

ГІДРОГЕЛІ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ОСНОВІ ВОДОРозчинних ПОЛІМЕРІВ

Ляшок І.О., Іщенко О.В., Бурлакова С.А., Сікора А.С., Шаравара А.І.

Київський національний університет технологій та дизайну, кафедра промислової фармації, м Київ, Україна, e-mail: liashok77@gmail.com

Існує проблема створення гідрогелевого матеріалу, який задовольняє широкий спектр властивостей, що застосовуються в галузі біомедицини. В якості досліджуваного матеріалу використовували криогідрогелі на основі полівінілового спирту, як перспективного, який характеризується біосумісністю, що дозволяє ефективно застосовувати його в медицині та біотехнології. При набуханні гідрогелевих зразків у воді та фізрозчині рівноважне значення вологи досягається через 100 годин. А повна втрата вологи за нормальних умов – через 140 годин. В цілому, вид кривих характерний для зшитих структур полімерів. Дослідження дозволяють в подальшому використовувати такі гідрогелі в якості основи та вводити в їх структуру функціональні композиційні добавки.

Ключові слова: гідрогелі, полівініловий спирт, поглинання вологи, кінетика.

MEDICAL PURPOSE HYDROGELS BASED ON WATER-SOLUBLE POLYMERS

Liashok I.O. Ishchenko O.V. Burlakova S.A. Sikora A.S. Sharavara A.I.

Kyiv National University of Technologies and Design, Department of Industrial Pharmacy, Kyiv, Ukraine, e-mail: liashok77@gmail.com

There is the problem of creating a hydrogel material that satisfies the wide range of properties used in the field of biomedicine. As the test material used cryohydrogels based on polyvinyl alcohol, as are promising, characterized by biocompatibility, which allows it to be effectively used in medicine and biotechnology. When the hydrogel samples swell in water and saline solution, the equilibrium moisture content is reached after 100 hours. And complete loss of moisture in normal conditions - in 140 hours. In general, the type of curves is characteristic of cross-linked polymer structures. Studies allow to further use such hydrogels as a base and to introduce into their structure functional composite additives.

Keywords: hydrogels, polyvinyl alcohol, moisture absorption, kinetics.

Гідрогелі представляють собою зшиті гідрофільні полімери, здатності поглинати і утримувати значні обсяги рідини. Трьох вимірні сітки його структури знаходяться в рівновазі з водним середовищем, при цьому спостерігається баланс пружних напружень поперечних зшивок і осмотичного тиску розчину. Гідрогелі застосовують, в якості матеріалів для контактних лінз, матриксів для вирощування клітин і тканин, систем з контрольованим виділенням лікарських препаратів [1, 2].

Полімерні гідрогелі широко застосовують в різних галузях, пов'язаних з медициною і біотехнологією. Унікальні властивості цих полімерних систем зумовлюють їхню перспективність та поширеність у медицині та медичній біотехнології: тканинна і клітинна інженерія, технологія імплантатів і біологічно активних систем тощо.

У той же час, проблема розробки гідрогелевого матеріалу, задовольняє широкий спектр біомедичних галузей застосування (таких як, наприклад, ступінь клітинної адгезії, токсичність, розвиненість пористості і її характер, біодеградабельність і т.п.) і володіє при цьому доступністю, порівняно простою технологією отримання і відносно низькою вартістю [3, 4].

Гідрофільна поверхня гідрогелів характеризується низьким значенням вільної поверхневої енергії при взаємодії з біологічними рідинами, що призводить до низькою адгезії білків і клітин на їх поверхні. М'якість і пружність гідрогелів мінімізує механічне роздратування біологічних тканин.

Досить перспективним в якості основи полімерних гідрогелів є застосування полівінілового спирту, як доступного синтетичного полімеру, який характеризується біосумісністю, що зумовлює широке і ефективне його застосування в медицині протягом десятків років.

Мета дослідження: дослідити кріогідрогелі на основі полівінілового спирту на поглинання/втрати вологи та оцінити кінетику процесу.

Матеріали і методи дослідження.

В якості досліджуваного матеріалу використовували кріогідрогелі на основі полівінілового спирту (ПВС) марки 17-99. Зразки заморожували на 1 добу при температурі -15°C . Розморожування зразків здійснювали при $+5^{\circ}\text{C}$.

Для визначення ступеню набухання полімерної частини гідрогеля зразки піддавали дії води та фізрозчину, та зважували через рівні проміжки часу, віджимаючи вологу, між шарами фільтрувального паперу до постійної маси. Ступінь набухання визначали за формулою 1:

$$n = \frac{m_2 - m_1}{m_1} * 100\%, \quad (1)$$

де m_1 – маса зразка гідрогеля висушеного до постійної ваги;

m_2 – маса зразка набухлого гідрогеля.

