеристичным и не принимается в расчет, т.к. он намного больше, чем длина волны лазерного излучения 633 нм, при которой проводилось измерение. Этанольный раствор JR-400/ДДБС с концентрацией 5 мг·л⁻¹ наносили на кварцевую подложку и анализировали элементный состав чистой поверхности и пятикратно нанесенной пленки методом СЭМ. Поверхность кварца состоит только из диоксида кремния, тогда как после пятикратного нанесения этанольного раствора JR-400/ДДБС на ее поверхности появляются атомы углерода и серы. Результаты АСМ чистой поверхности и пленки ПВБТМАХ/ДДБС, нанесенной на кварцевую подложку показаны на рисунках 3а и 3б.

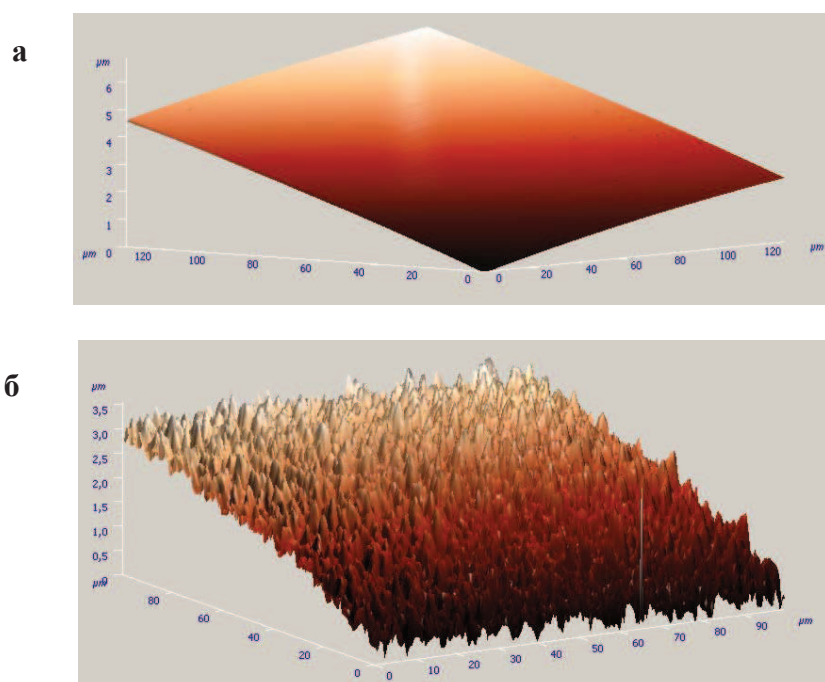


Рисунок 3 – Морфология чистого (а) и нанесенного на поверхность ПВБТМАХ/ДДБС кварца (б)

Средняя высота пленки, нанесенной на поверхность кварца из этанольного раствора ПВБТМАХ/ДДБС с концентрацией 10 мг·мл⁻¹, лежит в пределах от 10 до 100 нм. Можно предположить, что положительно заряженные звенья катионных полимеров, не вступившие во взаимодействие с ДДБС и расположенные в «петлях» комплекса, адсорбируются на отрицательно заряженной поверхности кварца, а гидрофобные «хвосты» ПАВ ориентируются на воздух, как показано схематически на рисунке 4. Следует ожидать, что гидрофобно-ассоциированные молекулы ПЭ-ПАВ, нанесенные на гидрофильную подложку будут усиливать гидрофобность поверхности.

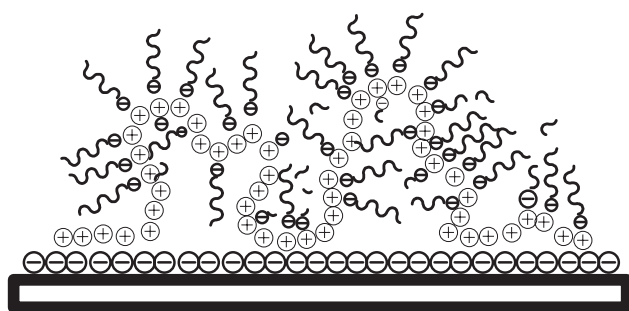


Рисунок 4 – Схематическое представление нанопленки, состоящей из ПЭ-ПАВ, нанесенной на кварцевую подложку

