

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

3 (67)

ИЮЛЬ – СЕНТЯБРЬ 2019 г.
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2019

С. М. ЮГАЙ, С. Ш. ШАХОБУТДИНОВ, А. А. АТАХАНОВ, С. Ш. РАШИДОВА

Институт химии и физики полимеров АН РУз, Ташкент, Узбекистан

ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХИТОЗАНА *Bombyx mori* И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

Аннотация. В настоящее время во всем мире отмечается возрастание интереса специалистов к препаратам на основе хитозана и его производным (карбоксиметилхитозан, аскорбат хитозана и сульфохитозан), которые находят широкое применение в медицине и в сельском хозяйстве. В связи с этим важное значение имеет выявление физико-химических характеристик полученного хитозана и его производных различными физическими методами, в частности, инфракрасной спектроскопией, определение и установление их структур, с целью идентификацию этих материалов экспериментаторам. В работе проведены ИК-спектроскопические исследования структуры хитозана, нанохитозана, аскорбат и наноаскорбатхитозана, карбоксиметилхитозана и сульфат хитозана. Установлены и выявлены особенности структуры хитозана и его производных в зависимости от условий их синтеза. В ИК-спектрах исследованных образцов четко показано появление пиков, соответствующих введенным функциональным группам путем модификации хитозана и детально описано их влияние на изменение структуры хитозана. Полученные результаты были систематизированы и составлены карты ИК-спектров для хитозана и его производных, с указанием области спектра функциональных групп и образующихся различных типов связей, что позволяет экспериментаторам идентифицировать и проводить сравнительный анализ с производными хитозана.

Ключевые слова: ИК-спектроскопия, хитозан, нанохитозан, аскорбат хитозана, сульфат хитозана, карбоксиметилхитозан, полосы поглощения.

Метод ИК-спектроскопии играет важнейшую роль в идентификации химических и органических веществ, благодаря тому, что каждое химическое соединение имеет свой индивидуальный ИК-спектр.

Инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопия), раздел молекулярной оптической спектроскопии, изучающий спектры поглощения и отражения электромагнитного излучения в ИК-области, т.е. в диапазоне длин волн от 10^{-6} до 10^{-3} м [1].

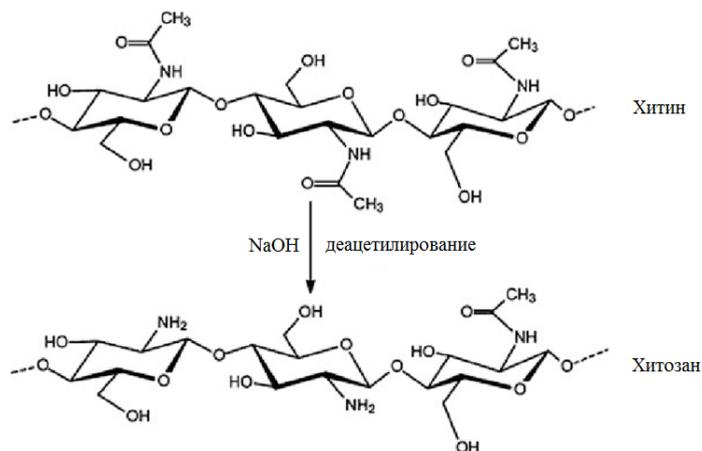
Основные характеристики спектра ИК-поглощения: число полос поглощения в спектре, их положение, определяемое частотой (или длиной волны), ширина и форма полос, величина поглощения – определяются природой (структурой и химическим составом) поглощающего вещества, а также зависят от агрегатного состояния вещества, температуры, давления и др. Спектральные характеристики (положения максимумов полос, их полуширина, интенсивность) индивидуальной молекулы зависят от масс составляющих ее атомов, геометрического строения, особенностей межатомных сил, распределения заряда и др. Поэтому ИК-спектры отличаются большой индивидуальностью, что и определяет их ценность при идентификации и

изучении строения соединений. Инфракрасная спектроскопия дает очень важную информацию о частотах колебаний ядер, зависящих от строения молекул и от прочности валентных связей. Частоты колебаний и определенной пары химически связанных атомов (валентных колебаний), обычно лежат в определенных пределах. Так, например, частоты колебаний C–N имеют различные диапазоны, зависящие от остальных связей атомов углерода, что часто позволяет определять наличие соответствующих групп в органическом соединении [2].

