

Заключение

Таким образом, в работе показано, что добавление наночастиц Си в среду для замачивания семян пшеницы может как стимулировать, так и подавлять корнеобразование. Так, при концентрации наночастиц 0,1 мг/л длина 2-суточных корней не меняется, а всхожесть и корневой индекс проростков увеличиваются соответственно на 45 % и 63 % по сравнению с контролем. При концентрациях наночастиц >100 мг/л корнеобразование подавляется: длина корней, всхожесть и корневой индекс уменьшаются.

Список литературы

1. Siddiqui M.H., Al-Whaibi M.H., Firoz M., Al-Khaishany M.Y. Role of nanoparticles in plants. In book: Nanotechnology and Plant Sciences-Switzerland. – Springer. – 2015. – P. 19–35.
2. Нечитайло Г.С., Богословская О.А., Ольховская И.П. Влияние наночастиц железа, цинка, меди на некоторые показатели роста растений перца // Российские нанотехнологии. – 2018. – Т.13 (3–4). – С. 57–63.
3. Sarker I., Moore L.R., Tetu S.G. Investigating zinc toxicity responses in marine Prochlorococcus and Synechococcus // Microbiology Society Microbiology Society. – 2021. – Vol. 167. – P. 1–11.
4. Santhi R., Shanthi C., Sathya M., Pushpanathan K. Optical properties and antibacterial activity of CdO:Zn nanoparticles // Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. – 2016. – Vol. 605. – P. 249–258.
5. Rastogi A., Zivcak M., Sytar O. Kalaji H.M., He X., Mbarki S., Brestic M. Impact of metal and metal oxide nanoparticles on plant: a critical review // Frontiers in Chemistry. – 2017. – Vol. 5. – P. 78.
6. Cox A., Venkatachalam P., Sahi S. Nanotechnology and Plant Sciences // Plant Physiologi Biochemistry. – 2016. – Vol. 107. – P. 147.

Чжан Чуян, Ли Хаонань (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Лямина Галина Владимировна, к.х.н. доцент

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КОМПОНЕНТОВ ХИТОЗАНОВОГО ГЕЛЯ НА ВЯЗКОСТЬ И ГИДРОФИЛИЛЬНОСТЬ

Аннотация: Исследовано влияние состава растворителей (вода, NaCl, раствор Рингера) и концентрации хитозана на вязкость и угол смачивания гелей. Максимальные значения вязкости достигаются в уксусной кислоте, минималь-

ные – в растворах солей. Составы с водой обеспечивают быстрое впитывание, растворы солей – стабильную гидрофильность.

Ключевые слова: хитозановые гели, вязкость, угол смачивания, растворители, биоматериалы.

Введение

Хитозан широко используется в биомедицине, фармацевтике, пищевой промышленности, сельском хозяйстве, охране окружающей среды и многих других областях благодаря своей биомеханической, биоразлагаемой, высокой биологической активности и физико-химическим свойствам против бактерий, а также грибов [1].

Важными свойствами матриц на основе природных полимеров является вязкость и гидрофильность, так как они определяют механические и химические свойства гелей. Влияние различных растворителей на их ключевые характеристики, такие как вязкость и гидрофильно-гидрофобный баланс, изучено недостаточно. Это ограничивает оптимизацию существующих технологий и создание материалов с заданными свойствами. Актуальность работы обусловлена необходимостью системного анализа связи между природой растворителя, реологическими и поверхностными свойствами гелей для расширения их функциональных возможностей.

Цель данной работы – оценить изменение вязкости и краевого угла смачивания гелей на основе хитозана и различных растворителей: воды, растворов Рингера и хлорида натрия.

Основная часть

Приготовление гелей. Хитозан растворяли в 2 % уксусной кислоте с последующим добавлением дисперсионных сред (вода, NaCl, раствор Рингера). Концентрации хитозана варьировали от 0.5 до 2 %.

Динамическая вязкость, обычно обозначаемая символом η – это параметр, измеряющий внутреннее трение жидкости [2]. В работе использовали капиллярный вискозиметр типа Освальда-Пинкевича (рис. 1).

Вязкость рассчитывали по формуле:

$$\eta = K \cdot t , \quad (1)$$

где K – константа прибора, t – время истечения жидкости.

Гидрофильность хитозановых гелей имеет решающее значение для их исследования и применения. Возникая благодаря водородной связи его амино- и гидроксильных групп с водой, она обеспечивает растворимость, структурную стабильность и функцию медленного высвобождения лекарств в кислой среде.