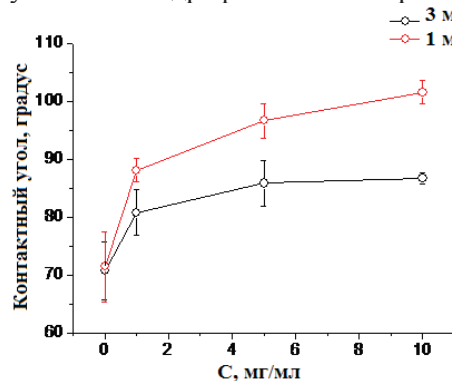


Рисунок 5 – Изменение угла смачивания капли воды, объемом 1 и 3 мкл, на стеклянной поверхности в зависимости от количества нанесенной на ее поверхность комплекса JR-400/ДДБС

Об этом свидетельствует изменение угла смачиваемости стекла после нанесения на ее поверхность наноразмерного слоя ПЭ-ПАВ (рисунок 5). Угол смачивания увеличивается с увеличением толщины слоя ПЭ-ПАВ на поверхности стекла. Об этом также свидетельствуют данные визуального наблюдения капли воды объемом 1 и 3 мкл, нанесенной на чистую, а также на покрытую поликомплексом ПЭ-ПАВ, поверхность стекла (рисунок 6).

Полученные результаты однозначно свидетельствуют о возможности использования органорастворимых комплексов ПЭ-ПАВ для обработки гидрофильной поверхности с целью придания ей гидрофобности.

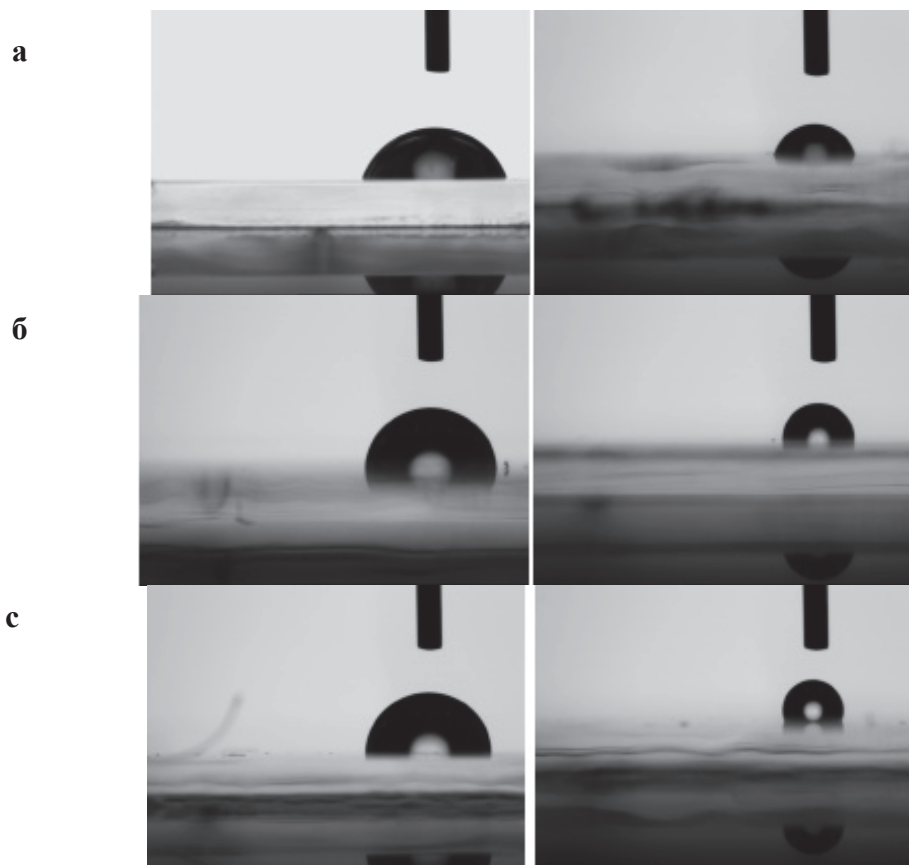


Рисунок 6 – Капля воды на стеклянной поверхности, покрытой комплексом JR-400/ДДБС. Концентрация нанесенного этанольного раствора JR-400/ДДБС равна 1 (а), 5 (б) и 10 мг·мл⁻¹ (с).