Инфракрасная спектроскопия широко используется для исследования структуры полимеров. ИК-спектры поглощения содержат информацию о строении макромолекул полимера, наличие функциональных групп и их природе, составе сополимеров, последовательности присоединения мономерных звеньев и т.д. Исследование ИК-спектров поглощения позволяет установить характер взаимодействия донорных и акцепторных молекул (химическое взаимодействие с образованием новых химических связей или образование комплекса) и анализа возможных взаимодействий между их функциональными группами. В связи с этим важное значение имеет проведение ИК-спектроскопических исследований полученных образцов хитозана *Bombyx mori* и его производных с целью идентификации этих образцов и подтверждения образования производных и комплексов на основе хитозана.

В Институте химии и физики полимеров АН РУз (ИХФП АН РУз) проводятся систематические исследования хитозана, выделяемого из куколок тутового шелкопряда и производных на его основе. Практически неисчерпаемые, запасы, возобновляемость в природе и уникальные свойства хитина и его производных (в частности, хитозана) обуславливают их универсальную роль в различных областях человеческой деятельности и служат отправной точкой для поиска новых областей их использования.

Хитозан, представляет собой аминополисахарид, состоящий из мономерного звена 2-амино-2 дезокси- D-глюкана, который получают путем деацетилирования хитина [3]:



В отличие от практически нерастворимого хитина, хитозан, растворяется в кислых растворах, в частности, в водных растворах соляной и уксусной кислот. Благодаря уникальным свойствам хитозана и его производным имеются широкие перспективы для их применения в быту, медицине, ветеринарии, косметологии, фармацевтической, и других различных отраслях промышленности, а также в сельском хозяйстве [4-8].

Целью работы явилось исследование хитозана из куколок тутового шелкопряда *Bombyx mori* и его производных методом ИК спектроскопии, выявление структурных особенностей, сравнение и систематизация их спектров.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектами исследований являются хитозан из куколок тутового шелкопряда *Bombyx mori* и его производные (аскорбат хитозана, сульфатхитозан и карбоксиметилхитозан), синтезированные в лаборатории «Синтез перспективных полимеров» в ИХФП АН РУз.

ИК-спектры поглощения исследуемых материалов регистрировали на спектрофотометре Specord IR-75 в области $4000-400\text{ см}^{-1}$. Образцы готовили методом прессования с калий бромом (KBr). Применение бромистого калия позволяет получить образец в виде прозрачной таблетки. Чистый, сухой KBr (150-200мг) тщательно размалывали с твердым образцом (1,5 мг) в агатовой ступке с пестиком. Затем образцы помещали в пресс-форму, подключали к вакуумному насосу, вакуумировали в течение 2 мин, прессовали в течение 2 мин под давлением 7000 кгс/см^2 .

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Хитозан представляет собой сополимер, в котором чередуются блоки хитина с ацетамидными группами ($-\text{NHCOCH}_3$) и блоки хитозана с аминогруппами (NH_2).

После дезацетилирования хитина в гетерогенных условиях на ИК-спектре наблюдается (рисунок 1) уменьшение интенсивности полосы поглощения Амид-I (валентные колебания $\text{C}=\text{O}$) и превращение в Амид-II (валентные колебания CN) с более низкой частотой. Превращение в NH_2 -группы было выявлено появлением новой полосы при 1590 см^{-1} . Не происходит разрешения дуплета NH -связи при 3300 и 3100 см^{-1} . Интенсивность пика Амид-II более высока у хитозана, имеющего более высокую степень СДА (96-98%).

На ИК-спектре хитозана наблюдается (рисунок 1) полоса поглощения OH и NH , включенная в водородную связь в виде интенсивной широкой полосы в области $3600-3100\text{ см}^{-1}$. Причем надо отметить, что происходит некоторое смещение этой полосы в сторону больших волновых чисел, что является безусловным признаком ослабления H -связей и это связано с аморфизацией образца. Валентные колебания $-\text{CH}$ и $-\text{CH}_2$ групп наблю-

