

Рекомендована д.ф.н., професором О.А.Рубан

УДК 615.454:54.03.04:665.94

## ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ГІДРОКОЛОЇДІВ

І.М.Грубник, Н.О.Ніколайчук, Є.В.Гладух

Національний фармацевтичний університет

**Наведені результати дослідження впливу технологічних параметрів — температури та вмісту солі на реологічну поведінку водних розчинів гідроколоїдів. Досліджувалися камеді ксантану, ріжкового дерева та гуари. На основі аналізу реологічних кривих течії водних розчинів встановлені особливості поведінки, що дозволить правильно обрати технологічні параметри процесу виробництва гелів.**

Гідроколоїди широко використовуються для загущення або стабілізації водних колоїдних систем, у тому числі у фармацевтичній промисловості для виготовлення гелів, мазей, оральних сиропів [1, 2, 3]. Деякі гідроколоїди при певних умовах можуть утворювати просторові структури, тобто їх використання дозволяє змінювати та керувати реологічними властивостями водних систем. До таких гідроколоїдів відносяться камедь ксантану, ріжкового дерева, гуари та інші [5, 6, 8].

Камедь ріжкового дерева являє собою нейтральний гідроколід, побудований з мономерів D-манози та D-галактози у співвідношенні приблизно як 1:4. Виробляється з бобів ріжкового дерева *Ceratonia siliqua* шляхом їх подрібнення та наступного просіювання [4, 7].

Камедь ксантану являє собою аніонний біополімер, що складається з  $\beta$ -D-глюкози,  $\alpha$ -D-манози та  $\alpha$ -D-глюкуронової кислоти у співвідношенні приблизно 3:3:2, частково етерифікованої оцтовою або піровиноградною кислотами. Вони продукуються бактеріями *Xanthomonas campestris* у розчинах, які містять цукри, джерела азоту та поживні солі [9, 11, 14].

Камедь гуари являє собою нейтральний гідроколід, що складається з D-манози та D-галактози у співвідношенні приблизно 1:2. Вона виробляється з насіння бобового дерева *Cyamopsis tetragonoloba* аналогічним способом. Всі ці камеді дозволені Міністерством охорони здоров'я для використання в якості допоміжних речовин [13, 17].

У виробництві м'яких лікарських форм, зокрема гелів, важливим показником, що формує їх якість, є консистенція. Завдяки використанню структуроутворюючих компонентів, зокрема гід-

роколоїдів, можна регулювати консистенцію за реологічними показниками. Суттєве значення також має встановлення відповідних технологічних режимів виробництва лікарського засобу: температури, вмісту кислоти, солі та луку, способу перемішування і т.п. [10, 12, 15].

У технології виробництва гелів основними діючими речовинами можуть виступати різні біологічно активні речовини будь-якої хімічної природи. Ці речовини є дестабілізаторами колоїдних систем, а отже при виборі структуроутворювача важливим є дослідження їх впливу на структуру готового продукту. Крім того, процес теплової обробки водних розчинів компонентів призводить до руйнування структур [16]. Тому важливо вивчити поведінку водних розчинів гідроколоїдів у широкому інтервалі температур.

### Матеріали та методи

В якості об'єктів дослідження використовували водні розчини камедей ксантану, ріжкового дерева, гуари. Для приготування водних розчинів їх розчиняли у воді очищеній за допомогою мішалок.

Визначення реологічних властивостей водних розчинів як в області зруйнованих, так і незруйнованих структур використовували методику, що передбачає побудову повної реологічної кривої залежності градієнта швидкості або ефективної в'язкості від напруги зсуву отриманих на ротаційному віскозиметрі типу "Reotest-2" (Німеччина).

### Результати та їх обговорення

Характерні реологічні криві течії для 0,5% водних розчинів камедей ріжкового дерева, гуари та ксантану при температурі 20°C наведені на рис. 1. Встановлено, що із зростанням концентрації камеді в'язкість розчинів збільшується нелінійно, отже, це свідчить про те, що вони відносяться до в'язко-пластичних рідин.