Литература

- 1 Goddard E.D. Interactions of surfactants with polymers and proteins. – CRC Press, New York, 1993. – 448 p.
- 2 Kwak J.C.T. Polymer-surfactant systems. – New York: Marcel Dekker 1998. – 200 p.
- 3 Thunemann A.F. Polyelectrolyte-surfactant complexes // Prog. Polym. Sci. – 2002. –Vol.27. –P.1473-1572.
- 4 Sergeyev V.G., Pyshkina O.A., Lezov A.V., Mel'nikov A.B., Ryumtsev E.I., Zezin A.B., Kabanov V.A. DNA complexed with oppositely charged amphiphile in low-polar organic solvents // Langmuir. –1999. –Vol.15. – P.4434-4440.
- 5 Ponomarenko E.A., D. Tirrell A., MacKnight W.J. Stoichiometric complexes of synthetic polypeptides and oppositely charged surfactants in organic solvents and in the solid state // Macromolecules. –1996. –Vol.29. P.8751-8758.
- 6 Chechik V., Zhao M., Crooks R.M. Self-assembled inverted micelles prepared from a dendrimer template: Phase transfer of encapsulated guests. //J.Am.Chem.Soc. –1999. –V.121. – P.4910-4911.
- 7 Chen Y., Shen Z., Frey H., Perez-Prieta J., Stiriba S-E. Synergistic assembly of hyperbranched polyethyleneimine and fatty acids leading to unusual supramolecular nanocapsules // Chem.Comm. – 2005. – P.755-757.

Г.С. Татыханова, А.С. Сейітов, Н. Нұрадже, С.Е. Құдайбергенов

Органоерігіш полиэлектролит-беттік активті заттар комплекстерін алу және қасиеттерін зерттеу

Этанолда еритін катионды полиэлектролит-анионды ББЗ комплексі алынды. Ерітіндідегі комплекстің қасиеттері тұтырлық және динамикалық лазер жарықты шашырату әдістерімен зерттелді. Комплекстің құрамы, морфологиясы және беткі қабатының қасиеттері қатты күйде сканерлеуші электронды және атомды-күшті микроскоп, рентгенодифрактометр әдістерімен анықталды. Полиэлектролит-БАЗ наноөлшемді бөлшектерімен гидрофилді беткі қабатты өңдеу арқылы гидрофобизациялау мүмкіндігі көрсетілді.

Кілттік сөздер: катионды полиэлектролит, анионды БАЗ, полиэлектролит-БАЗ комплексі, наноөлшемді бөлшектер, беттік гидрофобизациялау.

G.S.Tatykhanova, A.S.Seitov, N. Nuraje, S.E.Kudaibergenov

Preparation and properties of organosoluble polyelectrolyte-surfactant complexes

Ethanol soluble complexes of cationic polyelectrolyte-anionic surfactant were obtained. The properties of complexes in solution were studied by viscometry and dynamic laser scattering. Structure, morphology and surface properties of complexes in condensed state were studied by scanning electron microscope, atomic force microscope and XRD. Hydrophobization of hydrophilic surface by deposition of nanosized polyelectrolyte-surfactant complex particles was shown.

Keywords: cationic polyelectrolyte, anionic surfactant, complex of polyelectrolyte-surfactant, nanosized particles, hydrophobization of surface.

УДК 579.66+577.15

А.Б. Оразымбетова, С.М. Тажибаева, К.Б. Мусабеков, М.М. Буркитбаев

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

Особенности адсорбции ионов металлов на иммобилизованных клетках *Rhodotorula glutinis*

Исследована сорбция ионов трехвалентного железа и шестивалентного хрома на иммобилизованных на диатомите дрожжевых клетках *Rhodotorula glutinis*. Проведено ИК-спектроскопическое исследование поверхности клеток в присутствии металлов.

Ключевые слова: дрожжевые клетки, иммобилизация, диатомит, сорбция, ионы металлов.

В настоящее время вопросы охраны окружающей среды, решение которых заключается в использовании природных ресурсов таким образом, чтобы они были возобновляемыми, являются наиболее актуальными. Сброс неочищенных промышленных стоков, особенно металлургических и химических производств, делает поверхностные и грунтовые воды опасными для здоровья, почвы непригодными для сельскохозяйственной обработки. Одним из перспективных направлений очистки сточных вод промышленных предприятий является микробиологический способ, который в технологическом плане не требует высоких затрат и достаточно прост в выполнении. Ключевым моментом при этом способе очистки является подбор культуры микроорганизмов, обладающих высокой сорбционной емкостью по отношению к ионам металлов, от которых требуется очистить воду, и закрепление клеточной массы на поверхности подходящего носителя.

В настоящей работе исследована сорбционная способность иммобилизованных на диатомите дрожжевых клетках *Rhodotorula glutinis* var. *Glutinis*, по отношению к ионам трехвалентного железа и шестивалентного хрома.

Экспериментальная часть

В работе использовали 48-часовые культуры дрожжей *Rhodotorula glutinis* var. *Glutinis*, выделенные из сточных вод (из коллекции кафедры микробиологии Казахского национального университета им. аль-Фараби). Суспензию клеток готовили в 0,9 %-ном растворе NaCl. Изотонический раствор клеток имеет pH \approx 4,5-5.