

6 Хаустова Е.В., Андрианова М.Ю., Вовк М.П., Молодкина Л.М., Данилов В.М. Сравнение природной и питьевой воды по дисперсному состоянию примесных компонентов // Формирование технической политики инновационных наукоемких технологий. Научно-практ. конф. и школа-семинар – Сб. трудов. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. – С. 78 – 82.

7 Голикова Е.В., Чернобережский Ю.М., Молодкина Л.М., Иогансон О.М. Исследование кинетики безбарьерной коагуляции золь в растворах электролитов // Коллоидн. журн. – 2008. – Т. 70, № 6. – С. 712 – 719.

8 Golicova E.V., Molodkina L.M., Molodkin V.M., Chernoberezhsky Yu.M. Dispersion of the electrophoretics mobility of three influenza virus strains // 9-th Intern. conf. on Surface and Colloid Science : Book of abstr. – Sofia, 1997. – 665. F1. – P. 356 – 357.

9 Ревут Б.И., Усъяров О.Г. Изучение вариации электрокинетического потенциала в растворах электролитов и поверхностно активных веществ // Коллоид. журн. – 1981. – Т.43, №2. – С. 303 – 308.

10 Яминский В.В. Коагуляционные контакты в дисперсных системах. – М.: Химия, 1982. – 184с.

11 Бареева Р.С., Яфясов А.М., Черняков Г.М. Использование миллиметрового излучения сверхслабой интенсивности для исследования камнеобразующих свойств мочи человека // Вестник СПбГУ. – 2004. – Сер. 4, вып. 3. – С. 92 – 95.

Р.С.Бареева, Л.М.Молодкина

Сау адамдар мен несеп тасы ауруымен ауыратын адамдардың зәр коллоидтарының беттік қасиеттері

Микроэлектрофорез және ағындық ультрамикроскопия әдісімен рН-тың кең аралығында, концентрациясы 10⁻³ М NaCl ерітіндісінде сау адамдар мен несеп тасы бар аурумен ауыратын адамдардың зәрлерінің коллоидтарының электркинетикалық қасиеттері мен агрегаттық тұрақтылығы зерттелді. Сау адамдардың зәрлерінің коллоидтары электркинетикалық (ζ) потенциалы ортаның рН мәнімен байланысты бірдей тәуелділікте, алайда электркинетикалық қасиеттері бойынша әртүрліліктің жоғары дәрежесімен сипатталады, ал несеп тасымен ауыратындардың зәрлерінің коллоидтары үшін ζ – рН тәуелділіктері тән, бірақ ол коллоидтардың зәрдің әрбір үлгісіне электркинетикалық қасиеттерінің әртектілігі аз болады.

Сау донорлардың зәрінен алынған дисперсті жүйелердің коагуляция кинетикасы олардың электрофоретикалық қасиеттерінің сәйкес келеді. Несеп тасымен ауыратын адамдардың зәр бөлшектеріне карағанда сау адамдар зәрінің өлшенген бөлшектері Гамакер константасының мәнінен кем болады, ол олардың суға деген ынтықтығымен түсіндіріледі.

Кілттік сөздер: несеп тастары, электркинетикалық потенциал, коагуляция кинетикасы.

R.S.Bareeva, L.M. Molodkina

Surface properties of urine colloids of healthy people and patients with urolithiasis

Applying the microelectrophoresis and flow ultramicroscopy methods within a wide pH range at 10⁻³ M NaCl, electrokinetic properties and aggregative stability of urine colloids of healthy people and patients with urolithiasis have been explored. Urine colloids of healthy people show the same dependence of the electrokinetic (ζ -) potential on the pH medium, but a high degree of heterogeneity in systems by their electrokinetic properties. As for urine colloids of patients with urolithiasis, they show various dependence of ζ – pH but less heterogeneity of electrokinetic properties in colloids of each urine sample.

Coagulation kinetics of disperse systems obtained from the urine of healthy people, is qualitatively consistent with their electrophoretic properties. Suspended particles in the urine of healthy people generally show lower values of the Hamaker constant than those in the urine of patients with urolithiasis, which may evidence their higher affinity for water.

Keywords: urinary calculus, electrokinetic potential, coagulation kinetics.

