

Лебедєва К.О., аспірант, Черкашина Г.М., к.техн.н., професор, Савченко Д.О., студент,
Лебедєв В.В., к.техн.н., доцент

ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГЕЛЕУТВОРЕННЯ ТА РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВІ АГАР-АГАРУ

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Ключові слова: полімерні гідрогелі, агар-агар, гелеутворення, реологічних властивості, концентрація, активні речовини

Вступ. Структуроутворення та реологічні властивості полімерів, як синтетичних, так і природних, представляють інтерес і з теоретичних, і з практичних позицій. Теоретичний аспект пов'язаний з розвитком теорії прояви реологічних властивостей розчинів полімерів і пошуком загальних закономірностей. Практична складова спрямована на пошук емпіричних залежностей реологічних властивостей розчинів полімерів від складу, будови і походження полімеру, що вивчається як об'єкт реологічних процесів. У багатьох випадках реологічні властивості високомолекулярних сполук і їх розчинів описують на основі емпіричних закономірностей [1, 2]. Особливий практичний інтерес викликають реологічні характеристики розчинів індивідуальних природних полімерів і їх сумішей. Такі речовини знайшли широке застосування в різних областях. Вони цікаві з точки зору потенціалу їх використання в біомедичній косметологічній, харчовій і фармацевтичній [3]. Так, гідрофільні полімерні гелі знаходять широке застосування для приготування м'яких лікарських форм, ефективного використання яких обумовлено їх досить високою в'язкістю при низьких концентраціях гелеутворювача, високою проникаючою здатністю, біодоступністю, значною біоадгезією, пролонгуючим ефектом, відсутністю дратівливих властивостей, біосумісністю з багатьма групами лікарських речовин і т.д. [4]. Використання для цих цілей розчинів на основі агар-агару є вельми перспективним, оскільки цей природний полімер має низку унікальних властивостей, пов'язаних з гелеутворенням. Гідрогелі є зшитими гідрофільними полімерними структурами, які можуть увібрати велику кількість води або біологічних рідин. Гідрогелі – один з перспективних класів полімерних систем, які охоплюють численні біомедичні і фармацевтичні застосування. Інтелектуальні або чутливі до середовища гідрогелі і біоклеї гідрогелів продовжують залишатися важливими матеріалами для медичного застосування. Гідрогелі широко використовуються для різного біомедичного застосування – тканинної інженерії, молекулярного імпринтингу, імуноізоляції, як перем'яшувальні матеріали, для доставки ліків тощо [5].

Відомий літературний огляд, який містить аналіз їх основних характеристик і біомедичних застосувань від роботи Віхтерле до останніх винайдених гідрогелів та їх ринкових продуктів [6]. Гідрогелі стали дуже популярні завдяки своїм унікальним властивостям, таким як високий вміст води, м'якість, еластичність та біосумісність. Натуральні і синтетичні гідрофільні полімери можуть бути фізично або хімічно зшиті для отримання гідрогелів. Їх схожість з живою тканиною відкриває багато можливостей для застосування в біомедичних областях.

Нині гідрогелі використовуються для виготовлення контактних лінз, засобів гігієни, ремонтної інженерії тканини, як системи доставки ліків та перев'язочні матеріали. Окремий інтерес становить вивчення можливості для використання гідрогелів в області косметології. Вивчення особливостей процесів набрякання дисперсних гідрогелів у воді та інших полярних рідинах, а також процесів адсорбції ними парів розчинників різної природи має виключно важливе значення при вирішенні ряду актуальних завдань. Зокрема це: утримання вологи у ґрунтах, доставка ліків, пов'язки на ранах, які забезпечують абсорбцію, послаблення та знищення некротичної та фібротичної тканини. Також такі гідрогелеві композити можуть бути використані при одержанні гідрогелевих пов'язок та медичних імплантатів [7–8].

