

J.A. Applied Microbiology and Biotechnology, Springer, 30.07.2004, vol. 66, no. 3, pp. 249-252

11. Astaxanthin production by a *Phaffia rhodozyma* mutant on grape juice. Meyer P, Du Preez J (1994) *World J Microbiol Biotechnol*. 0:178–183. doi:10.1007/BF00360882
12. Biotechnological potential of *Phaffia rhodozyma*, Subhasita Roy, Sandipan Chatterjee, and Sunkanta Kumar Sen\*. Microbiology Division, School of Life Sciences, Department of Botany, Visva-Bharati University, Santiniketan 731 235, India. *Journal of Applied Biosciences* (2008), Vol. 5: 115 – 122. ISSN 1997 – 5902

### **Применение гуммиарабика в моющих композициях ПАВ**

Иванова А.А., д.т.н. проф. Булатов М.А.  
*Университет машиностроения*

*Аннотация.* В работе рассмотрены эмульгирующие свойства гуммиарабика, которые легли в основу создания экспериментального моющего раствора ПАВ. Представлены результаты действия этого раствора на примере удаления нефтесодержащих осадков.

*Ключевые слова:* водные растворы гуммиарабика, эмульгаторы, гомогенизация, стабилизация дисперсных систем.

Гуммиарабик является одним из хорошо известных природных соединений, которое издавна используют как пищевую добавку [1].

Гуммиарабик (*Agriyum*) представляет собой высушенный на воздухе экссудат, полученный при надрезе стволов или ветвей *Acacia Senegal L. Willdenaw* или *Acacia seyal*, а также других родственных разновидностей акации (Fam. Leguminosae). INS-номер гуммиарабика E-414.

Очищенный от механических примесей гуммиарабик в производственных условиях подвергают дополнительной очистке путем растворения в воде, ультрафильтрации и пастеризации, а затем высушивают методом распылительной сушки. Полученный рафинированный продукт нетоксичен, легко растворим в воде, бесцветен, не искажает вкус и запах пищевой системы [1].

Гуммиарабик (рафинированный) нашел широкое применение в различных областях пищевой технологии как эффективный стабилизатор дисперсных систем (эмульсий масла и пен), материал для микрокапсулирования, регулятор структуры и консистенции пищи, криопротектант, пленкообразователь, и др.

Популярность гуммиарабика связана с его уникальными свойствами и особенностями строения. Поэтому актуальностью данной темы является расширение области применения гуммиарабика в промышленных целях, путем вытеснения синтетических продуктов, которые нарушают экологическое равновесие.

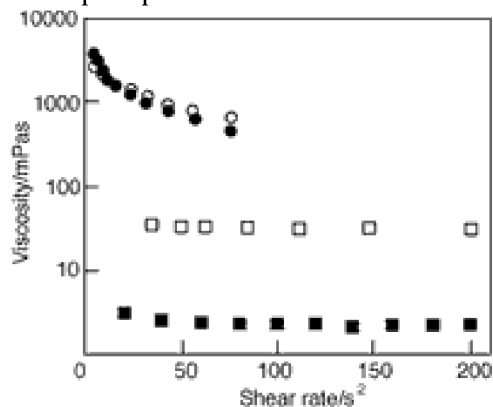
#### **Эмульгирующие и стабилизирующие свойства водных растворов гуммиарабика**

Большинство гидроколлоидов формирует высоковязкие растворы при низких концентрациях (1-5 %). Однако при таких относительно низких концентрациях гуммиарабик дает растворы, которые имеют очень низкие значения вязкости по сравнению с другими полисахаридами с подобной молекулярной массой (ньютоновские растворы).

Это показано на рисунке 1, где сравнивается вязкость 1 % раствора гуаровой камеди, камеди рожкового дерева, карбоксиметилцеллюлозы натрия и гуммиарабика как функция скорости сдвига.

Гуммиарабик – очень эффективный эмульгатор и стабилизатор, что объясняется его функциональными возможностями защитного коллоида. Гуммиарабик позволяет получать устойчивые эмульсии с большинством масел в широком диапазоне pH и в присутствии элект-

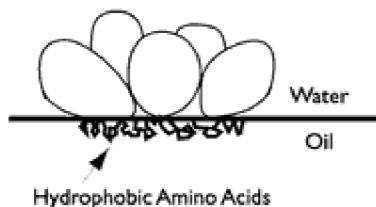
тролитов без необходимости вторичной стабилизации другими ингредиентами. Гуммиарабик содержит низкобелковый, низкомолекулярный арабиногалактан (AG), богатый белками гликопротеид (Gl) и высокомолекулярный арабиногалактан-протеиновый комплекс (AGP). AGP комплекс (гидрофобные аминокислоты, включающие белковый элемент) предпочтительно абсорбируется эфирно-масличными капельками и таким образом стабилизирует эмульсию. Большие гидрофильные блоки полисахарида AGP фракции выдвинуты в водную фазу и предотвращают коалесценцию из-за пространственного отталкивания между капельками.