УДК 631.461.5.631.461.7

А.Э. Курбанбаева

Институт общей и неорганической химии АН РУз, Узбекистан, г. Ташкент

Коллоидно-химические свойства водных растворов биосурфактантов

Выявлены микроорганизмы *Pseudomonas* sp. и *Bacillus* sp., являющиеся эффективными продуцентами биоПАВ, полученными при росте как на гидрофильных (глюкоза), так и на гидрофобных (подсолнечное масло)

субстратах. Показано, что при росте на глюкозе *Bacillus* sp. образуются эндо-биоПАВ, связанные с клеточной мембраной бактерий.

Ключевые слова: биосурфактанты, микроорганизмы, *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., фосформобилизующие бактерии.

Биосурфактанты (биоПАВ) являются одним из многообещающих структур, которые относятся к классу амфифильных соединений, молекулы которых содержат гидрофильные и гидрофобные группы. Дифильность биосурфактантов обеспечивает высокие характеристики детергентности, эмульгирующей способности, пенообразования и диспергируемости.

Гидрофобные части молекулы биосурфактанта содержат остатки насыщенных и ненасыщенных кислот. Гидрофильные участки могут состоять из моно-, ди- и полисахаридов, карбоновых кислот, аминокислот и пептидов.

ПАВ биологического происхождения – биосурфактант, имеют целый ряд преимуществ над химическими аналогами: низкие показатели токсичности и себестоимости, повышенную биологическую разрушаемость, высокую совместимость с природными соединениями, повышенное пенообразование, высокую селективность при экстремальных температурах, pH и повышенных концентрациях солей в почве, способность синтезироваться из пищевых отходов, высокую поверхностную активность, низкую ККМ [1-3].

Микроорганизмы способны синтезировать и экскретировать в культуральную жидкость вещества, обладающие высокой биологической активностью.

Поиск продуцентов новых эффективных биосурфактантов, изучение коллоидно-химических свойств этих соединений представляется актуальным.

Для исследования были выбраны местные штаммы азотфиксирующих и фосформобилизующих бактерий, выделенные из ризосферы озимой пшеницы, хлопчатника, сахарной свеклы, люцерны [4].

Объектом наших исследования выбран штамм *Pseudomonas* sp. выделенный из мясопептонного бульона (МПБ), который характеризовался наиболее высокими показателями синтеза ПАВ.

Способность к синтезу ПАВ оценивали по следующим показателям: поверхностное натяжение (δ_s) [6] свободной от клеток культуральной жидкости, условная концентрация ПАВ, которую определяли для экспресс оценки количественного содержания в культуральной жидкости. Этот показатель определяли как степень разведений свободной от клеток культуральной жидкости в точке увеличения поверхностного натяжения на кривой зависимости (δ_s) от значения разведений. Абсцисса точки перегиба кривой отвечает значению условной концентрации ПАВ. Содержание общих липидов (г/л) определяли весовым методом после экстракции смесью хлороформ-метанол (3:1об.). Химический состав липидов определяли методом тонкослойной хроматографии.

Образование ПАВ, как и других продуктов микробного синтеза, зависит от условий выращивания продуцента, в частности, от природы и концентрации источников питания, соотношения компонентов, pH среды, температуры, времени культивирования и других факторов.

Измерение спектров оптического поглощения проводили на спектрофотометре СФ-26 (толщина кварцевой кюветы 10,0 мм при $\lambda = 200-1000$ нм и при температуре 25°C). Готовили водные растворы образца МПБ определенной концентрации (0,001% - 0,6%) и измеряли их оптическую плотность [5]. В таблице 1 показана зависимость плотности рамнолипида МПБ от концентрации и pH среды раствора. С увеличением концентрации рамнолипида наблюдается резкое помутнение раствора.

Как видно из таблицы 1 растворы МПБ максимально поглощают лучи в области 580 нм. При увеличении содержания биосурфактанта в единице объеме макромолекулы ассоциируются, в результате образуются неустойчивые ассоциаты, которые приводят к резкому увеличению мутности раствора. При дальнейшем разбавлении растворов МПБ мутность резко уменьшается. В очень сильно разбавленных растворах биосурфактантов, вследствие адсорбции и ориентации молекул на границе раздела фаз, образуются мицеллы, максимальная концентрация которых для истинно растворенного ПАВ называется критической концентрацией мицеллообразования (ККМ).