Перспективними для створення біомедичних систем з прогнозованими властивостями є нові синтетичні полімерні матеріали – гідрогелі. Полімерні гідрогелі за своїми властивостями є ідеальними об'єктами для створення трансдермальних систем матричного типу [9]. В останні роки синтезовані гідрогелі, які здатні змінювати ступень набухання залежно від зміни параметрів (чинників) зовнішнього середовища. При цьому є гідрогелі, які або зменшують ступень набухання, або навіть частково руйнуються. Тобто, при зміні параметрів зовнішнього середовища відбувається фазовий перехід першого роду, який супроводжується суттєвою зміною об'єму гідрогеля. Такі гідрогелі працюють за механізмом зворотного зв'язку під впливом таких зовнішніх параметрів, як рН, температура, світло, дія розчинників, електричного поля, механічних навантажень, хімічних або біохімічних реагентів. Ці унікальні властивості зумовили зростаючий інтерес до їх застосування в хімії медико-біологічних полімерів. Так, вони широко використовуються як носії іммобілізованих біологічно-активних сполук [3–5], імплантатів [10] тощо. Очевидно, причиною такого широкого застосування гідрогелів є їх унікальна структура, яка забезпечує набухання гідрогелів у воді та високу проникність для низько- та високомолекулярних сполук, а також задовільну біосумісність [8]. Проте недостатня механічна міцність цих матеріалів та сповільнені процеси сорбції-десорбції ліпофільних лікарських препаратів суттєво обмежують застосування гідрогелів у медицині.

Винятковість реологічних властивостей розчинів агар-агару можна розглядати як особливість прояви у водних розчинах його структурної організації, яка обумовлена взаємодією з водою [10]. Як і для більшості природних високомолекулярних сполук, структура агар-агару встановлена досить повно. Агар-агар – це суміш двох полісахаридів – агарози і агаропектину. Агароза, що входить до складу агар-агару (50–80 %), являє собою лінійний полісахарид, побудований з залишків заміщеної β-D-галактопіранози і заміщеної 3,6-ангідро-α-L- галактопіранози. Будова базової полімерної ланки у агару, отриманого з різної за походженням сировини, відрізняється несуттєво. Високу здатність до гелеутворення пояснюють по-різному. Багато дослідників схильні вважати відповідальним за виключно високу в'язкість і схильність до гелеутворення в розчинах з невисокою концентрацією, агарозу, яка відрізняється високою структурною організацією і утворює велику кількість упорядкованих водневих зв'язків. Деякі автори відводять важливу роль в гелеутворенні наявності в структурі агару сульфатних груп [10]. В цьому випадку гелеутворення водних розчинів агару пояснюють утворенням міжмолекулярних іонних зв'язків між сульфатними групами полімерних ланцюгів і багатовалентного катіону, найчастіше – кальцію.

Вважається, що гелеутворення в розчинах агар-агаре обумовлено двоступінчастим механізмом: конформаційним переходом «спіраль – клубок» при охолодженні водного розчину агару, де молекули гомогенно розподілені [11]. При досягненні достатньої концентрації полімеру створюється тривимірна мережа (тобто «макроскопічний гель»), тоді як недостатня концентрація призведе до локальних агрегатів і / або окремих макромолекул [12]. У той час, як агароза утворює жорсткі полімерні мережі, сульфатні групи, присутні в агаропектиновій фракції агару, викликають перегини в спіралях, що призводить до утворення менш компактних структур.

Мета статті – вивчення кінетики гелеутворення та особливостей реологічних властивостей гідрогелів на основі агар-агару.

Завдання дослідження статті:

- дослідити залежність в'язкості полімерів від концентрації та часу їх утворення в гідрогелях агар-агару;
- оцінити структурну завершеність в приготованих розчинах полімерних гідрогелів агар-агару;
- дослідити ефективність гелеутворення в умовах висококонцентрованих розчинів агар-агару.

У роботі використовувався агар-агар харчовий «Пріправка» (Україна). Використовували воду дистильовану, мед акацієвий «Своя Лінія(Україна), молоко «Заречье» жирності-2,5 % (Україна).

Методика приготування розчинів полімерних гідрогелів. Розчини концентрацією 0,1; 0,3; 0,5 і 0,7 % готувалися за загальновідомою методикою: наважку заливали певною кількістю дистильованої води і залишали на добу для набухання. Потім суміш нагрівали на водяній бані при безперервному перемішуванні і доводили до кипіння на електроплитці. Отримані розчини залишали для природного охолодження на кілька годин. При отриманні висококонцентрованих полімерних гідрогелів з молоком та медом концентрацією 25 та 50 % полімерної частини наважку заливали певною кількістю дистильованої води і залишали на добу для набухання, суміш нагрівали на водяній бані при безперервному перемішуванні до отримання однорідного розчину. Потім отриманий розчин полімерних гідрогелів з молоком та медом виливали на скло та досліджували гелеутворення.