При проведенні реологічних експериментів встановлено, що криві течії при поступовому збільшенні швидкості та у зворотному напрямку не співпадають, і утворюється петля гістерезису, що вказує на тиксотропну поведінку досліджуваних розчинів, тобто їх здатність відновлювати структуру з часом (рис. 2). Встановлено, що найбільшу

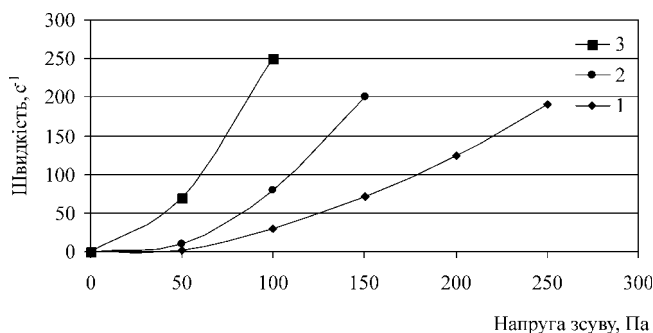


Рис. 1. Реограми плинну 0,5% розчинів камедей: 1 — ріжкового дерева, 2 — гуари, 3 — ксантану.

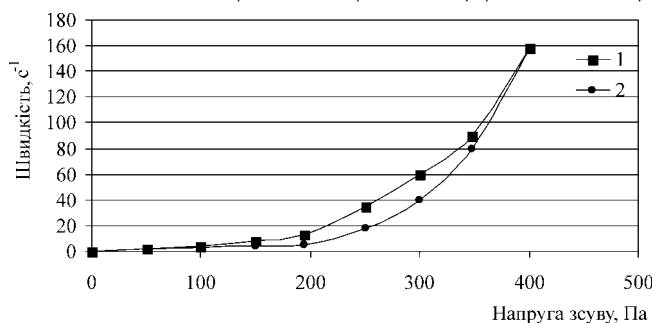


Рис. 2. Повна реограма течії 1% гелю камеді ксантану, 1 — висхідна крива, 2 — низхідна крива.

здатність до відновлення структури має камедь ксантану. Це може бути зумовлене тим, що камедь ксантану має іоногенні групи, наявність яких приводить до підсилення міжмолекулярних взаємодій та до підвищення в'язкості.

Гістерезис спостерігається у широкому діапазоні швидкостей деформації структури розчину. На відміну від камеді ксантану розчини камеді ріжкового дерева не виявляють петлі гістерезису на кривих течії, а для розчину камеді гуари спостерігається невелика петля гістерезису. Це також свідчить про відмінності реологічної поведінки нейтральних та заряджених молекул гідроколоїдів.

Встановлено, що додавання хлориду натрію в інтервалі від 0,1 до 2,0% до розчинів камедей суттєво не впливає на їх реологічну поведінку. Це свідчить про те, що структура водних розчинів досліджуваних камедей є стійкою до дії солі.

Вплив температури на реологічні показники визначався у діапазоні від 20 до 60°C. Отримані

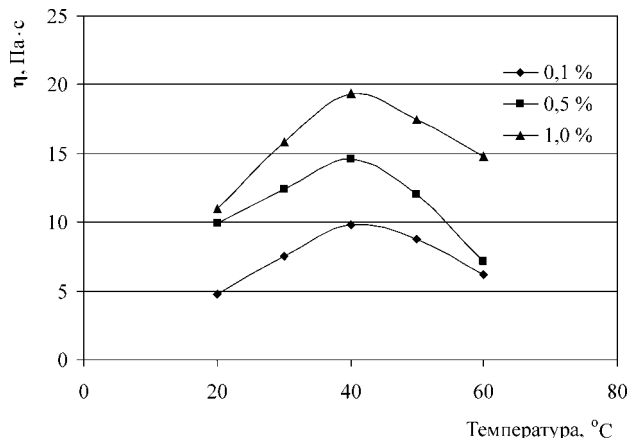


Рис. 3. Залежність в'язкості водних розчинів ксантану від температури.

криві аналізувалися за показниками в'язкості зруйнованої та незруйнованої структури розчинів, а також за значеннями початкової та граничної напруги зсуву.

Водні розчини камеді ксантану проявляють аномальну поведінку.