Таблица 1 – Зависимость оптической плотности (D) водных растворов рамнолипида МПБ от концентрации (C%) и pH среды

Длина волны, λ , нм.	Оптические плотности растворов			
	C=0,038	C=0,019	C=0,001	pH
340	0,950	0,340	0,180	
360	0,850	0,300	0,183	

380	0,800	0,220	0,182	C=0,038, pH=7,5
400	0,770	0,200	0,184	
420	0,620	0,201	0,185	
440	0,625	0,203	0,170	C=0,019, pH=7,6
460	0,600	0,170	0,175	
480	0,570	0,160	0,150	
500	0,572	0,150	0,155	C=0,001, pH=8,3
520	0,600	0,145	0,153	
540	0,620	0,145	0,130	
560	0,660	0,147	0,135	
580	0,680	0,175	0,145	
600	0,680	0,175	0,145	
620	0,665	0,160	0,137	
640	0,663	0,165	0,135	
660	0,661	0,163	0,136	
680	0,660	0,165	0,135	

Известно, что источник углерода может оказывать значительное влияние на образование биосурфактантов. Синтез биосурфактантов часто наблюдается у различных микроорганизмов при росте на гидрофобных субстратах: углеводороды, растительные жиры. С другой стороны, интенсивное образование биосурфактантов наблюдается и при росте на гидрофильных источниках углерода (глюкоза), как например, у представителей вида *Ps.aeg*. При этом отмечают, что закономерности образования биоПАВ одними и теми же микроорганизмами на водорастворимых и нерастворимых в воде субстратах могут принципиально различаться. В данной работе проводили сравнение продуцентов биоПАВ, выращивая их на двух различных субстратах: масло растительное, как гидрофобный субстрат, и глюкоза, как гидрофильный. Полученные результаты представлены в таблице 2,3.

Из полученных данных видно (таблица 2), что подсолнечное масло стимулирует интенсивное образование биоПАВ. Содержание биосурфактантов в культуральной среде для всех микроорганизмов, достигнутое при использовании этого субстрата, достаточно высоко, до 500 мг/л для штамма *Pseudomonas sp.* Наблюдалось и значительное снижение поверхностного натяжения: 41,8-30,0 мН/м. (в контроле 72,5 мН/м дистиллированная вода).

Таблица 2 – Поверхностно-активные свойства микроорганизмов при росте на растительном масле

Штамм	Содержание гликолипидов, мг/л	Поверхностное натяжение, мН/м	Индекс эмульгирования, %		Эмульгирующая активность ($\lambda=580$ нм), ед. опт. плотн.
			КЖ ¹	БС ²	
<i>Pseudomonas sp.</i>	500±10	30,0±1	45±5	45±5	0,68±0,2
<i>Bacillus sp. 56</i>	300±15	34,2±1	67±3	67±3	0,60±0,1
¹ -индекс эмульгирования измерен для культуральной жидкости					
² - индекс эмульгирования измерен для бесклеточного супернатанта					

При культивировании на подсолнечном масле также отмечены наибольшие значения эмульгирующей активности у штамма *Pseudomonas sp.*. Анализ этих характеристик свидетельствует о том, что псевдомонады более эффективные продуценты биосурфактантов при росте на гидрофобном источнике углерода. Исходя из совпадения индексов эмульгирования культуральной жидкости и бесклеточного супернатанта, а также высоких значений эмульгирующей активности, можно заключить, что биосурфактанты, образуемые микроорганизмами на подсолнечном масле, выделяются в среду культивирования. Это позволяет проводить экстракцию биосурфактантов из бесклеточного супернатанта, что упрощает процедуру очистки. При использовании глюкозы в качестве источника углерода и энергии содержание гликолипидов не превышает 60 мг/л, а значения поверхностного натяжения значительно выше, чем при росте на подсолнечном масле. Это свидетельствует о том, что рост изучаемых микроорганизмов на гидрофильных субстратах не сопровождается интенсивным образованием экзо-биоПАВ. Результаты полученных данных представлены в следующей таблице.

