

МГУ имени М.В. Ломоносова

Кафедра коллоидной химии

№ госрегистрации

УТВЕРЖДАЮ
Директор/декан

«__» _____ Г.

УДК

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Живые системы, медицинские технологии, медицинская химия и новые
лекарственные средства

по теме:

Влияние модифицирования биodeградируемых полимерных матриц на
смачиваемость их поверхности водой
(заключительный)

Зам. директора/декана
по научной работе

«__» _____ Г.

Руководитель темы
Богданова Ю.Г.

«__» _____ Г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы:

старший научный сотрудник,
кандидат химических наук, до-
цент/с.н.с. по специальности

_____ (Богданова Ю.Г.)

Исполнители темы:

ведущий научный сотрудник,
кандидат химических наук, до-
цент/с.н.с. по специальности

_____ (Должикова В.Д.)

РЕФЕРАТ

Ключевые слова:

биodeградируемые полимерные матриксы, смачивание, полигидроксibuтират/валерат, гемосовместимость, поликапролактон

Ключевые слова по-английски:

polyhydroxybutyrate / valerate, hemocompatibility, polycaprolactone, biodegradable polymer matrices, wetting

Данный НИР выполнен в рамках глобальной проблемы, связанной с созданием биodeградируемых полимерных матриксов для протезов сосудов малого диаметра. Биоразлагаемые каркасы, исследованные в данной работе, повторно заселенные клетками реципиента, регенерирующими новый сосуд, перспективны для срочных и плановых сердечно-сосудистых операций. Основной задачей на сегодняшний день является обеспечение гидрофильности указанных матриксов. На решение этой задачи и был направлен данный НИР.

ВВЕДЕНИЕ

Цель данного исследования заключалась в выявлении закономерностей влияния модифицирования на смачиваемость водой поверхностей полимерных матриц на основе поликапролактона (PCL) и полигидроксибутирата/валерата (PHBV), сформированных поливом из растворов в гексафторпропанол. Объекты исследования – образцы модифицированных полимерных матриц были предоставлены Заказчиком. Измерение краевых углов воды на поверхностях образцов проводили методом сидящей капли при 20оС в условиях натекания (при нанесении капли воды на поверхность образца) и оттекания (при подведении пузырька воздуха к поверхности образца, погруженного в жидкость). Объём капли (пузырька) 10-20 мкл. Для работы использовали дистиллированную воду, чистоту которой контролировали по величине показателя преломления ($n = 1,333$) и поверхностного натяжения ($\gamma = 72,6$ мДж/м²), которые удовлетворительно согласуются со справочными данными [1]. Краевые углы воды определяли путем обработки фотографии капель (пузырьков) с помощью авторской программы Promer, написанной сотрудниками химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, в основе которой лежит поиск приближенного решения уравнения Лапласа, описывающего профили искривленных поверхностей раздела в гравитационном поле [2]. В качестве примера на рис.1 приведен скриншот экрана компьютера в процессе обработки фотографии капли, нанесенной на поверхность образца № 1. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили стандартными методами математической статистики, определяя стандартное отклонение измеряемой величины для каждого конкретного образца (по результатам не менее чем 8 измерений).

