УДК 548:535.2

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖЕЛАТИНЫ

Азизов И.К., Ципинова А.Х., Шериева Э.Х.

ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»,
Нальчик, e-mail: kocev.isuf@mail.ru

В связи с тем что актуальность применения желатины при изготовлении фотографических эмульсий на основе галогенидов серебра не уменьшилась, проведены исследования физико-химических свойств инертных, малоактивных желатин, не содержащихся ионов кальция, с помощью атомно-силового микроскопа и рентгенофлуоресцентного анализатора Спектроскан МАКС – GV. Проведен анализ поверхностных свойств желатин в зависимости от содержания в них различных примесей. Показано, что частицы дисперсной фазы соединены между собой в рыхлую пространственную сетку, которая содержит в своих ячейках дисперсную среду, лишая текучести систему в целом, при 15–20 °С достигают прочности, характерной для длительного хранения, приблизительно за 24 часа. В соответствии с теорией эластичности резины прочность геля пропорциональна концентрации эффективных поперечных связей. В литературе имеются данные в пользу того, что после гелеобразования образуются кристаллиты с коллагенной структурой. Изучая параметры высушенных участков желатиновых плёнок, с помощью атомно-силового микроскопа обнаружили, что в инертных желатинах содержится больше кристаллитов, чем в желатинах без кальция и малоактивных. Рентгенофлуоресцентный анализ показал, что содержание примесей больше в желатинах без кальция и малоактивных. Примеси, содержащиеся в желатинах, препятствуют возникновению коллагеновых кристаллитов.

Ключевые слова: желатина, эмульсия, фракция, атомно-силовой микроскоп, фотографическая активность

RESEARCH OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF GELATIN FROM IMPURITIES

Azizov I.K., Tshipinova A.H., Sherieva E.H.

Kabardino-Balkarian State University name after K.H.M. Berbekov, Nalchik,
e-mail: kocev.isuf@mail.ru

Due to the fact that the relevance of the use of gelatin in the manufacture of photographic emulsions based on silver halides has not decreased, studies of physico-chemical properties inert, inactive and gelatin not containing calcium by using atomic force microscope and x-ray fluorescence analyzer SPECTROSCAN MAKs – GV. The analysis of surface properties of gelatin depending on the content of various impurities. It is shown that particles of the disperse phase are connected in a loose spatial grid, which contains in its cells dispersed environment, denying the fluidity of the whole system. With a reach of 15–20 when strength characteristic of long storage, approx 24 hours. In accordance with the theory of rubber elasticity, gel strength proportional to the concentration of effective cross-links. In the literature there is evidence in favor of the fact that after the gelation formed crystallites from the collagen structure. Studying the parameters of sections of the dried gelatin films using atomic force microscope have found that in an inert gelatins contain more crystallites than the gelatins without calcium and inactive. X-ray fluorescence analysis showed that the impurity content in more gelatins without calcium and inactive. Impurities contained in gelatins, prevent collagen crystallites.

Keywords: gelatin, emulsion, fraction, an atomic force microscope, a photographic activity

Желатина на сегодняшний день является незаменимой средой для изготовления фотографических эмульсий на основе галогенидов серебра. Как известно, основные свойства желатины обусловлены примесями, которые влияют на формирование светочувствительности эмульсии. Примеси (в основном это серосодержащие соединения) влияют на размеры и морфологию МК AgHal [1].

Ранее [2] нами были проведены исследования зависимости фотографической активности желатин от фракции. Были получены определенные закономерности, связанные с содержанием серы в желатинах и их фотографической активностью.

В данной работе приведены исследования различных типов желатин, а имен-

но, инертных, малоактивных и желатин, не содержащих ионов кальция, с помощью атомно-силового микроскопа и рентгенофлуоресцентного анализатора Спектроскан МАКС-GV.

Материалы и методы исследования

Для исследования мы выбрали наиболее интересные, на наш взгляд, инертную желатину (желатина, максимально очищенная от всех примесей), желатину без Ca^{2+} , малоактивную желатину.

Для получения сравнимых результатов брали шестипроцентные водные растворы всех перечисленных желатин. Поливали растворы желатин тонкой струей на стеклянную подложку с одинаковой площадью, объемом и температурой раствора и подложки, для получения одинаковых толщин образцов. Высушивали в естественных условиях в специальных ячейках.