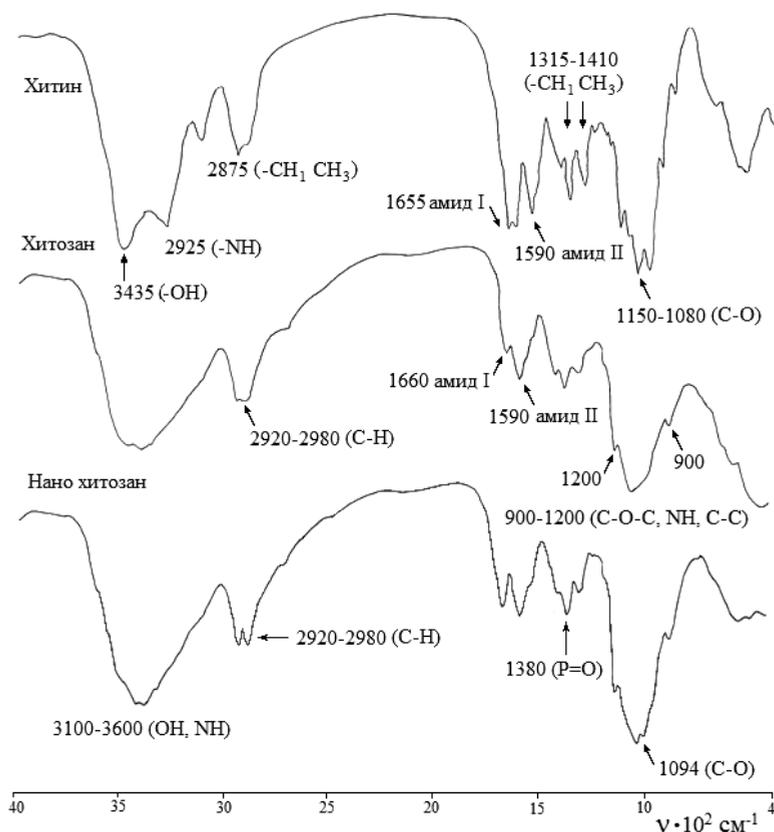


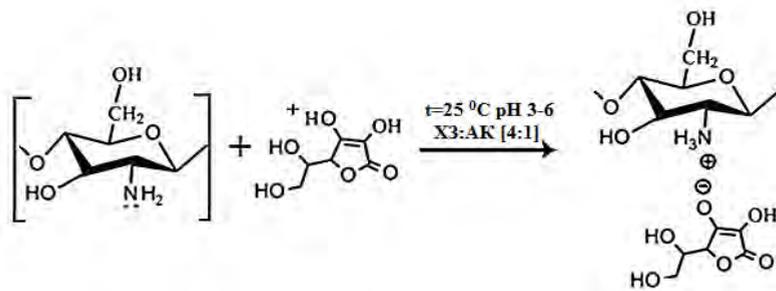
Рисунок 1 – ИК-спектры хитина, хитозана и нанохитозана

даются в области полос поглощения $2920-2980\text{ см}^{-1}$. Наблюдается полоса поглощения в области $1660\text{ и }1590\text{ см}^{-1}$, что соответствуют Амиду-I и Амиду-II. Пик при 1660 см^{-1} наблюдается в виде небольшого плеча, что может свидетельствовать о неполной степени деацетилирования (СДА-72%), т.е. сохраняются ацетамидные группы хитина (NHCOCH_3). Полосы поглощения в интервалах $900-1200\text{ см}^{-1}$ области различных деформационных колебаний C-O-C, NH, C-C групп.

В ИК-спектре нанохитозана (НХЗ) (рисунок 1), полученного методом ионотропного гелеобразования, т.е. осаждением триполифосфатом (ТРП), помимо полос присущих хитозану, наблюдается смещение характеристических полос поглощения в интервале $1620-1530\text{ см}^{-1}$, в сторону меньших волновых чисел по сравнению с хитозаном, что свидетельствует об образовании частично сшитого комплекса хитозана с ТРП, вероятно с первичной или вторичной аминогруппой. Хитозан является поликатионитом, поэтому его легко можно модифицировать с помощью ионных сшивающих реагентов (анионов или полианионов) за счет электростатических взаимодействий.

Объединение и изменение интенсивности полосы поглощения в области 1380 см^{-1} , связано с колебанием $\text{P}=\text{O}$ группы., присущей ТРР и свидетельствует об образовании комплекса ХЗ с ТРР. Одним из условий образования ионной связи в результате взаимодействия ХЗ с ионным сшивающим реагентом является наличие в макромолекуле полимера положительно заряженных аминогрупп и как минимум двух отрицательно заряженных групп в молекуле сшивающего реагента.

Комплексы хитозана с аскорбиновой кислотой играют многофункциональную роль в развитии сельскохозяйственных культур, обладают биологической активностью против бактерий [9, 10].



На рисунке 2 приведены ИК-спектры аскорбат хитозана (АХЗ) полученный взаимодействием аскорбиновой кислоты с хитозаном [11] и нано АХЗ, полученного методом ионотропного гелеобразования с ТРР [12].