Методика вимірювання реологічних характеристик полімерних гідрогелів. Вимірювання реологічних характеристик проводили за допомогою капілярного віскозиметра Освальда.

Методика вимірювання часу втрати липкості та утворення плівки гідрогелів. Час втрати липкості та утворення плівки гідрогелів визначали візуально з використанням скляної палички, якою торкалися розчинів композицій.

Статистичний аналіз для оцінки частот аналізованих параметрів проводили за допомогою кутового перетворення Фішера.

Обговорення результатів. В першу чергу оцінювалася структурна завершеність в приготованих розчинах. Ґрунтуючись на схемі взаємодії полімерних молекул агар-агару з водою, яка приведена в роботі [3], було припущено, що процес гідратаційної взаємодії макромолекул полімеру з водою може бути досить тривалим і не закінчуватися при охолодженні до 25 °С, оскільки концентрація розчинів нижче концентрації геле-

утворення. З цією метою були виміряні реологічні характеристики розчинів безпосередньо після приготування і охолодження, через тиждень і через 30 днів. Криві наведені на рисунку 1. Найбільші зміни спостерігаються для розчинів через місяць після їх приготування, особливо для великих концентрацій. Це підтвердило припущення про довготривалий характер процесів внутрішньої організації в розчинах полімеру. У зв'язку з цим всі виміри проводилися з розчинами, витриманими не менше місяця.

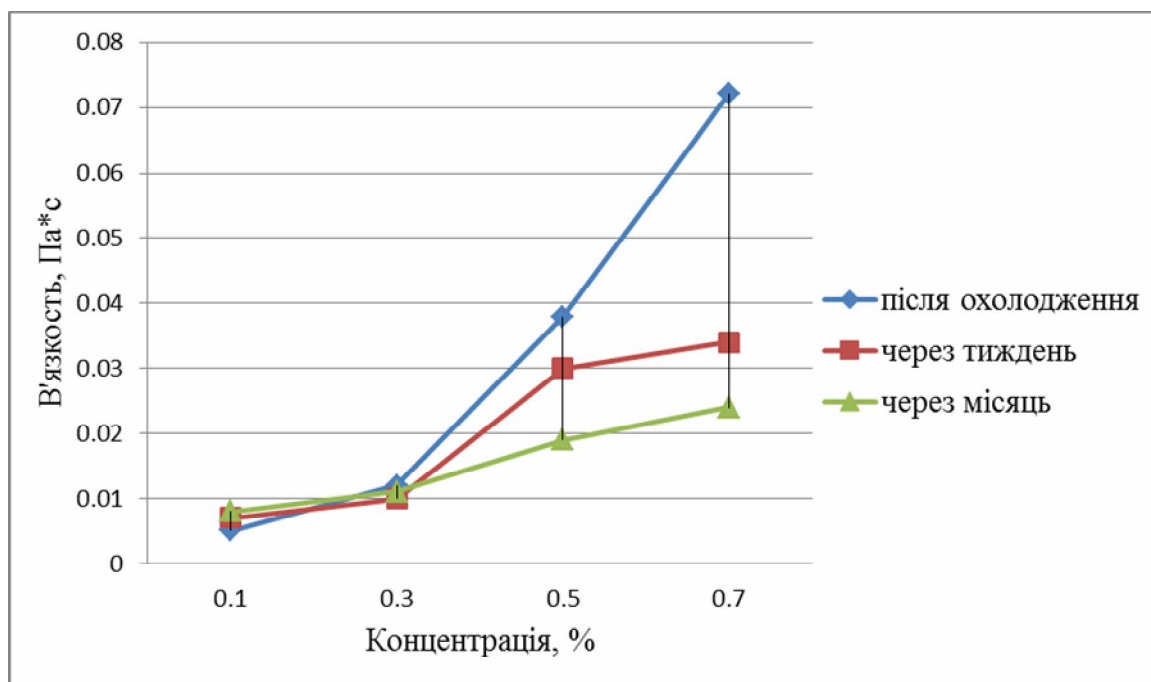


Рисунок 1 – Залежність в'язкості полімерів від концентрації та часу їх утворення

Концентраційна залежність в'язкості, наведена на рисунку 1, ілюструє істотні зміни динамічних характеристик розчинів при різних часових режимах утворення.