Рис. 1. Фотография поверхности инертной желатины, полученной с помощью атомно-силового микроскопа

Рис. 2. Фотография поверхности желатины без Ca^{2+} , полученной с помощью атомно-силового микроскопа

Рис. 3. Фотография поверхности малоактивной желатины, полученной с помощью атомно-силового микроскопа

Результаты исследования и их обсуждение

Поскольку макромолекула желатины достаточно длинная, то вероятность того, что она полностью ляжет на подложку, мала, она укладывается так, что её соседние участки остаются параллельными друг другу. Таким образом, главной особенностью полимерной, в том числе и биологической молекулы является их способность образовывать пластинчатые монокристаллы путём многократного складывания цепей. В отличие от кристалла неорганического соединения в полимерном кристаллите наряду с упорядоченными участками есть и аморфные области. Полимерные кристаллиты образуются из сложенных и вытянутых цепей.

Исследования показали (рис. 1, 2, 3), что поверхности образцов желатин очень неоднородные.

Когда желатиновые растворы охлаждаются до температуры ниже 30 °С, они начинают обнаруживать свойство прочности. Студенистые тела, механические свойства которых в большей или меньшей степени подобны механическим свойствам твердых тел. Частицы дисперсной фазы соединены между собой в рыхлую пространственную сетку, которая содержит в своих ячейках дисперсную среду, лишая текучести систему в целом, при 15–20 °С достигают прочности, характерной для длительного хранения, приблизительно за 24 часа.

Предельная прочность геля зависит от типа сырья и способа получения желатин и не может быть предсказана на основе измерений, сделанных на молекулярно-дис-

пергированных образцах. Желатиновые гели по своим эластичным свойствам подобны резине – такого поведения можно было бы ожидать от бесконечных сетей, образованных длинными цепями молекул, соединенными между собой ограниченным числом поперечных связей. В соответствии с теорией эластичности резины, прочность геля пропорциональна концентрации эффективных поперечных связей. Природа поперечных связей является предметом множества предположений [3, 4]. В литературе имеются данные в пользу того, что после гелеобразования образуются кристаллиты с коллагенной структурой. Изучая параметры высушенных участков желатиновых плёнок, с помощью атомно-силового микроскопа, мы обнаружили, что в инертных желатинах содержатся больше кристаллитов, чем в желатинах без Ca^{2+} и малоактивных.

Величина этих элементарных кристаллитов, по расчётам Мейера и Марка [5] (10,3х7,9х8,35) ангстрем. В каждом таком кристаллите, надо предполагать, содержится от 500 до 1000 молекул. Полученные нами результаты (рис. 2, 3) подтверждают эти расчеты.

Размеры кристаллитов образованных в желатинах имеют такие же параметры, как и в расчетах Мейера и Марка [5]. Это означает, что эффективных поперечных связей в инертных желатинах больше чем в желатинах без кальция и малоактивных.

Наши рассуждения подтверждаются данными, полученными с помощью рентгенофлуоресцентного спектрального анализа, образцов желатин, на установке Спектроскан МАКС – GV.

Рис. 4. Спектрограмма инертной желатины, снятой с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора

Рис. 5. Фрагмент спектрограммы малоактивной желатины, полученной с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора

На рис. 4 представлена спектрограмма инертной желатины, из которой видно, что содержание примесей минимально и при том содержится только фотографически активное вещество сера.

На рис. 5 видно, что малоактивная желатина содержит в большом количестве кальций, а также железо, свинец и медь, которые эффективно влияют на процесс образования кристаллитов, в сторону их уменьшения, за счет занятия поперечных связей примесями, чем больше примесей, тем больше занятых поперечных связей.

Нами найдена определенная корреляция фотографической активности желатины и количества кристаллитов в них. Это необходимо учесть при изготовлении светочув-

ствительных материалов на основе желатины и галогенидов серебра.

Список литературы

1. Азизов И.К., Карданова З.И., Ципинова А.Х., Эржибова Ф.А. «О роли фотографической желатины, в формировании светочувствительности микрокристаллов галогенидов серебра» // Журнал «Фундаментальные исследования». – 2015. – № 2–16. – С. 3518–3522.
2. Азизов И.К., Карданова З.И., Ципинова А.Х. «Механизм ортохроматической спектральной сенсibilизаций микрокристалла галогенида серебра в желатиновой матрице». Известия РАН, Серия физическая. – 2012. – том 76, № 13.
3. Вундерлих Б. Физика макромолекул. Т. 1. – Мир, 1978. – 624 с.
4. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Статистическая физика макромолекул. – М.: Наука, 1989.
5. Harrington W.F., P.H. von Hippel, in «Advances in Protein Chemistry», vol. Academic Press, Inc., New York, 1961. – P. 1.