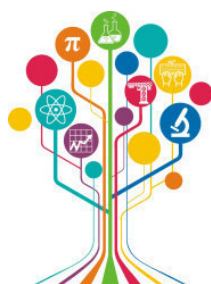


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Том 2. Химия

Сборник научных трудов
XVIII Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых
27–30 апреля 2021 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

Volume 2. Chemistry

Abstracts

XVIII International Conference of students, graduate students
and young scientists
April 27–30, 2021



Национальный
исследовательский
Томский
государственный
университет



Томск 2021

УДК54.052

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГИДРОГЕЛЕЙ СОСТАВА: ПОЛИВИНИЛОВЫЙ
СПИРТ-АЛЬГИНАТ НАТРИЯ**А.А. Черкасов, А.А. Чернышев Д.Н. Лыткина

Научный руководитель: профессор, д.ф-м.н. И.А. Курзина

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина 36, 634050

E-mail: alekscherkasov96@gmail.com**OBTAINING AND STUDYING THE PROPERTIES OF A POLYVINYL ALCOHOL/SODIUM
ALGINATE HYDROGELS**A.A. Cherkasov, A.A. Chernyshev D.N. Lytkina

Scientific Supervisor: Prof., Dr. I.A. Kurzina

Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin Ave., 36, 634050

E-mail: alekscherkasov96@gmail.com

Abstract. *Hydrogels from a mixture of polyvinyl alcohol (PVA) and sodium alginate (SA) have great potential for use as functional biomaterials; therefore, studying the effect of the preparation method and composition on the material properties is an urgent task. In this work, hydrogels from a PVA /SA mixture with different SA contents were prepared in two steps: first using the freeze-thaw method for physical cross-linking of PVA chains, then using Ca^{2+} cross-linking of SA chains to form interpenetrating networks of PVA and SA.*

Введение Гидрогели способны набухать в воде и формировать нерастворимую трехмерную пространственную структуру, которая находится в равновесии с водой [1]. Синтетические гидрогели, как материалы, предназначенные для использования в медицине, имеют отличные механические свойства, некоторые же природные гидрогели обладают рядом своих уникальных свойств, например, хитозан проявляет антибактериальную активность. Из этого следует, что смешение синтетических и природных полимеров для получения новых гидрогелиевых материалов может послужить решением проблемы отсутствия у многих гидрогелиевых биоматериалов желаемых функциональных свойств.

Поливиниловый спирт (ПВС) водорастворимый синтетический полимер, образует стабильный и кристаллизующийся гидрогель методом замораживания-оттаивания. Гидрогель ПВС обладает высокой механической прочностью, биосовместимостью, имеет вязкоупругую природу, нетоксичный, экономичный. В настоящее время гидрогели ПВС используют в биомедицине в качестве материалов для перевязки ран, как системы контролируемого освобождения лекарств [2], в тканевой инженерии, как материалы для создания искусственных органов, например, хрящей [3-4].

Альгинат натрия (АН) линейный полисахарид, состоящий из 1,4-связанной β -D-маннуронозой кислоты и остатков α -L-гулууронозой кислоты в различных пропорциях, в зависимости от его водорослевого или бактериального происхождения [5]. Альгинат натрия растворим в водном растворе и образует стабильные гели при комнатной температуре в присутствии некоторых двухвалентных катионов (например, Ba^{2+} , Ca^{2+}), которые могут образовывать комплекс с карбоксильными группами

остатков α -L-гулуруновой кислоты в тетраэдратной структуре, затем образуя «egg-box model» [6]. Альгинат натрия, сшитый ионами кальция, обладает превосходными свойствами и широко используется в биомедицине, как материал каркаса для тканевой инженерии из-за структурного сходства с естественным внеклеточным матриксом. Альгинат натрия может управлять клеточной адгезией клеток, ростом и образованием новой ткани в трехмерной структуре при имплантации как животным, так и людям в сочетании с различными клетками. Кроме того, гидрогель альгината натрия полезен для заживления ран, поэтому его использовали в качестве гемостатического перевязочного материала для ран. Сообщается, что альгинат натрия нетоксичен и биоразлагаем при пероральном введении, его гидрогель сжимается при pH 1,2 (желудочная среда) и набухает при pH 7,4 (кишечная среда), подходит для доставки лекарств через кишечник [7]. Целью работы являлось получение и исследование свойств гидрогеля поливинилового спирта-альгинат натрия.