Прокоментувати наведену залежність можна наступним чином: підвищення часу утворення гідрогелів говорить про помітний внесок міжчасткових взаємодій в створення ієрархічних організацій. Точка, при концентрації 0,3 %, представляється дуже цікавою з точки зору припущення про особливості міжмолекулярної взаємодії двох підсистем: полімеру і розчинника. Хоча для однозначного твердження про зміну механізму в'язкості при певній концентрації недостатньо, можна припустити, що концентрація 0,3 % (або точка поблизу неї) поділяють, як описано вище, області з різною кількістю парних взаємодій в системі вода – вода, вода – полімер, полімер – полімер. Цілком ймовірно, що графік на рисунку 1 являє собою адитивну систему з кількох ділянок, кожен з яких описує самостійну залежність в'язкості від концентрації агар-агару. Тільки для розчину гідрогелю, який отримували впродовж 30 днів у всьому діапазоні концентрацій спостерігається задовільна лінійна залежність. Згідно з існуючими реологічними моделями це може пояснюватися неоднаковим руйнуванням полімерної структурної організації при різних швидкостях.

Далі було досліджено ефективність гелеутворення в умовах висококонцентрованих розчинів агар-агару з різним вмістом полімерної частини та активних речовин – таблиця 1 та рис. 2–3.

Як видно, у композиціях, які складаються виключно з агар-агару та води спостерігається найменший час втрати липкості та плівкоутворення. При цьому, при збіль-

шенні вмісту агар-агару с 25 до 50 % відсотків можна побачити найбільш швидкі процеси втрати липкості та плівкоутворення. Важливо відмітити, що композиції з найбільшим часом втрати липкості та плівкоутворення містять 25 % агар-агару та 50 % молока та меду, тому що саме для них буде характерний якнайдовший час дифузії активних речовин до організму людини.

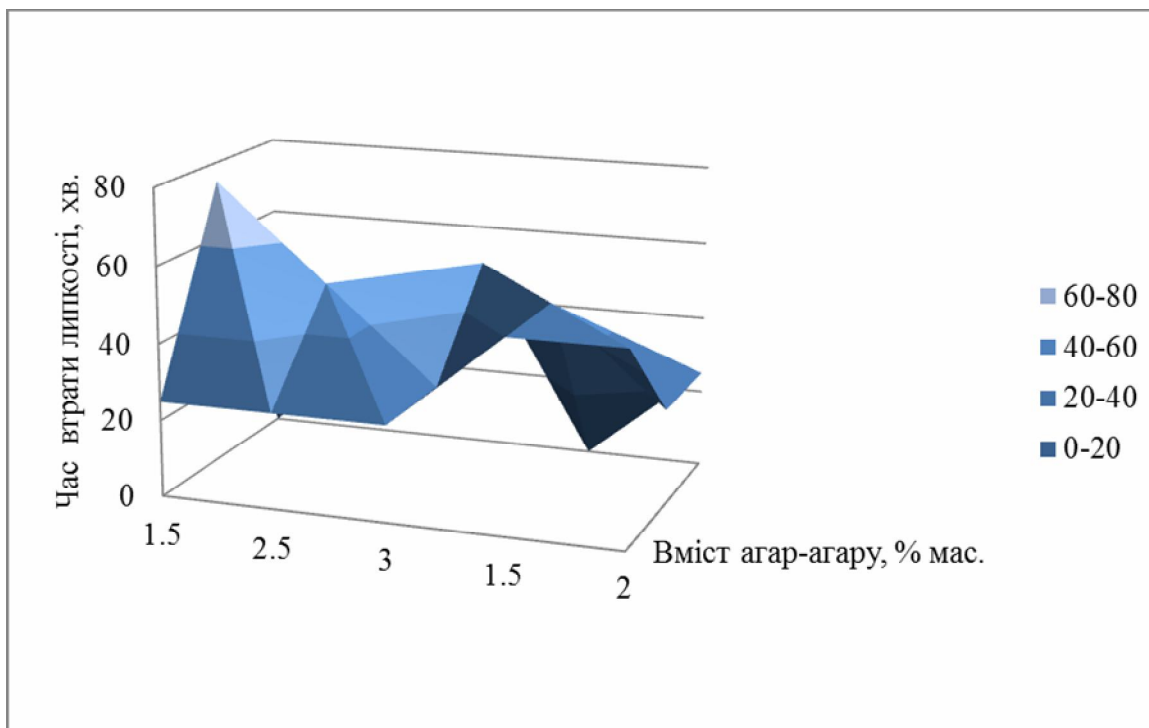


Рисунок 2 – Залежність часу втрати липкості від концентрації компонентів гідрогелю