**Рисунок 1 – Вязкость при 25 °С ( по оси ординат), концентрация водных растворов гамов-1% : Белый круг – камедь рожкового дерева; Черный Круг – гуаровая камедь; белый квадрат – карбоксиметилцеллюлоза; черный квадрат – гуммиарабик; по оси абсцисс – скорость сдвига [4]**

Способность гуммиарабика образовывать высококонцентрированные растворы (до 50 мас.%) с удивительно низкой для комплексных полисахаридов вязкостью 10÷15 сПз [4, 2] дала возможность использовать его как компонент (GA100) моющего ПАВ.

Hydrophilic Polysaccharide



**Рисунок 2 – Схематическая иллюстрация структуры арабиногалактан-протеинового комплекса на поверхности раздела масло-вода**

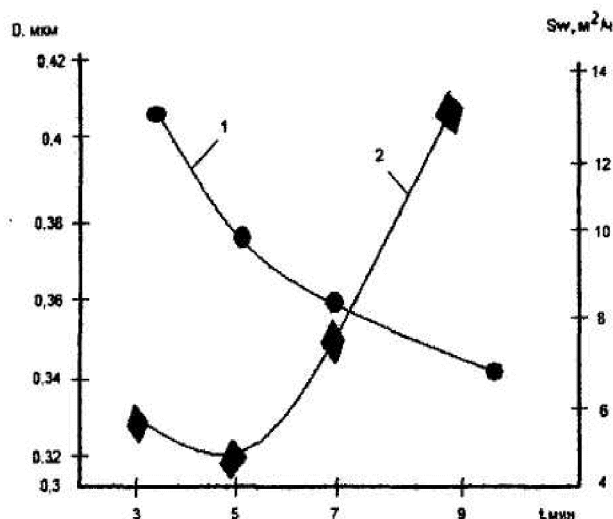
Рассмотрим моющее действие раствора ПАВ на основе препарата GA100 (1 мас.% водный раствор Agrigum Spray R), которое проявляется в удалении нефтесодержащих загрязнений с поверхности фильтрующего материала и переводе их в моющую жидкость в виде растворов или дисперсий. Молекулы ПАВ создают на поверхности капле нефти прочные адсорбционные слои. Гидрофобная часть молекулы связывается с нефтью, а гидрофильная ориентируется в сторону водного раствора. При этом происходит гидрофилизация капле нефти, что препятствует их коалесценции (слиянию). [4, 2]. Для опыта брали нефтесодержащие осадки с поверхности фильтрующего материала, используемого в «скорых» фильтрах на Котляково-коломенских очистных сооружениях МГУП «Промотходы» [4]. В качестве растворителя использовалась вода дистиллированная (ГОСТ 6709-72), температура 17 °С. Фильтрующий материал - кварцевый песок с начальным размером частиц  $d_{э\kappa\beta} = 1$  мм и плотностью 2500 кг/м<sup>3</sup>. Отмывали пробы песка черного цвета. Во влажном состоянии цвет подобен каменному углю типа "жирный", в объеме песка присутствовали частицы размером менее 0,1 мм. Нефтепродукты: рассматривались только неполярные и малополярные соединения (нефтепродукты), которые экстрагируются гексаном и не сорбируются оксидом алюминия 2-степени активности.

Содержание АGR комплекса в гуммиарабике составляет 10 % , но при этом комплекс содержит около 50 % всего белка. Анализ показал, что только 1-2 % гуммиарабика участвует во взаимодействиях на поверхности раздела фаз масло-вода, т.е. в процессе эмульгирования. Поэтому требуются относительно высокие концентрации гуммиарабика для того, чтобы получить устойчивые эмульсии с однородным малым размером капелек.

При более низких концентрациях гуммиарабика не хватает поверхностно-активных веществ, которые полностью покрывали бы все масляные капельки, образующиеся при гомогенизации системы. Чтобы избежать флокуляции капелек и их слипания, что привело бы к увеличению среднего размера капелек эмульсии, необходимо повысить концентрацию.

Оптимальную концентрацию меняют в зависимости от природы масла, типа смесителя и условий гомогенизации системы, при этом увеличение времени гомогенизации эмульсии позволяет получить меньший размер капелек, но при этом требуются большие количества гуммиарабика. Арабиногалактановый комплекс (AG) не участвует во взаимодействиях на поверхности фаз масло-вода и только увеличивает вязкость водной системы [4].