Экспериментальная часть Растворы ПВС и АН 5 масс. % были приготовлены путем растворения порошковых материалов в дистиллированной воде при 95°C для ПВС и при 20°C для АН при постоянном перемешивании в течении 6 часов. Затем, полученные растворы, смешивали в массовом соотношении (ПВС/АН) 75/25, 50/50 и 25/75 при перемешивании в течении 6 часов. Раствор смеси выливали в форму и проводили несколько циклов замораживания при -23°C в течении 12 часов и оттаивания при комнатной температуре в течении 6 часов. Смесь сшитых гидрогелей погружали в водный раствор CaCl_2 для сшивания АН, в результате чего были получены гидрогели ПВС/АН.

Таблица 1

Состав композиционных материалов на основе поливинилового спирта и альгината натрия

Образец	1	2	3
Содержание 5% раствора ПВС в исходной смеси, масс. %	75	50	25
Содержание 5% раствора АН в исходной смеси, масс. %	25	50	75

Результаты. Высушенные образцы с различным содержанием АН погружали в дистиллированную воду при 37 ° С. Через определенные промежутки времени образцы вынимали, с помощью фильтровальной бумаги удаляли избыток воды на поверхности и взвешивали. Коэффициент набухания определяли по следующему уравнению:

$$\text{Коэффициент набухания (КН)} = \frac{W_t - W_0}{W_0},$$

где W_0 – масса высушенного образца, а W_t – масса набухших гидрогелей в момент времени t .

На рис.1. показано, что все образцы имеют схожую тенденцию к набуханию. Коэффициент набухания быстрее всего растет у образца **1** с 25% АН. Известно, что повышенная плотность сшивки приведет к более компактной сетевой структуре и меньшему пространству в полимерной матрице для размещения воды. Таким образом коэффициент набухания отрицательно связан с плотностью сшивки. Однако, поскольку ПВС является более гидрофильным чем АН, следовательно, соотношение равновесного набухания гидрогелей смеси ПВС/АН будет увеличиваться с увеличением содержания ПВС в гидрогелях.

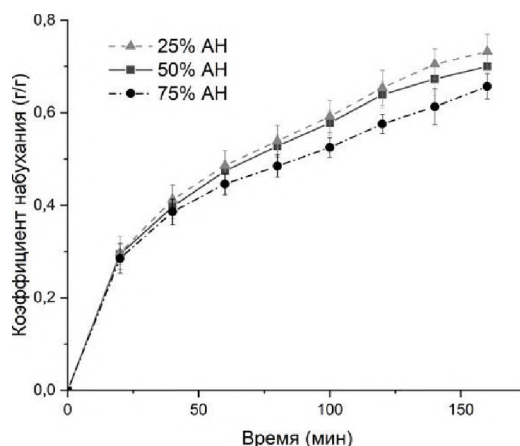


Рис. 1. Коэффициент набухания гидрогелей смеси ПВС/АН в дистиллированной воде при 37 °С

Заключение. Посредством криообработки раствора ПВС/АН с последующей сшивкой Ca^{2+} получены гидрогели смеси ПВС/АН подходящие для использования в качестве биосовместимых материалов. При исследовании коэффициента набухания была выявлена его отрицательная связь с плотностью сшивки, наибольший коэффициент набухания имеет материал **1**, состава 25% АН.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования (проект номер 0721-2020-0037).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rosiak J.M., Yoshii F. Hydrogels and their medical applications // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. – 1999. – V. 151., № 1-4. – P. 56-64.
2. Hassan C.M., Stewart J.E., Peppas N.A. Diffusional characteristics of freeze/thawed poly (vinyl alcohol) hydrogels: applications to protein controlled release from multilaminar devices // European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. – 2000. – V. 49., № 2. – P. 161-165.
3. Bodugoz-Senturk H. et al. Poly (vinyl alcohol)–acrylamide hydrogels as load-bearing cartilage substitute // Biomaterials. – 2009. – V. 30. – № 4. – P. 589-596.
4. Zheng Y. et al. Studies of poly (vinyl alcohol)/hydroxylapatite hydrogels compounds for cartilage implantation // Journal of biomedical engineering. – 2003. – V. 20., № 3. – P. 401-3, 465.
5. Martinsen A. et al. Alginate as immobilization material: I. Correlation between chemical and physical properties of alginate gel beads // Biotechnology and bioengineering. – 1989. – V. 33., № 1. – P. 79-89.
6. Grant G. T. et al. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: the egg-box model // FEBS letters. – 1973. – V. 32., № 1. – P. 195-198.
7. George M., Abraham T. E. pH sensitive alginate–guar gum hydrogel for the controlled delivery of protein drugs // International journal of pharmaceutics. – 2007. – V. 335., № 1-2. – P. 123-129.