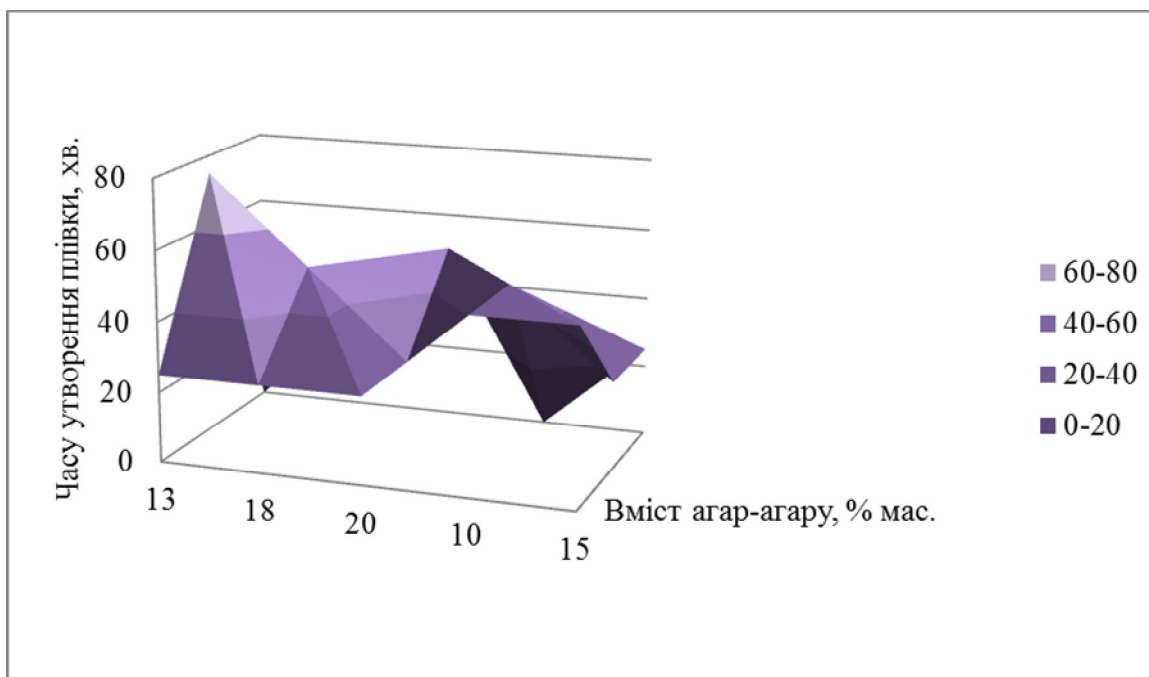


Рисунок 3 – Залежність часу утворення плівки від концентрації компонентів гідрогелю

Таблиця 1 – Дослідження ефективності гелеутворення в умовах висококонцентрованих розчинів агар-агару з різним вмістом полімерної частини та активних речовин

Вміст агар-агару, % мас.	Вміст води, % мас.	Вміст молока та меду, % мас.	Час втрати липкості, хв.	Час утворення плівки, хв.
25	75	-	1,5	13
25	50	25	2,5	18
25	25	50	3	20
50	50	-	1,5	10
50	25	25	2	15

Висновки. В роботі проведено дослідження з вивчення кінетики гелеутворення та особливостей реологічних властивостей гідрогелів на основі агар-агару з метою отримання сучасних біосумісних матеріалів для медичної, косметологічної та фармацевтичної галузей.

В ході дослідження ми дійшли наступних висновків:

– встановлено, що тільки для розчинів гідрогелю, який отримували впродовж 30 днів у всьому діапазоні концентрацій спостерігається задовільна лінійна залежність;

– показано, що у композиціях, які складаються виключно з агар-агару та води спостерігається найменший час втрати липкості та плівкоутворення. При цьому, при збільшенні вмісту агар-агару с 25 до 50 % можна побачити найбільш швидкі процеси втрати липкості та плівкоутворення.