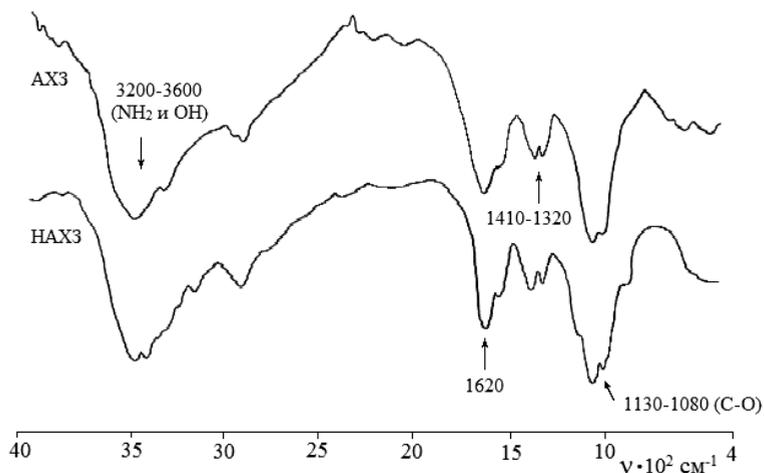


Рисунок 2 – ИК-спектры АХЗ и НАХЗ

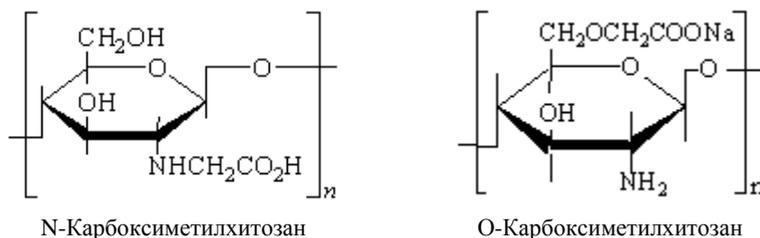
Для АХЗ (рисунок 2) наблюдаются типичные полосы поглощения в области $3200\text{--}3600\text{ см}^{-1}$, характерные для NH_2 и OH группам и межмолекулярной водородной связи. Полоса 2880 см^{-1} - валентные ассиметричные

колебания углеродного скелета. Симметричные и асимметричные деформационные колебания связи С-О в кольце наблюдаются при 1130 и 1030 см^{-1} . Пик при 1140 см^{-1} может быть отнесен к валентным колебаниям С-О-С связи. Происходит расширение пиков в области АХЗ с (1500 см^{-1} до 1720 см^{-1}) по сравнению с исходным хитозаном (1500 см^{-1} до 1650 см^{-1}) и наблюдается объединение протонированной аминогруппы за счет донорно-акцепторной связи, что свидетельствует об образовании комплекса с аскорбиновой кислотой.

ИК-спектроскопические исследования (рисунок 2) наноаскорбат хитозана (НАХЗ) показали, что наблюдаются те же полосы поглощения, как на ИК-спектре АХЗ.

Одним из важнейших свойств полимеров, определяющих во многих случаях возможность их переработки и применения, является их растворимость. Для практического использования более ценным является карбоксиметилхитозан (КМХЗ), обладающий хорошей растворимостью

Проведены ИК-спектроскопические исследования N- и O-замещенных образцов карбоксиметилхитозана, синтезированных авторами [13].



Как видно (рисунок 3), оба спектра проявляют полосы поглощения между 3600-3100 см^{-1} , характерные для ОН и NH и межмолекулярной Н-связи. Возникновение более широкой полосы при 3420 см^{-1} – характерно-