Враховуючи зміну вологи у зразках гідрогелів розраховували швидкість поглинання/втрати вологи у мг/с.

Результати дослідження.

Кріогідрогелі полівінілового спирту являють собою полімерну систему, що утворюється в результаті заморожування розчинів ПВС, їх витримання у замерзлого стані і наступному розморожуванні [1].

Кріогелі ПВС це фізичні гелі, вузли трьохвимірної сітки яких утворені за рахунок міжмолекулярних взаємодій макромолекул. На відміну від хімічно зшитих гелів, кріогідрогелі ПВС не містять шкідливих речовин, та відрізняються високою еластичністю з механічною міцністю, нетоксичністю, біосумісністю та здатністю до біорозкладання.

В якості фізичних зшивок кріогелів ПВС виступають його нанокристаліти, що визначає його міцність, пружність, здатність набухати, втримувати та віддавати воду та активні речовини. Вміст води у початковому розчині ПВС впливає на концентрацію та розміри нанокристалітів які утворюються.

В роботі було досліджено зразки криогідрогелів ПВС на поглинання/втрату вологи. Залежність вмісту рідкої фази у криогідрогелів та від часу наведено на рисунку 1.

За даними була розрахована швидкість поглинання/втрати вологи у зразках гідрогелів. Кінетика процесу наведена на рисунку 2.

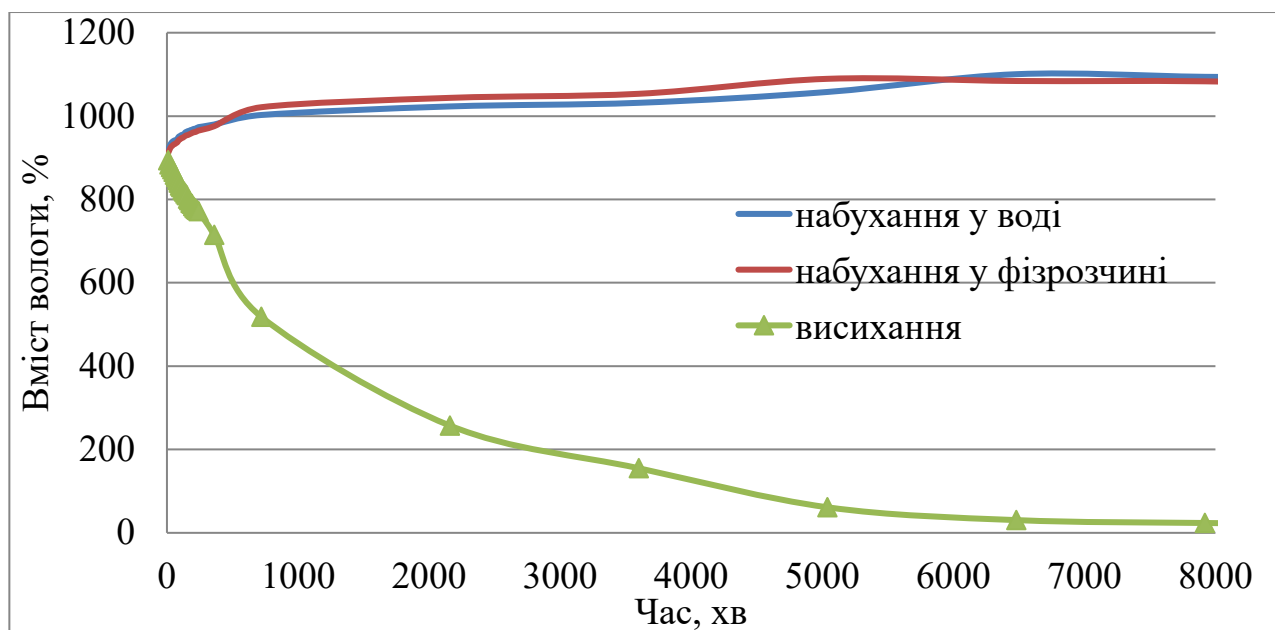


Рисунок. 1. Залежність вмісту рідкої фази у криогідрогелів від часу.