– встановлено, що композиції з найбільшим часом втрати липкості та плівкоутворення містять 25 % агар-агару та 50 % молока та меду, тому що саме для них буде характерний якнайдовший час дифузії активних речовин до організму людини.

Література

1. Romberg B., Metselaar J., Baranyi L., Snel C., Bungler R., Hennink W., Szebeni J., Storm G Poly(aminoacids): Promising enzymatically degradable stealth coatings for liposomes // International Journal of Pharmaceutics. – 2007. – Vol. 331. – P. 186–199.

2. Varvarenko S., Tarnavchuk I., Voronov A., Fihurka N., Dron I., Nosova N., Taras R., Samaryk V., Voronov S. Synthesis and colloidal properties of polyesters based on glutamic acids and glycols of different nature // Chemistry and Chemical Technology. – 2013. – Vol. 7, N. 2. – P. 164–168.

3. Тарнавчик І.Т., Самарик В.Я., Носова Н.Г. та ін. / Новий метод синтезу пористих гідрогелів // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка. – 2008. – № 609. – С. 338–340.

4. Варваренко С.М., Фігурка Н.В., Самарик В.Я., Воронов А.С., Тарнавчик І.Т., Носова Н.Г., Дронь І.А., Тарас Р.С., Воронов С.А. Синтез та поверхнево-активні властивості нових поліестерів-псевдополіамінокислот на основі природних двоосновних амінокислот // Доповіді НАН України. – 2013. – № 5. – С. 131–139.

5. Лаврова И.С. Практикум по коллоидной химии. – М.: Высшая школа, 1983. – 216 с.
6. Биби́к Е.Е. Реология дисперсных систем. Л., 1981. – 172 с.
7. Кирсанов Е.А., Матвее́нко В.Н. Неньютоновское поведение структурированных систем. М., 2016. – 384 с.
8. Кряжев В.Н., Романов В.В., Широков В.А. Последние достижения химии и технологии производных крахмала //Химия растительного сырья. – 2010. – №1. – С. 5–12.
9. Сатыбалдыева Д.Т., Мухамеджанова М.Ю., Сарымсаков А.А., Ташпулатов Ю.Т. Гидрогелевая композиция на основе карбоксиметилцеллюлозы и агар-агара // Химия природных соединений. – 1998. – №3. – С. 357–361.
10. Максимова О.А., Митин В.В. Определение динамики гелеобразования агар-агара // Пищевая промышленность. – 2013. – №7. – С. 45.
11. Лебеде́в, В.В., Тихомирова, Т.С., Савченко, Д. О., Лозовицкий, А. О., Литвиненко Є.І. Вивчення особливостей гелеутворення та реологічних процесів гідрогелей на основі желатину для косметології та медицини // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2020. – № 4. – С. 3–10.
12. Lebedev V., Miroshnichenko D., Xiaobin Zhang, Pyshyev S., Savchenko D. Technological Properties of Polymers Obtained from Humic Acids of Ukrainian Lignite. Petroleum and Coal. – 2021. – № 63 (3). – P. 646–654.

Bibliography (transliterated)

1. Romberg B., Metselaar J., Baranyi L., Snel C., Bungler R., Hennink W., Szebeni J., Storm G Poly(aminoacids): Promising enzymatically degradable stealth coatings for liposomes // International Journal of Pharmaceutics. – 2007. – Vol. 331. – P. 186–199.
2. Varvarenko S., Tarnavchik I., Voronov A., Fihurka N., Dron I., Nosova N., Taras R., Samaryk V., Voronov S. Synthesis and colloidal properties of polyesters based on glutamic acids and glycols of different nature // Chemistry and Chemical Technology. – 2013. – Vol. 7, N. 2. – P. 164–168.
3. Tarnavchik I.T, Samarik V.Ya., Nosova N.G. та in. / Novij metod sintezu poristih gidrogeliv // Visnik Nac. un-tu "L'vivs'ka politehnika. – 2008. – № 609. – P. 338–340.
4. Varvarenko S.M., Figurka N.V., Samarik V.Ya., Voronov A.S., Tarnavchik I.T., Nosova N.G., Dron' I.A., Taras R.S., Voronov S.A. Sintez ta poverhnevo-aktivni vlastivosti novih poliesteriv-psevdopoliaminokislot na osnovi prirodnih dvoosnov-nih aaminokislot // Dopovidi NAN Ukraïni. – 2013. – № 5. – P. 131–139.
5. Lavrova I.S. Praktikum po kolloidnoj himii. – М.: Vysshaya shkola, 1983. – 216 p.
6. Bibik E.E. Reologiya dispersnyh sistem. JL, 1981. – 172 p.
7. Kirsanov E.A., Matveenko V.N. Nen'yutonovskoe povedenie strukturirovannyh sistem. М., 2016. – 384 p.
8. Kryazhev V.N., Romanov V.V., Shirokov V.A. Poslednie dostizheniya himii i tekhnologii proizvodnyh krahmala //Himiya rastitel'nogo syr'ya. – 2010. – №1. – P. 5–12.
9. Satybaldyeva D.T., Muhamedzhanova M.YU., Sarymsakov A.A., Tashpulatov YU.T. Hidrogelevaya kompoziciya na osnove karboksimetilcellyulozy i agar-agara // Himiya prirodnih soedinenij. – 1998. – №3. – P. 357–361.