Порядок проведения экспериментов: предварительно были подготовлены пробы отработанного фильтрующего материала, содержащего осажденные на стадии фильтрования нефтепродукты и определено их содержание. Масса каждой пробы составляла 10 грамм. В первой серии экспериментов пробы помещали в цилиндр и добавляли GA 100. В течение 5 минут проводилось перемешивание за счет возвратно-поступательного движения относительно оси цилиндра с частотой 120 качаний в 1 минуту (время гомогенизации определяли по графику, рисунок 3) После встряхивания цилиндр оставался в покое 1 минуту. Во второй серии экспериментов регенерирующей средой была чистая дистиллированная вода. Жидкую фазу после выдержки пропускали через бумажный фильтр и определяли содержание нефтепродуктов с помощью анализатора жидкости Флюорат-02 . Цвет отработанного моющего раствора GA 100 принимал коричневый оттенок, а для дистиллированной жидкости – лимонный цвет.



**Рисунок 3 – Зависимость среднего диаметра (кривая 1) и удельной поверхности (кривая 2) частиц водной эмульсии от времени гомогенизации**

Наиболее кинетически стабильные эмульсии нефти в воде были получены при времени гомогенизации  $t_{ГОМ} \approx 5$  мин. Агрегативная устойчивость стабилизированных эмульсий объясняется термодинамическим обоснованным стремлением системы к уменьшению свободной энергии вследствие сокращения удельной поверхности частиц. В результате проведенных исследований установлено, что для получения кинетически стабильных эмульсий необходимо обеспечить условия гомогенизации, при которых достигается определенная степень диспергирования [4].

### Обсуждение полученных результатов

Концентрация нефтепродуктов в моющем растворе GA100 составила 37,57 мг/дм<sup>3</sup>, а в отработанной дистиллированной воде – 1,45 мг/дм<sup>3</sup>. При удалении нефтепродуктов с твердой поверхности необходимо учитывать сложное напряженное состояние пленки нефтепродуктов, находящейся под воздействием как поверхностных сил (адгезии с твердой поверхностью), так и внешних воздействий, направленных перпендикулярно направлению потока моющего раствора (эффект Магнуса) при обтекании частиц осадка, перемещающихся в пограничном слое на границе раздела «моющий раствор- твердая поверхность» и время обработки. Гуммиарабик может снижать уровень адгезионного взаимодействия нефтепродуктов за счет образования водородных связей с гидроксильной группой ОН на поверхности кварцевой частицы ( Wattle Blossom model рис.2).

### Выводы

Гуммиарабик имеет разнообразные физико-химические свойства и особенности строения, отличающие его от других полисахаридов. В данной работе были выделены и рассмотрены эмульгирующие свойства, так как они являются необходимыми для создания моющих растворов.

Препарат GA100, использованный в качестве компонента моющего раствора, показал себя как высокоэффективное моющее средство. Препарат имеет природное происхождение, что позволяет использовать его практически во всех областях промышленности и народного хозяйства. В отличие от многих современных синтетических моющих средств GA100 не агрессивен к поверхности металлических, железобетонных конструкций. Препарат не вызывает раздражения кожи человека и безопасен для одежды. Полимерные соединения препарата биоразлагаемы как в природных, так и в искусственных условиях за короткие сроки.

Препарат может быть модифицирован, а также адаптирован к конкретному загрязняющему веществу.

Проведено технико-экономическое сравнение GA 100 с другими моющими растворами (нафтоль, крисал, АВИА и АВН, деталан). Результаты сравнения приведены в таблице:

Наименование препарата	Прирост степени регенерации в сравнении с водовоздушной, %
GA 100	65,1
Нафтоль	51,0
Крисал	7,1
АВИА и АВН (суммарно)	7,5
Деталан	10

Основными направлениями использования GA 100 являются очистка твердых загрязненных поверхностей как сплошных (дорожные покрытия, декоративные мраморные покрытия), объемных (цистерны, емкости хранения нефтепродуктов), так и диспергированных (фильтрующие материалы, грунты) от нефтепродуктов и жировых отложений растительного и животного происхождения.

### Литература

1. Беренгартен М.Г., Булатов М.А., Хаддад Дж. Подготовка водных растворов Гуммиарабика для использования в пищевой промышленности//Вода: химия и экология-М.:2008. №4. С 17-25 <http://watchemec.ru/article/20503/>
2. Булатов М.А. Разработка методов получения стабильных эмульсий с использованием Гуммиарабика / Бултов М.А., Кибрик Э.Д., Игнатов М.Ю. // Тез.докл. V Межд. конф. "Инженерная защита окружающей среды", Москва, 2003. с. 29-31
3. Еремеев Б.Б. Регенерация механических фильтров в процессах очистки нефтесодержащих сточных вод. Автореферат диссертации – М.: 2003 . 16 с.
4. <http://www.agrigum.ru/> Гуммиарабик. Функциональные свойства. (Дата обращения 12.11.2012)