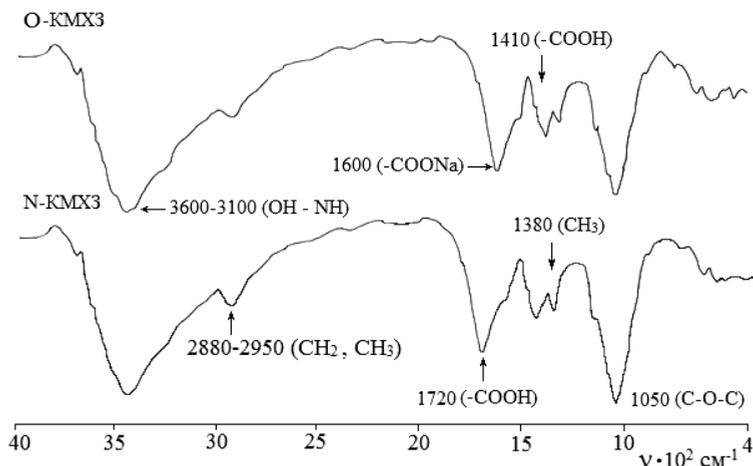


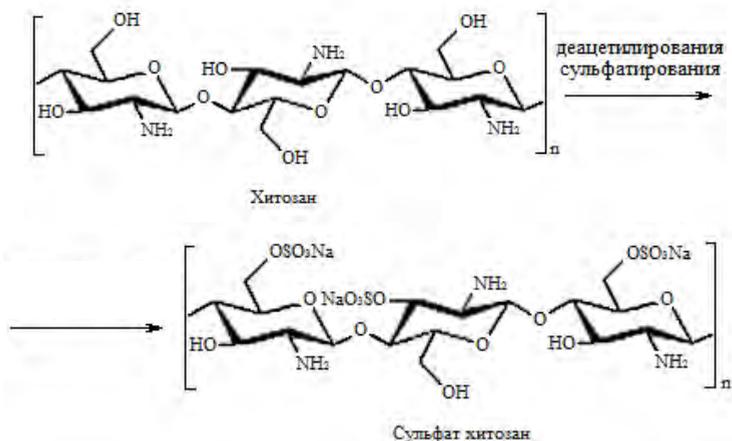
Рисунок 3 – ИК-спектры N-KMX3 и O-KMX3

зует более гидрофильный характер КМХЗ по сравнению с исходным хитозаном. Валентные колебания CH , CH_2 и CH_3 наблюдаются в области $2880\text{--}2950\text{ см}^{-1}$.

На ИК-спектрах натриевой соли О-КМХЗ наблюдается характерный пик для $\text{C}=\text{O}$ групп в $(-\text{COONa})$ при 1600 см^{-1} . На ИК-спектрах N-КМХЗ в кислой форме появляется новый пик при 1720 см^{-1} , который соответствует карбоксильной группе $-\text{COOH}$, что безусловно доказывает Н-форму N-КМХЗ хитозана.

Введение карбоксиметильных групп подтверждается проявлением полосы при 1620 см^{-1} (плечо) и умеренной полосы при 1420 см^{-1} . Эти полосы относятся к симметричной и ассиметричной деформации COO^- . Полоса при 1620 см^{-1} объясняется угловой деформацией N-H связи аминогрупп, которая перекрывается валентным колебанием (COO^-), что подтверждает наличие карбоксиметильных групп в N-КМХЗ. Наблюдается полоса 1380 см^{-1} - симметричная угловая деформация CH_3 . Кроме того, образование N-КМХЗ также подтверждается усилением полосы при 1050 и 1320 см^{-1} , соответственно валентным колебаниям (C-O-C) и симметричным валентным колебаниям (C-OH).

Одно из производных хитозана, в частности, сульфат хитозана широко используются в медицине, в качестве антибактериальных средств в лекарственных препаратах. Сульфат хитозана получают путем сульфатирования хитозана с использованием хлорсульфоновой кислоты [14].



Из сравнительных данных, приведенных на (рисунок 4), видно что на ИК-спектре образца СХЗ имеются характерные полосы поглощения, обусловленные наличием сульфоновой ($\text{R-SO}_3\text{H}$)-группы при 1090 см^{-1} и полоса поглощения с основным максимумом в области 1240 см^{-1} , которая связана с ассиметричными валентными колебаниями сульфатных групп $\text{C}=\text{O}$. В области валентных колебаний C-O-S связи появляется четкий максимум при 800 см^{-1} , характеризующий колебания сульфатных групп.

На спектре СХЗ также наблюдаются снижение интенсивности и изменение частоты полос поглощения в области $3200-3500\text{ см}^{-1}$, соответствующих валентным колебаниям гидроксильной (ОН-) и вторичным аминным (NH-) группам, а также при 2900 см^{-1} для алифатической метиленовой (СН-группы) хитозана.

Происходит смещение полосы поглощения амид-I при 1660 см^{-1} для ХЗ в более низковолновую область 1620 см^{-1} для СХЗ, что может указывать на сульфатирование хитозана по аминной группе у С-2 элементарного звена.