10. Maksimova O.A., Mitin V.V. Opredelenie dinamiki geleobrazovaniya agar-agara // Pishchevaya promyshlennost'. – 2013. – №7. – P. 45.

11. Lebedev, V.V., Tihomirova, T.S., Savchenko, D.O., Lozovic'kij, A.O., Litvinenko E.I. Vivchennya osoblivostej geleutvorenniya ta reologichnih procesiv gidrogelej na osnovi zhelatinu dlya kosmetologii ta medicini // Integrovani tekhnologii ta energozberezhennya. – 2020. – № 4. – P. 3–10.

12. Lebedev V., Mirosnichenko D., Xiaobin Zhang, Pyshyev S., Savchenko D. Technological Properties of Polymers Obtained from Humic Acids of Ukrainian Lignite. Petroleum and Coal. – 2021. – № 63 (3). – P. 646–654.

УДК 678

Лебедева К.О., Черкашина Г.М., Савченко Д.О., Лебедев В.В.

ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГЕЛЕУТВОРЕННЯ ТА РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВІ АГАР-АГАРУ

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

У статті показані дослідження з вивчення кінетики гелеутворення та особливостей реологічних властивостей гідрогелей на основі агар-агару. Встановлено, що гідрогелі привернули значну увагу в останні 50 років завдяки своїй винятковій можливості застосування в широкому діапазоні. Вони володіють певним ступенем гнучкості, дуже схожі на натуральні тканини через великий вміст води. В рамках літературного огляду показано, що полімерні гідрогелі зазвичай отримують полімеризацією водорозчинних ненасичених сполук у присутності біфункційного агента перехресної зшивки або структуруванням попередньо приготованих реакційно-здатних преполімерів. Здатність полімерних гідрогелів до об'ємних переходів між набухлою та сколапсованою фазами під дією зовнішнього середовища є однією з найбільш важливих та універсальних властивостей цих матеріалів. Показано, що відомі полімерні гідрогелі, які використовуються як інертні матриці для контрольованого виділення попередньо абсорбованих біологічно-активних речовин. В цьому випадку швидкість виділення біологічно-активної речовини визначається природою та структурою полімерного каркаса гідрогелів. В статті проведено дослідження з вивчення кінетики гелеутворення та особливостей реологічних властивостей гідрогелей на основі агар-агару з метою отримання сучасних біосумісних матеріалів для медичної, косметологічної та фармацевтичної галузей. Показано, що у композиціях, які складаються виключно з агар-агару та води спостерігається найменший час втрати липкості та плівкоутворення. При цьому, при збільшенні вмісту агар-агару с 25 до 50 % можна побачити найбільш швидкі процеси втрати липкості та плівкоутворення. Визначені композиції з найбільшим часом втрати липкості та плівкоутворення, які містять 25% агар-агару та 50 % молока та меду, тому що саме для них буде характерний якнайдовший час дифузії активних речовин до організму людини. Наукова новизна дослідження пов'язана з вивченням ефективності гелеутворення в умовах висококонцентрованих розчинів агар-агару з різним вмістом полімерної части-

ни та активних речовин на основі якого запропоновані склади композицій для отримання масок для обличчя та медичних тейпів.

