

УДК 544.77

РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ ЛЕЦИТИНА, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Королева Е. А.

Научный руководитель – к.х.н. доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологии
Мурашова Н. М.

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева

В работе было изучено влияние добавок масел и изменения концентрации лецитина на вязкость жидких кристаллов в системе лецитин – жирное растительное масло – эфирное масло – вода. Полученные данные позволяют предлагать жидкие кристаллы для создания носителей для трансдермальной доставки биологически активных веществ с необходимой вязкостью.

Введение

Лецитин – природный фосфолипид, являющийся основным липидным компонентом биологических мембран. К уникальным свойствам лецитина, как поверхностно-активного вещества, относят биосовместимость и нетоксичность. Благодаря термодинамической устойчивости, жидкие кристаллы лецитина обладают такими достоинствами, как простота методов получения и длительность сроков хранения. Жидкокристаллические носители позволяют солубилизировать сравнимое количество как гидрофильных, так и липофильных лекарственных веществ.

Ранее на кафедре Нанотехнологии и наноматериалов РХТУ им. Д. И. Менделеева были предложены лиотропные жидкие кристаллы лецитина в четырехкомпонентной системе лецитин – жирное растительное масло – эфирное масло – вода, как носители для трансдермальной доставки биологически активных веществ (Мурашова Н. М. и др. Жидкокристаллическая композиция для трансдермальной доставки биологически активных веществ // Патент RU. – 2017. - №.2623210). Было показано, что разработанные жидкие кристаллы с добавлением белково-пептидного экстракта из органов иммунной системы свиньи оказывает ранозаживляющее действие (Л. В. Федулова, Н. М. Мурашова, Е. Р. Василевская, В. А. Пчелкина, А. А. Новикова, Е. В. Юртов. Лиотропные жидкие кристаллы лецитина как система доставки биомолекул животного происхождения // Биофармацевтический журнал. – 2019. - Т11, №5. - С. 19-23.). Разработанные жидкие кристаллы могут применяться для создания препаратов пролонгированного действия с возможностью их контролируемого высвобождения. Однако, в ходе экспериментов *in vivo* обнаружено, что предложенные жидкие кристаллы трудно наносятся на поврежденную ткань из-за их высокой вязкости, поэтому необходимо найти способы регулирования вязкости разработанной жидкокристаллической композиции за счет изменения ее состава.

Целью работы является исследование влияния добавки различных масел и изменение концентрации лецитина на вязкость жидкокристаллической композиции в системе лецитин – жирное растительное масло – эфирное масло – вода.

Основная часть

Были приготовлены образцы жидких кристаллов следующего состава (масс. %): лецитин – 70, масло авокадо – 5, масло чайного дерева – 5, рыбий жир/облепиховое масло – 5, вода – 15. Контрольный образец содержит (масс. %): лецитин – 70, масло авокадо – 10, масло чайного дерева – 5, вода – 15. Также была исследована зависимость вязкости от содержания лецитина в образцах, содержащих от 50 до 70 масс. % лецитина.

Получение образцов. Получение образцов жидких кристаллов проводили по следующей методике, основанной на параллельном приготовлении «водной» и «масляной» фаз. Навеску лецитина делили пополам, и каждую ее часть смешивают с водой или смесью масел в стеклянном бюксе. Растворение лецитина происходило при постоянном перемешивании в первой емкости при комнатной температуре в течении 60 минут, а во второй – при 35-37°C в течении 120-180 минут. Далее «водную» и «масляную» части смешивали между собой до получения гомогенного образца жидкого кристалла. Такая методика позволяет вводить в состав жидких кристаллов биологически активные вещества, не устойчивые к нагреванию.

Поляризационная оптическая микроскопия. В работе проведено исследование текстуры образцов с помощью метода поляризационной микроскопии. Полученные микрофотографии подтверждают ламеллярную структуру жидкокристаллических композиций.

Вискозиметрия. Динамическая вязкость жидкокристаллических композиций была измерена при 25°C и 37°C в диапазоне скоростей сдвига 0,01-1,00 с⁻¹ при помощи реометра Haake Viscotester IQ, измерительное устройство коаксиальные цилиндры, при увеличении скорости сдвига. Были построены кривые течения, как среднее по 3-м измерениям.

Полученные результаты. В ходе работы было определено, что кривые течения всех образцов соответствуют псевдопластическим неньютоновским жидкостям, вязкость которых снижается в сотни раз с увеличением скорости сдвига. Установлено, что при добавлении 5 масс.% облепихового масла и рыбьего жира вязкость жидких кристаллов в системе лецитин – масло авокадо – масло чайного дерева – вода увеличивается по сравнению с контрольным образцом в 8,07 и 5,43 раз при 37°C, а при 25°C – в 3,27 и 3,36 соответственно. Поскольку именно лецитин образует структуру жидкого кристалла, было изучено влияние содержания лецитина на вязкость. Установлено, что при 25°C для образца с содержанием лецитина 50 масс.% вязкость снизилась в 8,84 раз в сравнении с контрольным образцом, а для образца, содержащего 60 масс.% - 3,12 раза. Для описания кривых течения полученных образцов жидких кристаллов, как неньютоновских жидкостей, были рассчитаны коэффициенты k и n в уравнении Оствальда, описывающем зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига.

Выводы

Во всем исследованном диапазоне скоростей сдвига вязкость жидких кристаллов лецитина с содержанием 5 масс.% облепихового масла, рыбьего жира в сравнении с контрольным образцом увеличивается, вне зависимости от температуры, при которой проводится измерение. Обнаружено, что вязкость снижается в несколько раз при уменьшении содержания лецитина в образцах жидких кристаллов. Таким образом, с помощью введения различных добавок и изменения концентрации лецитина можно варьировать вязкость лиотропных жидких кристаллов лецитина, предназначенных для трансдермальной доставки лекарственных веществ.

Королева Е. А. (автор)

Подпись

Мурашова Н. М. (научный руководитель)

Подпись