З підвищенням температури в'язкість зруйнованої структури зменшується, що характерно для звичайних рідин. У той же час в'язкість незруйнованої структури розчину камеді ксантану проявляє аномальну залежність в'язкості від температури. З підвищенням температури вона спочатку збільшується і при температурі близько 40°C досягає максимального значення, а потім зменшується. Таку поведінку можна пояснити зміною структурної організації розчину, що проявляється при підвищенні температури.

#### ВИСНОВКИ

1. Результати проведених досліджень свідчать про перспективність використання гідроколоїдів в якості структуроутворювачів при виробництві м'яких лікарських засобів, зокрема гелів.

2. Встановлено, що додавання хлориду натрію в інтервалі концентрацій від 0,1 до 2,0% до розчинів камедей суттєво не впливає на їх реологічну поведінку.

3. Отримані дані дозволять правильно підібрати технологічні режими виробництва гелевих лікарських форм.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бакулина О.Н. // *Пищевые ингредиенты, сырье и добавки.* — 2000. — №1. — С. 20-21.
2. Дорохович А., Оболкіна В., Гавва О. та ін. // *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України.* — 2005. — №2. — С. 9-11.
3. Кадникова И.А., Талабаева С.В. // *Масложировая промышленность.* — 2006. — №3. — С. 40-41.
4. Кадникова И.А., Талабаева С.В., Соколова В.М. // *Изв. ТИПРО.* — 2006. — Т. 146. — С. 283-286.
5. Кочеткова А.Л. // *Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки.* — 2000. — №1. — С. 10-11.
6. Панфилова М.Н. // *Масложировая промышленность.* — 2005. — №3. — С. 32-33.
7. Ceulemans J. // *J. Pharm. Sci.* — 2002. — Vol. 91, №4. — P. 1117-1127.
8. Daly J. // *Br. J. Nutr.* — 1993. — Vol. 69, №4. — P. 897-902.

9. *Guru G.S., Prasad P., Shivakumar H.R. et al. // J. of Polymers and Environment. — 2010. — Vol. 18, №22. — P. 135-140.*
10. *Kovacs P. // J. Food Technol. — 2001. — Vol. 27, №3. — P. 26-30.*
11. *Masakuni Tako, Takeshi Teruya, Yukihiro Tamaki et al. // J. Colloid & Polyme. — 2010. — Vol. 288, №10-11. — P. 1161-1166.*
12. *Philips G.O. Handbook of Hydrocolloids. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2000. — 520 p.*
13. *Sanderson G.R. // The British Polymer J. — 1981. — Vol. 13, №2. — P. 71-75.*
14. *Sargent E.V., Adolph J., Clemmons M.K. et al. // J. Occup. Med. — 1990. — Vol. 32, №7. — P. 625-630.*
15. *Taofik A.S., Rashidat A., Abulude A.O., Abulude E.O. // J. Food Hydrocolloids. — 2009. — Vol. 23, №8. — P. 2254-2260.*
16. *Vega C. // Food Hydrocolloids. — 2005. — №2. — C. 187-195.*
17. *Whistler R.L. Industrial Gums: polysaccharides and their derivatives. — San Diego: Academic Press, 2003. — 490 p.*

---

УДК 615.454:54.03.04:665.94

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ГИДРОКОЛЛОИДОВ

И.М.Грубник, Н.А.Николайчук, Е.В.Гладух

Приведены результаты исследования влияния технологических параметров — температуры и содержания соли на реологические свойства водных растворов гидроколлоидов. Исследовались камеди ксантана, рожкового дерева и гуары. На основе анализа реологических кривых течения водных растворов установлены особенности поведения, которые позволят правильно выбрать технологические параметры процесса производства гелей.

---

UDC 615.454:54.03.04:665.94

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON RHEOLOGICAL PROPERTIES OF WATER SOLUTIONS OF HYDROCOLLOIDS

I.M.Grubnik, N.O.Nikolaychuk, Ye.V.Gladukh

The results of studying the influence of technological parameters such as temperature and the salt content on rheological properties of water solutions of hydrocolloids are given in the article. Xanthan gum, carob gum and guar gum have been studied. Based on analysis of rheological curves of water solutions flow, the peculiarities of behaviour, which will allow to choose the technological parameters of the gel manufacture process correctly, have been determined.