Ключові слова: полімерні гідрогелі, агар-агар, гелеутворення, реологічних властивості, концентрація, активні речовини

Лебедева Е.А., Черкашина А.Н., Савченко Д.А., Лебедев В.В.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕЛЕОБРАЗОВАНИЯ И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГИДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ АГАР-АГАРА

В статье показаны исследования по изучению кинетики гелеобразования и особенностей реологических свойств гидрогелей на основе агар-агара. Установлено, что гидрогели привлекли большое внимание в последние 50 лет благодаря своей исключительной возможности применения в широком диапазоне. Они обладают определенной степенью эластичности, очень похожи на натуральные ткани из-за большого содержания воды. В рамках литературного обзора показано, что полимерные гидрогели обычно получают полимеризацией водорастворимых ненасыщенных соединений в присутствии бифункционального агента перекрестной сшивки или структурированием предварительно приготовленных реакционно-способных преполимеров. Способность полимерных гидрогелей к объемным переходам между набухшей и сколлапсированной фазами под действием внешней среды является одним из наиболее важных и универсальных свойств этих материалов. Показано, что известны полимерные гидрогели, используемые в качестве инертных матриц для контролируемого выделения предварительно абсорбированных биологически активных веществ. В этом случае скорость выделения биологически активного вещества определяется природой и структурой полимерного каркаса гидрогелей. В статье проведены исследования по изучению кинетики гелеобразования и особенностей реологических свойств гидрогелей на основе агар-агара с целью получения современных биосовместимых материалов для медицинской, косметологической и фармацевтической отраслей. Показано, что в композициях, которые состоят исключительно из агар-агара и воды, наблюдается наименьшее время потери липкости и пленкообразования. При этом при увеличении содержания агар-агара с 25 до 50 % можно увидеть наиболее быстрые процессы потери липкости и пленкообразования. Определены композиции с наибольшим временем потери липкости и пленкообразования, которые содержат 25 % агар-агара и 50 % молока и меда, потому что именно для них будет характерно продолжительное время диффузии активных веществ к организму человека. Научная новизна исследования связана с изучением эффективности гелеобразования в условиях высококонцентрированных растворов агар-агара с разным содержанием полимерной части и активных веществ на основе которого предложены составы композиций для получения масок для лица и медицинских тейпов.

Ключевые слова: полимерные гидрогели, агар-агар, гелеобразование, реологические свойства, концентрация, активные вещества

Lebedeva K.O., Cherkashina A.N., Savchenko D.A., Lebedev V.V.

STUDY OF THE FEATURES OF GEL FORMATION AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF HYDROGELS BASED ON AGAR-AGAR

The article shows studies on the study of the kinetics of gelation and the features of the rheological properties of hydrogels based on agar-agar. It has been found that hydrogels have attracted a lot of attention in the last 50 years due to their exceptional wide range of applications. They have a certain degree of elasticity, very similar to natural fabrics due to the high water content. Within the framework of the literature review, it has been shown that polymer hydrogels are usually obtained by polymerization of water-soluble unsaturated compounds in the presence of a bifunctional cross-linking agent or by structuring pre-prepared reactive pre-polymers. The ability of polymer hydrogels to undergo bulk transitions between swollen and collapsed phases under the action of an external medium is one of the most important and universal properties of these materials. It has been shown that polymer hydrogels are known that are used as inert matrices for the controlled release of pre-absorbed biologically active substances. In this case, the release rate of the biologically active substance is determined by the nature and structure of the hydrogel polymer framework. The article studies the kinetics of gelation and the features of the rheological properties of hydrogels based on agar-agar in order to obtain modern biocompatible materials for the medical, cosmetological and pharmaceutical industries. It is shown that in compositions that consist exclusively of agar-agar and water, the shortest time for loss of stickiness and film formation is observed. At the same time, with an increase in the content of agar-agar from 25 to 50 %, one can see the most rapid processes of loss of stickiness and film formation. Compositions with the longest time for loss of stickiness and film formation were determined, which contain 25 % agar-agar and 50 % milk and honey, because they will be characterized by a long diffusion time of active substances to the human body. The scientific novelty of the study is related to the study of the effectiveness of gelation in conditions of highly concentrated agar-agar solutions with different contents of the polymer part and active substances, on the basis of which compositions for the preparation of face masks and medical tapes are proposed.

Keywords: polymer hydrogels, agar-agar, gelation, rheological properties, concentration, active substances