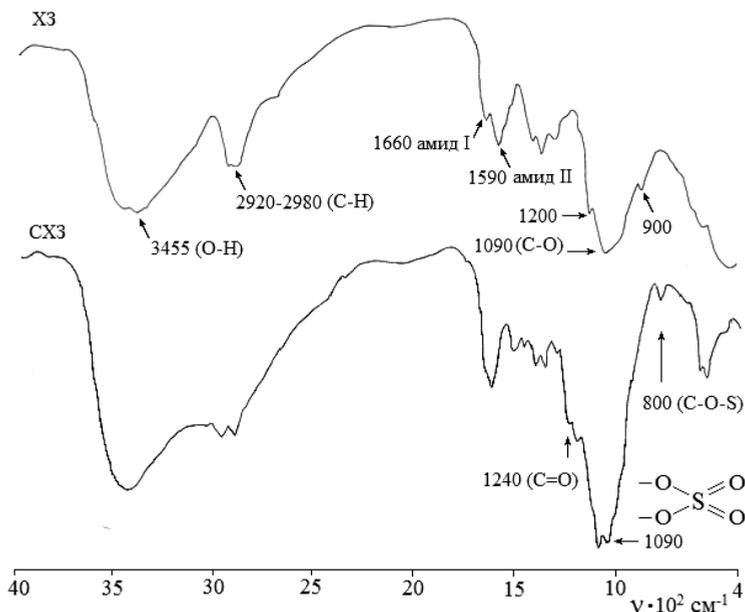


Рисунок 4 – ИК-спектры хитозана и сульфохитозана

Суммируя полученные результаты ИК-спектроскопических исследований в таблице приведены значения полос поглощения характерные для хитозана и его производных.

Выводы. Таким образом, проведены ИК-спектроскопические исследования хитозана из куколок тутового шелкопряда *Bombyx mori* и его производных (нанохитозан, аскорбат хитозана, карбоксиметилхитозан и сульфат хитозана).

Установлены и выявлены особенности их структур. В ИК-спектрах исследованных образцов четко показано появление пиков, соответствующих введенным функциональным группам (карбоксиметильных, сульфатных и др. групп) путем модификации хитозана и детально описано их влияние на изменение структуры хитозана. Полученные результаты были систематизированы и составлены карты ИК-спектров для хитозана и его производных, что позволяет экспериментаторам идентифицировать и проводить сравнительный анализ с производными хитозана.

Полосы в ИК-спектрах хитозана и его производных

№	Образец	Волновое число. см ⁻¹	Колебание
		Наблюдаемое в ИК-спектре	
1	Хитозан	3100-3600 2920-2980 1660 1590 900-1200	ν ОН, NH ν CH ₂ Амид I (NHCO CH ₃) Амид II (NH ₂) δ C-O-C, NH, C-C
2	АХЗ	3200-3600 2800 1130, 1030 1140 1620	NH ₂ , OH и вод. связь Валентные ассиметричные колебания углеродного скелета. Деформационные колебания C-O в кольце Валентные ν C-O-C Факт образования комплекса ХЗ:АК
3	О-КМХЗ	3100-3600 2880-2950 1600	ν ОН, NH и Н-связь ν CH, CH ₂ , CH ₃ C=O гр в (-COONa)
4	Н-КМХЗ	3100-3600 2880-2950 1720	ν ОН, NH и Н-связь ν CH, CH ₂ , CH ₃ (-COOH)
5	СХЗ	3200-3600 2900 1620 1090 800	ν ОН -CH -NH (R-SO ₃ H) C-O-S

Авторы благодарят сотрудников лаборатории «Синтеза перспективных полимеров» Института химии и физики полимеров АН РУз за предоставленные образцы для исследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке по фундаментальному гранту ФА-Ф7-Т-008 «Нанополимерные системы, роль кинетических аспектов и электронного строения в создании материалов со специальными свойствами» (рук. акад. Рашидова С.Ш.).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дехант И., Данц Р., Киммер В., Шмольке Р. Инфракрасная спектроскопия полимеров. – М.: Химия, 1976. – 472 с.
- [2] Кросс А. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию. – М., 1961. – 101 с.
- [3] Рашидова С.Ш., Милушева Р.Ю. Хитин и хитозан *Bombux Mori*. Синтез, свойства и применение. – Изд. «Фан» АН РУз, 2009. – 246 с.
- [4] Koukaras E.N., Papadimitriou S.A., Bikiaris D.N., Froudakis G.E. Insight on the formation of chitosan nanoparticles through ionotropic gelation with tripolyphosphate // *Molecular Pharmaceutics*. – 2014. – N 9. – P. 2856-2862.
- [5] Jang M.K., Nah J.W. Characterization and Modification of Low Molecular Water Soluble Chitosan for Pharmaceutical Application // *Bulletin of the Korean Chemical Society*. – 2003. – 9. – Vol. 24. – P. 1303.