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Результаты и их обсуждение В условиях натекания краевые углы воды удалось определить только для контрольных полимерных образцов № 1 (PCL) и № 2 (PHBV/PCL). Величины краевых углов натекания воды для образцов № 1 и № 2 не имеют значимых различий и составляют соответственно $\theta_1 = 123 \pm 5$ и $\theta_2 = 125 \pm 3^\circ$. Следует отметить, что для материалов на основе PCL краевые углы натекания воды составляют 75° [3], а для композиционных материалов на основе полигидроксibuтирата с PCL их величины лежат в диапазоне $70 - 78^\circ$ в зависимости от состава пленок [4]. Большие величины краевых углов, полученные в рамках данного эксперимента, вероятнее всего, связаны со значительной шероховатостью поверхности образцов, которая обуславливает режим гетерогенного смачивания [5]. Все остальные образцы (№№ 3-16) более или менее быстро впитывают воду, поэтому равновесные значения краевых углов натекания воды определить на этих подложках не удалось. Различная скорость впитывания может быть обусловлена как изменением степени гидрофильности в результате модифицирования, так и с изменением распределения по размерам пор на поверхности образца [2]. Сопоставление гидрофильности образцов проводили на основе анализа краевых углов отекания воды. Значения экспериментальных краевых углов приведены в таблице 2. Поверхность PHBV/PCL более гидрофильна, чем поверхность PCL (№№ 1, 2). Модифицирование поверхности PCL амфифилом (№№ 1 и 16) закономерно приводит к ее незначительной гидрофобизации. Небольшая гидрофобизация поверхности PHBV/PCL (№ 15 и 1, 2, 16) может быть связана как с адсорбцией амфифила, так и с добавлением к PHBV более гидрофобного PCL; в данном случае эффект гидрофобизации более статистически сомнителен. Модифицирование поверхности PCL поливинилпирролидоном (PVP) (№№ 1 и 5, 6) приводит к статистически значимой гидрофилизации поверхности в сочетании с излучением в режиме (1.5). Добавление PHBV в композит PCL-PVP приводит к гидрофилизации поверхности, которая наиболее эффективна в сочетании с режимом облучения (1.0) (№№ 5 и 3, №№ 6 и 4). Модифицирование PCL смесью илопроста и амфифила (№№ 5 и 9, 11, 13) приводит к статистически значимой гидрофилизации поверхности в условиях более мягкого облучения (режим 1.0); наиболее эффективно гидрофилизация происходит при максимальном содержании модификатора (№№ 5 и 9). В группе (№№ 6 и 10, 12, 14) статистически значимых эффектов гидрофилизации не наблюдается. Добавление PHBV в композит PCL-PVP, модифицированный смесью илопроста и амфифила, не оказывает влияние на гидрофильность образцов независимо от режима облучения (№№ 9 и 7, №№ 10 и 8). Оценку кинетики впитывания воды поверхностью образцов проводили по относительной шкале баллов от 0 (самая высокая скорость пропитки) до 3 (самая низкая скорость пропитки). Корреляции скорости пропитки и смачиваемости поверхности наблюдаются для образцов №№ 7 и 14: это одни из самых гидрофильных образцов, характеризующиеся максимальной скоростью пропитки. Образцы №№ 1 и 2 не впитывают воду; незначительные сорбционные свойства образцам 1 и 2 придает модифицирование амфифилом. Образцы №№ 12 и 13, вероятно, характеризуются заметной пористостью поверхности, поскольку они демонстрируют скорость пропитки на уровне образцов №№ 7 и 14, однако характеризуются большими значениями краевых углов отекания воды. Список литературы 1. Крат-

кая химическая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1961. С. 605.
2. Адамсон А. Физическая химия поверхностей /Пер. с англ. М.: Мир, 1979. 568 с.
3. Даниленко Н.В., Станкевич К.С. / в сб. трудов XVI Международной научно-практической конференции им. профессора Л.П. Кулёва. 2015. Секция 8. С. 267-268. <https://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2015/C27/V2/127.pdf>
4. Бояндин А.Н., Николаева Е.Д., Шабанов А.В., Васильев А.Д. Вестн. Сиб. Фед. ун-та. Биология. 2014. № 7. С.174-185.
5. Бойнович Л.Б., Емельяненко А.М. Усп. хим. 2008. Т. 77. № 7. С. 619-638.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Модифицирование поверхностей PHBV/PCL и PCL амфифилом приводит к их незначительной гидрофобизации (7% независимо от типа матрикса). 2. Модифицирование исходно более гидрофильных поверхностей PHBV/PCL смесью поливинилпирролидона, илопроста и амфифила не приводит к их достоверной гидрофилизации. Следует отметить, что гидрофобизирующее действие амфифила не проявляется на образцах при его концентрации 1 мг/мл и режиме облучения (1.0): смачиваемость поверхности PHBV/PCL водой не изменяется. 3. Модифицирование поверхности PCL приводит к незначительной гидрофилизации поверхности. Наиболее эффективно поверхность гидрофилизуется при концентрации амфифила 1 мг/л и режиме облучения (1.0) и при концентрации амфифила 0,25 мг/л и режиме облучения (1.5). Степень гидрофилизации 6% (расчет по косинусу краевого угла). Таким образом, концентрация амфифила и режим облучения могут рассматриваться как способ гидрофилизации поверхности PCL только в совокупности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Объем финансирования темы в 2020 году
Таблица А.1

Источник финанси- рования	Объем (руб.)	
	Получено	Освоено собственными силами
Хоздоговор	350 000,0	350 000,0