Таблица 3 – Поверхностно-активные свойства микроорганизмов при росте на глюкозе

Штамм	Содержание гликолипидов, мг/л	Поверхностное натяжение, мН/м	Индекс эмульгирования, %		Эмульгирующая активность ($\lambda=580$ нм), ед. опт. плотн.
			КЖ ¹	БС ²	
<i>Bacillus sp.</i> , 26	58±10	56,0±1	35,0±5	0,0	0,20±0,2
<i>Bacillus sp.</i> , 56	30±5	58,2±1	7,0±3	0,0	0,20±0,1
<i>Bacillus sp.</i> , 1	18±9	65,0±1	17,0±2	0,0	0,20±0,1
<i>Pseudomonas sp.</i>	55±10	52,1±1	34,0±5	34,0±5	0,70±0,1
¹ -индекс эмульгирования измерен для культуральной жидкости					
² -индекс эмульгирования измерен для бесклеточного супернатанта					

Таким образом, для получения биосурфактантов с высоким выходом при культивировании продуцентов оптимально использование водонерастворимых субстратов.

Сравнение значений эмульгирующей активности и индекса эмульгирования при росте псевдомонад на глюкозе позволило сделать вывод об образовании экзо-биоПАВ (таблица 2). В то же время в бесклеточном супернатанте *Bacillus sp.*, 1 наблюдалась близкая оптическая плотность и отсутствие плотного эмульсионного слоя, а в культуральной жидкости значения индексов эмульгирования высоки, что свидетельствует об образовании при росте на глюкозе биоПАВ, ассоциированных с клеточной мембраной (эндо-тип). Для проверки были определены индексы эмульгирования суспензий целых клеток микроорганизмов, выращенных на гидрофильных субстратах. Клеточные суспензии *Bacillus sp.*, 26, *Bacillus sp.*, 56, *Bacillus sp.*, 1 способны эффективно стабилизировать эмульсии подсолнечного масла с водой (табл.4), а для целых клеток *Pseudomonas sp.* эмульгирование не наблюдалось. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что при росте на глюкозе *Bacillus sp.* способны синтезировать биосурфактанты, относящиеся к эндо-типу.

Таблица 4 – Эмульгирующие свойства суспензий клеток, выращенных на агаризованных средах

Штамм	Питательная среда	Е, %
<i>Pseudomonas sp.</i>	Среда Е+глюкоза	0,00
	Среда ЛБ	0,00
<i>Bacillus sp.</i> , 26	Среда Е+глюкоза	30,0±3
	Среда ЛБ	35,0±2
<i>Bacillus sp.</i> , 56	Среда Е+глюкоза	38,0±5
	Среда ЛБ	42,0±4
<i>Bacillus sp.</i> , 1	Среда Е+глюкоза	45,0±6
	Среда ЛБ	47,0±3

Таким образом, наиболее эффективными продуцентами биосурфактантов экзо-типа являются *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.* 56 при росте на подсолнечном масле, а при росте на глюкозе они образуют клеточносвязанные биоПАВ (эндо-тип). Псевдомонады продуцируют только внеклеточные биосурфактанты.

Литература

- 1 Купер Р.В., Шульга А.Н., Елисеев Р.А., Карпенко Е.В., Туровский А.А. Поверхностно-активные пептидолипиды культуры *Bacillus sp.* C-14 // Докл. АН РУз. – 1990. – №9. – С40-41.
- 2 Воробьева Л.И. Промышленная микробиология. – М.: МГУ, 1989. – 410с.
- 3 Shulga A.N., Karpenko E.V., Vildanova-Martishin R., Turovsky A., Soltys M. Biosurfactant – enhanced Remediation of Oil-contaminated Environments // Adsorption, & Technology. – 2000. – Vol.18, №2. – P.171-175.
- 4 Черкасова Г.В., Джуманиязова Г.И., Курбанбаева А.Э., Сагдиева М.Г. Биосурфактанты азотфиксирующих и фосформобилизующих ризобактерий // Узб.биологический журн. – №1-2. – 2006. – С. 96-99.
- 5 Грандберг И.И. Практикум по органической химии. – М.: «Высшая школа», 1978. – 250с.
- 6 Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества – Л.: Химия, 1981. – 304с.

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.