[6] Malhotra M., Lane C., Duchesneau C.T., Saha S., Prakash S. A novel method for synthesizing PEGylated chitosan nanoparticles: strategy, preparation, and in-vitro analysis // International Journal of Nanomedicine. – 2013. – 6. – P. 485-494.

[7] Peng X., Zhuang Q., Peng D., Dong Q., Tan L., Jiao F., Liu L., Liu J., Zhao C., Wang X. Sustained release of naproxen in a new kind delivery system of carbon nanotubes hydrogel // Iranian Journal of Pharmaceutical Research. – 2013. – 4. – P. 581-586.

[8] Сливкин Д.А., Лапенко В.Л., Сафонова О.А., Суслина С.Н., Беленова А.С. Хитозан для фармации и медицины // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2011. – № 2. – С. 214-232.

[9] Hafsa J., Charfeddine B., Smach M.A., Limem K. Synthesis, characterization, antioxidant and antibacterial proprieties of chitosan ascorbate // International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences. – 2014. – 4(4). – P. 1072-1081.

[10] Tian X.L., Tian D.F. Synthesis and evaluation of chitosan-vitamin C complex // Indian Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2009. – 71 (4). – P. 371-376.

[11] Pirniyazov K.K., Anvarova G.K., Rashidova S.Sh. Synthesis of Chitosan ascorbate from *Bombux mori* // Uzbek Chemical Journal. – 2017. – Special issue. – P. 250-255.

[12] Пирниязов К.К., Кулумбетов А.С., Рашидова С.Ш. Синтез и структурные характеристики наноаскорбат хитозана *Bombux mori* // Вестник молодых ученых. – 2018. – № 2. – С. 69-99.

[13] Кличева О.Б., Рашидова С.Ш. Реакции карбоксиметилирования хитозана *Bombux Mori* // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. – 2016. – № 1. – С. 133-139.

[14] Рахманова В.Н., Нудьга Л.А., Милушева Р.Ю., Волчек Б.З., Холмунинов А.А., Баклагина Ю.Г., Рашидова С.Ш. Определение степени сульфатирования хитозана *Bombux Mori* методом кондуктометрического титрования // Журнал прикладной химии. – 2009. – № 6. – С. 2048-2052.

REFERENCES

[1] Dehant I., Dans R., Kimmer V., Shmoljke R. Infrakrasnaya spektroskopiya polimerov. M.: Himiya, 1976. 472 p.

[2] Kross A. Vvedeniye v prakticheskuyu infrakrasnyuyu spektroskopiyyu. M., 1961. 101 p.

[3] Rashidova S.Sh., Milusheva R.Yu. Hitin I hitozan *Bombux Mori*. Sintez, svoystva i primeneniye. Izd. «Fan» AN Ruz, 2009. 246 p.

[4] Koukaras E.N., Papadimitriou S.A., Bikiaris D.N., Froudakis G.E. Insight on the formation of chitosan nanoparticles through ionotropic gelation with tripolyphosphate // Molecular Pharmaceutics. 2014. N 9. P. 2856-2862.

[5] Jang M.K., Nah J.W. Characterization and Modification of Low Molecular Water Soluble Chitosan for Pharmaceutical Application // Bulletin of the Korean Chemical Society. 2003. 9. Vol. 24. P. 1303.

[6] Malhotra M., Lane C., Duchesneau C.T., Saha S., Prakash S. A novel method for synthesizing PEGylated chitosan nanoparticles: strategy, preparation, and in-vitro analysis // International Journal of Nanomedicine. 2013. 6. P. 485-494.

[7] Peng X., Zhuang Q., Peng D., Dong Q., Tan L., Jiao F., Liu L., Liu J., Zhao C., Wang X. Sustained release of naproxen in a new kind delivery system of carbon nanotubes hydrogel // Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 2013. 4. P. 581-586.

[8] Slivkin D.A., Lapenko V.L., Safonova O.A., Suslina S.N., Belenova A.S. Hitosan dlya farmasiyi I medisini // Vestnik VGU, Seriya: Himiya. Biologiya. Farmasiya. 2011. N 2. P. 214-232.

[9] Hafsa J., Charfeddine B., Smach M.A., Limem K. Synthesis, characterization, antioxidant and antibacterial proprieties of chitosan ascorbate // International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences. 2014. 4(4). P. 1072-1081.

[10] Tian X.L., Tian D.F. Synthesis and evaluation of chitosan-vitamin C complex // Indian Journal of Pharmaceutical Sciences. 2009. 71(4). P. 371-376.