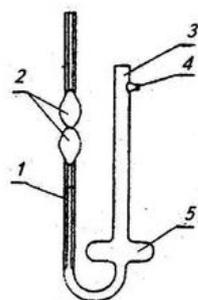


Рис. 1. Вискозиметр Освальда–Пинкевича:
1 – капиллярная трубка; 2 – калиброванные расширения; 3 – широкая трубка;
4 – отводной отросток; 5 – емкость для нагревания.



Рис. 2. Схемы устройств для измерения угла смачивания:
1 – камера, 2 – подложка, 3 – тренога для фиксации подложки, 4 – капля жидкости

Гидрофильная поверхность способствует адгезии клеток и антимицробной активности, что делает их пригодными для перевязок и тканевой инженерии. Гидрофильность может быть оптимизирована с помощью химических модификаций, таких как основания Шиффа, что позволяет использовать ее в биосенсинге и специализированных медицинских материалах в качестве основного параметра функционального дизайна. В исследовании использовался гониометр для измерения угла смачивания (рис. 2).

Определение угла смачивания проводили методом сидячей капли с помощью цифрового микроскопа. Анализировали угол сразу после нанесения капли (Θ_1) и через 5 минут (Θ_2).

Влияние природы растворителя и концентрации хитозана на вязкость раствора представлена на рис.3: Наибольшая вязкость $84.98 \text{ мм}^2/\text{с}$ наблюдается при содержании хитозана 2 масс. % благодаря усилению межмолекулярных взаимодействий для всех составов.

Замена раствора уксусной кислоты на растворители с нейтральным значением pH приводит к снижению вязкости. Это связано со снижением степени диссоциации функциональных групп хитозана.

Для воды максимальная вязкость составила $37.12 \text{ мм}^2/\text{с}$, а для растворов Рингера и NaCl 29.94 и $33.33 \text{ мм}^2/\text{с}$, соответственно. Видно, что замена воды на растворы солей незначительно сказывается на значениях вязкости.

В таблице 1 представлены значения краевых углов смачивания сразу при помещении капли на поверхность (Θ_1) и через 5 минут (Θ_2).

В воде начальный угол Θ_1 составляет 101.8° , через 5 минут $\Theta_2=41.6^\circ$. Гидрофобная изначально поверхность быстро гидрофилизуется при впитывании воды. Для хлорида натрия наблюдается противоположный эффект, впитывания не происходит, очевидно из-за межмолекулярных взаимодействий внутри геля и экранирования функциональных групп хитозана. В растворе Рингера наблюдается промежуточный результат.

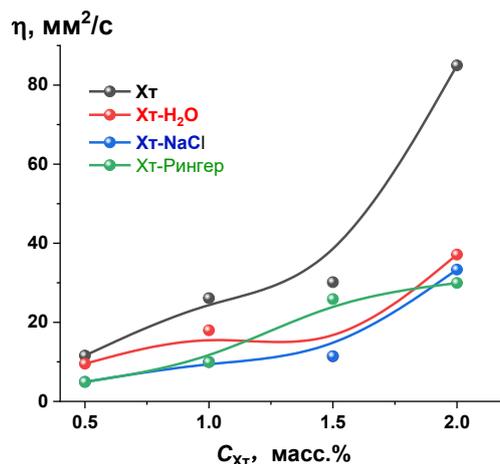


Рис. 3. Изменение вязкости хитозановых гелей при использовании различных дисперсных систем

Таблица 1

Краевой угол смачивания гелей Хт-растворитель

№	растворитель	$C_{жид}$, %	Θ_1 , град.	Θ_2 , град.
1	H ₂ O	6.4	101.8	41.6
2	0.9 %NaCl	12.6	78.9	64.5
3	Рингер	7.7	96.7	62.0

Заключение

Вязкость хитозановых гелей зависит от природы растворителя и концентрации полимера. Максимальные значения достигаются в уксусной кислоте, минимальные – в растворах солей. Составы с водой обеспечивают быстрое впитывание, растворы солей – стабильную гидрофильность. Результаты позволяют оптимизировать свойства гелей для биомедицинских применений.

Список литературы

1. Хабибуллаева Н.Ф., Сидикова Н.А., Хаитбаев А.Х. Получение хитозана и его производных на основе *Apis mellifera* // *Universum: химия и биология*. – 2021. – № 9. – С. 30–35.
2. Ф.А. Алиев, Т.А. Холмуродов, С.А. Ситнов и др. Определение вязкости неньютоновских нефтей ротационным вискозиметром: Учебно-методическое пособие. – Казань, 2022. – 27 с.