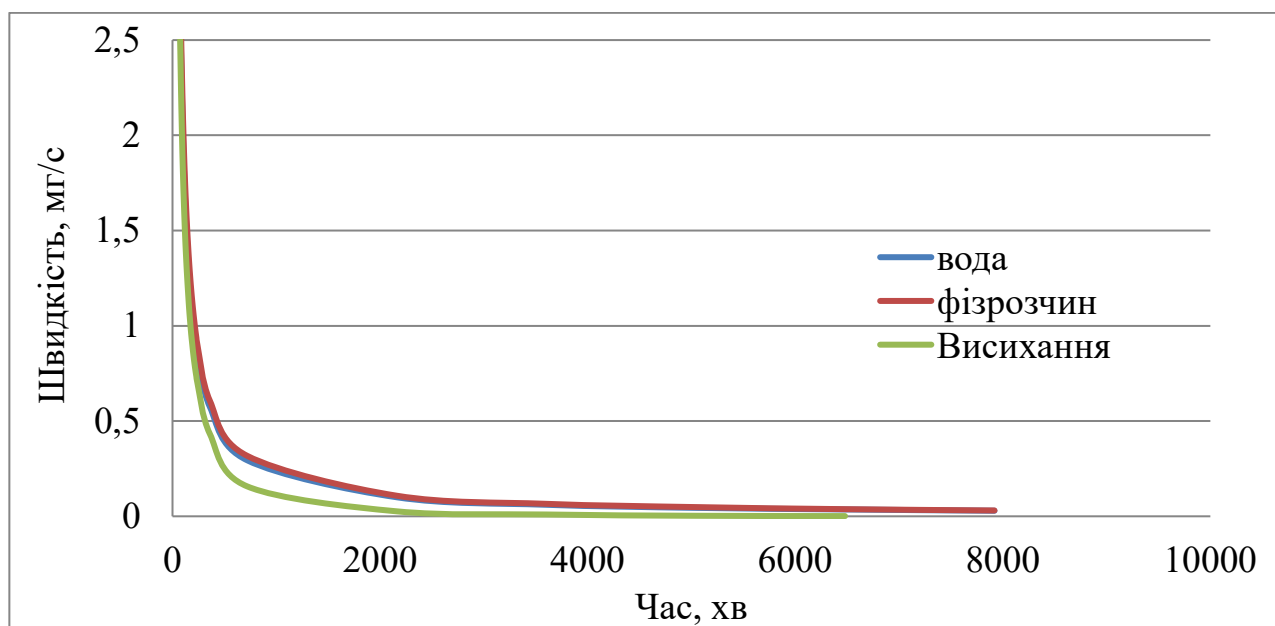


Рисунок. 2. Кінетика поглинання/втрати вологи у зразках криогідрогелів.

При набуханні гідрогелевих зразків у воді та фізрозчині рівноважне значення вологи досягається через 100 годин. А повна втрата вологи за нормальних умов – через 140 годин. В цілому, вид кривих характерний для зшитих структур полімерів.

Перша година характеризується високими швидкостями як поглинання води та фізрозчину, так і втрати вологи від 2,5 до 0,2 мг/с. При цьому характер кривих є однаковим, що підтверджує, що кріогідрогелі на основі ПВС сформовані за рахунок міжмолекулярних взаємодій між водою та полімером.

Висновки.

1. Перспективним є використання в якості основи полімерних гідрогелів полівінілового спирту, який характеризується біосумісністю, що дозволяє ефективно застосовувати його в медицині та біотехнології.

2. Дослідження дозволяють в подальшому використовувати в якості основи для гідрогелів ПВС та вводити в його структуру функціональні композиційні добавки.

3. Набухання гідрогелевих зразків у воді та фізрозчині до рівноважного значення вологи досягається через 100 годин. А повна втрата вологи за нормальних умов – через 140 годин. В цілому, вид кривих характерний для зшитих структур полімерів.

4. Найшвидше процес поглинання/вивільнення вологи кріогідрогелів на основі полівінілового спирту проходить у перші 60 хвилин. А характер кривих є однаковим, що підтверджує, що такі гідрогелі сформовані за рахунок міжмолекулярних взаємодій між водою та полімером.

Список літератури.

1. Peppas N.A., Huang Y., Torres-Lugo M., Ward J.H., Zhang J. Physicochemical foundations and structural design of hydrogels in medicine and biology // *Annu. Rev. Biomed. Eng.* - 2000. - Vol. 2. - 9-29 p.
2. Drury J. L., Mooney D. J. Hydrogels for tissue engineering: scaffold design variables and applications // *Biomaterials.* - 2003. - Vol. 24. - 4337-4351 p.
3. Gehrke S.H. Synthesis and properties of hydrogels used for drug delivery // *Drugs Pharm. Sci.* - 2000. - Vol. 102 - 473-546 p.
4. Park K., Shalaby W.S.W. Biodegradable hydrogels for drug delivery / Park H. - Basle: Technomic Publishing Co., 1993. - 252 p.
5. Филиппова О. Е. «Умные» полимерные гидрогели // *Природа.* – 2005. – Т. 8. – С. 11-17.
6. Бозо И. Я. «Оценка биосовместимости и эффективности доставки плазмидной ДНК ген-активированными гидрогелями». -2019.С.22-34
7. Котлярова М.С. «Фотополимеризуемые гидрогели на основе метакрилированного желатина и структурных белков» – 2018. – Т. 8. – С. 9-17.