[11] Pirniyazov K.K., Anvarova G.K., Rashidova S.Sh. Synthesis of Chitosan ascorbate from *Bombyx mori* // Uzbek Chemical Journal. 2017. Special issue. P. 250-255.

[12] Pirniyazov K.K., Kulumbetov A.S., Rashidova S.Sh. Sintez I strukturniye harakteristiki nanoaskorbat hitozana *Bombyx mori* // Vestnik molodih uchenih. 2018. N 2. P. 69-99.

[13] Klicheva O.B., Rashidova S.Sh. Reaksii karboksimetilirovaniya hitozana *Bombyx Mori* // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Himiya. 2016. N 1. P. 133-139.

[14] Rahmanova V.N., Nud'ga L.A., Milusheva R.Yu., Volchek B.Z. Holmuminov A.A., Baklagina Yu.G., Rashidova S.Sh. Opredeleniye stepeni sulfatirovaniya hitozana *Bombyx Mori* metodom konduktometricheskogo titrovaniya // Jurnal prikladnoy himii. 2009. N 6. P. 2048-2052.

C. M. Югай, С. Ш. Шахобутдинов, А. А. Атаханов, С. Ш. Рашидова

ВОМБУХ MORI ХИТОЗАНЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ТУЫНДЫЛАРЫН ИҚ-СПЕКТРОСКОПИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

Қазіргі уақытта медицинада және ауылшаруашылығында кеңінен қолданысқа ие хитозан мен оның туындыларына (карбоксиметилхитозан, хитозан аскорбаты және сульфохитозан) жалпы әлем бойынша мамандардың қызығушылығы артып келе жатқаны байқалады. Осыған байланысты материалдарды сәйкестендіру мақсатында алынған хитозанның және оның туындыларының физико-химиялық қасиеттерін әртүрлі физикалық әдістермен зерттеу, нақтырақ айтқанда инфрақызыл спектроскопиямен олардың құрылысын анықтау маңызды рөл атқарады. Жұмыста хитозанның, нанохитозанның, аскорбат және наноаскорбатхитозанның, карбоксиметилхитозанның, хитозан сульфатының құрылысына инфрақызыл спектроскопиялық зерттеулер жүргізілді. Оларды синтездеу шарттарына байланысты хитозанмен олардың туындыларының құрылыс ерекшеліктері анықталды. Зерттелген үлгілердің ИҚ-спектрларында енгізілген функционалды топтарға сәйкес пиктар анық көрсетілген және олардың хитозан құрылысына әсері нақты сипатталған. Алынған нәтижелерді жүйелендіріп, функционалды топтардың және әртүрлі байланыс түрлерінің спектрлер аумағы көрсетілген хитозанмен оның туындыларының ИҚ-спектрлерінің картасы жасалды. Бұл өз кезегінде зерттеушілерге хитозан туындыларымен салыстырмалы талдау жүргізуге және сәйкестендіруге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: ИҚ-спектроскопия, хитозан, нанохитозан, хитозан аскорбаты, хитозан сульфаты, карбоксиметилхитозан, сіңіру жолақтары.

Summary

S. M. Yugay, S. Sh. Shahobutdinov, A. A. Atakhanov

IR-SPECTROSCOPIC RESEARCHES OF CHITOSAN *Bombyx mori* AND ITS DERIVATIVES

The present time, there is an increasing worldwide interest of specialists in chitosan-based preparations and its derivatives (carboxymethylchitosan, chitosan ascorbate and sulfochitosan), which are widely used in medicine and in agriculture. In this regard, it is important to identify the physicochemical characteristics of the obtained chitosan and its derivatives by various physical methods, in particular, infrared spectroscopy, the determination of their structures, in order to identify these materials to experimenters. IR-spec-

troscopic studies of the structure of chitosan, nanochitosan, ascorbate- and nanoascorbatechitosan, carboxymethylchitosan, and sulfochitosan were carried out. The features of the structure of chitosan and its derivatives were established and revealed, depending on the conditions of their synthesis. The IR- spectra of the samples studied clearly show the appearance of peaks corresponding to the functional groups introduced by modifying chitosan and describe in detail their effect on the change in the structure of chitosan. The results obtained were systematized and maps of IR spectra for chitosan and its derivatives were compiled, indicating the spectral region of the functional groups and the various types of bonds formed, which allows experimenters to identify and conduct a comparative analysis with chitosan derivatives.

Key words: IR spectroscopy, chitosan, nanochitosan, chitosan ascorbate, chitosan sulfate, carboxymethylchitosan, absorption bands.