

Диэлектрические свойства криозащитных сред на основе ДМСО и глюкозы в присутствии диоксида церия

М.А. Мабана¹, Т.В.Скрипник¹, В.В. Чижевский², М.А. Голояд², О.А. Горобченко¹

¹Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, г. Харьков

²Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины, г. Харьков

Dielectric Properties of Cryoprotective Media Based on DMSO and Glucose Supplemented With Cerium Dioxide

M.A. Mabana¹, T.V. Skripnyk¹, V.V. Chizhevsky², M.A. Goloiad², O.A. Gorobchenko¹

¹V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

²Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

При создании новых криозащитных сред актуальным является снижение концентрации токсичных криопротекторов за счет введения вспомогательных веществ. Таким соединением может быть нанокристаллический диоксид церия (CeO_2), который обладает выраженными антиоксидантными свойствами и образует коллоидные растворы. В коллоидных растворах снижается скорость образования центров кристаллизации и роста кристаллов льда, повышается температура, при которой прекращается их рост. Исходя из этого нами предпринята попытка исследовать состояние воды в растворах известных криопротекторов с добавлением CeO_2 .

Цель работы – изучить диэлектрические свойства композиций водных растворов ДМСО, глюкозы и CeO_2 для определения в них состояния воды и создания эффективных криозащитных сред.

Действительную ϵ' и мнимую ϵ'' части комплексной диэлектрической проницаемости водных растворов ДМСО и глюкозы при добавлении CeO_2 в концентрации 0,02 г/л измеряли на СВЧ-диэлектрометре резонаторного типа при частоте 9,2 ГГц. Предполагая дебаевский характер релаксации молекул воды в растворах, по формулам Дебая рассчитывали частоту диэлектрической релаксации молекул воды в образцах, а также диэлектрическую проницаемость на нижнем участке гамма-дисперсии образцов. Последние значения использовали для расчета чисел гидратации компонент растворов.

Установлено, что с повышением концентрации ДМСО и глюкозы диэлектрические параметры образцов изменяются линейно. Данные вещества по-разному влияют на структуру воды в растворах. При одинаковой концентрации ДМСО обладает способностью упорядочивать структуру свободной воды, в то время как глюкоза в большей степени связывает воду. Числа гидратации глюкозы примерно в два раза больше, чем ДМСО, и составляют около 0,6 г/г.

Используемая нами концентрация CeO_2 в растворах обоих криопротекторов в пределах погрешности не влияет на их диэлектрические параметры. Отмечена тенденция к снижению чисел гидратации криопротекторов в присутствии CeO_2 , однако эти изменения нельзя считать значимыми. В дальнейших исследованиях мы планируем использовать более высокие концентрации нанокристаллического CeO_2 для получения криозащитного эффекта.

Development of new cryoprotective media should consider the importance of reducing the concentration of toxic cryoprotective agents (CPAs) which is possible, e. g. by introducing the auxiliary substances. Nanocrystalline cerium dioxide (CeO_2) could be one of these compounds, since it possesses pronounced antioxidant properties and forms colloidal solutions. In colloidal solutions, the rate of crystals enucleation and ice crystals growth decrease and the temperature at which their growth ceases, increases. With that in mind, we attempted to investigate the state of water in the solutions of known CPAs supplemented with CeO_2 .

The aim of this work was to study the dielectric properties of compositions of aqueous solutions of DMSO, glucose and CeO_2 to determine the state of water in them and to create effective cryoprotective media.

The real ϵ' and imaginary ϵ'' parts of the complex dielectric permittivity for aqueous DMSO and glucose solutions supplemented with CeO_2 at a concentration of 0.02 g/l were measured with a microwave dielectrometer of the resonator type at a frequency of 9.2 GHz. Assuming the Debye character of the relaxation of water molecules in solutions, the Debye formulas were used to calculate the frequency of the dielectric relaxation of water molecules in the samples, as well as the dielectric constant at the lower site of the gamma dispersion of the samples. The latter values were used to calculate the hydration numbers of the solution components.

It has been found that with increase in the concentrations of DMSO and glucose, the dielectric parameters of the samples varied linearly. These substances had different effects on the structure of water in solutions. At the equal concentrations, DMSO had the ability to order the structure of free water, while glucose bound water to a greater extent. The hydration number of glucose was about twice as high as DMSO, and made about 0.6 g/g.

The concentration of CeO_2 we used in the solutions of both CPAs did not affect their dielectric parameters within the error limits. There was a tendency to a decrease in the hydration numbers of the CPAs in the CeO_2 presence, however, these changes could not be considered as significant. In further studies, we are planning to use higher concentrations of nanocrystalline CeO_2 to obtain a cryoprotective effect.

