

УДК 664.286

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ КРАХМАЛА АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТОЙ

Штепенко Д. Е., студент гр. 8ХТ-31, I курс

Научный руководитель: Протопопов А. В., к.х.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И.  
Ползунова  
г.Барнаул

Крахмал является неиссякаемый предметом исследований на протяжении многих десятилетий. Это сравнительно дешевый и доступный материал, который широко применяется в пищевой и перерабатывающей промышленности.

Исследователи постоянно пытаются улучшить его свойства путем различных модификации и расширить область его применения:

- в фармацевтической промышленности крахмал используется в качестве наполнителя, связующего вещества для активных лекарственных средств (содержащаяся амилоза способна образовывать комплекс включений со многими пищевыми ингредиентами); мягких контактных линз, суперабсорбентов;
- в пищевой промышленности как инкапсулянт, увеличивая срок хранения продуктов;
- в производстве пленок для упаковки пищевых продуктов;
- применяется как стабилизатор, модификатор, матрица, которые могут заменить небиоразлагаемые и пластмассовые материалы на основе нефти;
- в текстильной промышленности в качестве покрытий для волокон;
- в сельском хозяйстве на основе крахмала производят покрытия для теплиц и мульчирующую пленку.

Чаще всего с этой точки зрения применяется их химическая модификации. Которая в сравнении с другими методами модификации, такими как ферментативная модификация и физические методы, химические способы открывают широкие возможности для функционализации крахмала.

Примерами химической модификации могут служить методы и способы, представленные в таблице 1, а также изменения свойств крахмала.

В современной пищевой промышленности, связанной с переработкой крахмала, особое внимание уделяют использованию органических кислот. Органические кислоты являются идеальными модификаторами, так как встречаются во многих съедобных растениях, и многие из них признаны безопасными.

**Таблица 1 - Методы химической модификации и изменения свойств модифицированных крахмалов.**

Метод модификации	Условия реакции	Приобретенные свойства	
		1	2
Окисление	Присоединение карбоксильной и карбонильной группы к крахмалу с среде окислителя.		Заметно повышается стабильность, прозрачность. Увеличиваются вяжущие свойства, однако снижаются реологические свойства
Полимеризация (графт-сополимеризация)	Сополимеризация крахмал с полимерами		Улучшается стабильность при воздействии отрицательных температур. Используется для повышения срока хранения пищевых продуктов
Карбоксиметилирование	Карбоксиметильное замещение гидроксильных групп в молекуле крахмала		Повышается стабильность крахмала в водных средах, снижается рекристаллизационная способность
Ацетилирование	Реакция ацетильной группы с гидроксильной группой полимерного крахмала		Замедляется кристаллизацию крахмала, повышает вязкость. Понижается растворимость в различных средах
Сшивание	Этерификация со сшивающими полимерами путем взаимодействия со смесью триметафосфата натрия и триполифосфата натрия или других сшивающих агентов в водной щелочной суспензии, содержащей сульфат натрия		Снижается растворимость крахмала в воде, вязкость и способность к набуханию, усвоемости, скорости ретроградации. Повышает температуру желатинизации, температуру стеклования, энталпию плавления
Сукцинилирование	Реакция октинилянтарным ангидридом		Увеличивается объем набухания, пиковая вязкость снижается температура желатинизации и твердость геля.

Работа включается в себя следующее:

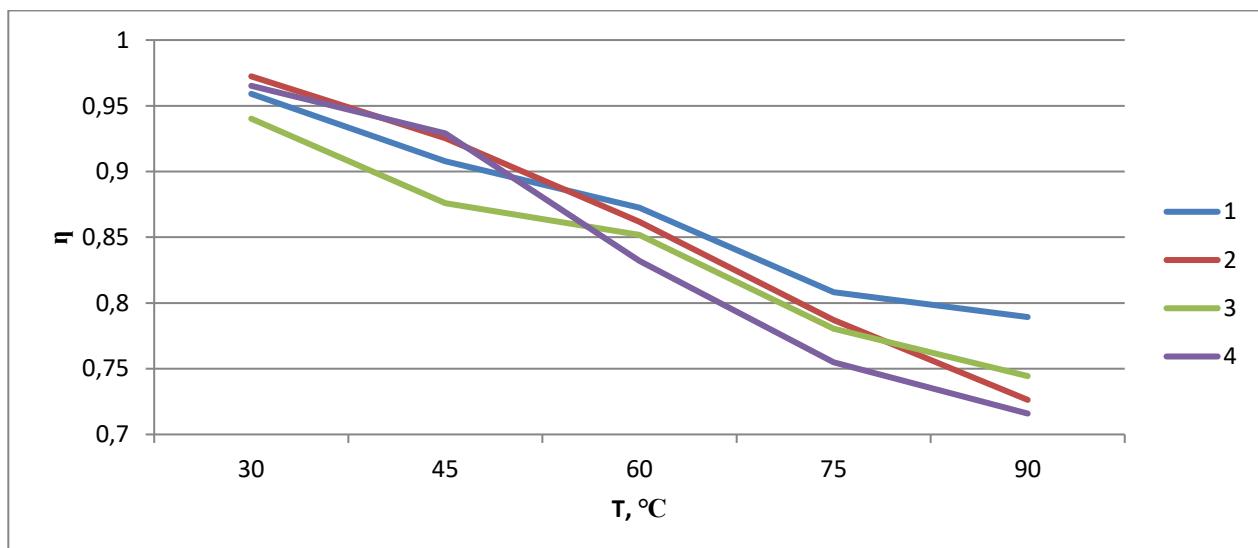
- смешивание крахмала и аскорбиновой кислоты в соотношениях 1:0,5 (5 грамм крахмала/ 2,5 грамма кислоты); 1:1 (5 грамм крахмала/ 5 грамма кислоты);
- температуры реакций 25°C/ 45°C;
- время реакций 3 часа;
- среда проведения реакции четыреххлористый углерод;
- катализатор соляная кислота.

Для полученных продуктов были рассчитаны степени замещения гидроксильных групп.

Таблица 2 - Степень замещения в продуктах реакции

Соотношение продуктов	Температура	
	25°C	45°C
1:0,5	0,62	0,91
1:1	1,25	1,92

Также был проведен анализ на определение реологических свойств, представленных на рисунке 1.



1,2 - Сложный эфир крахмала с аскорбиновой кислотой при 25°C/45°C  
(в соотношении 1:0,5);

3,4 - Сложный эфир крахмала с аскорбиновой кислотой при 25°C/45°C  
(в соотношении 1:1)

Рис. 1. График зависимости вязкости от температуры

Исследование полученных продуктов методом ИК-спектроскопии (рисунок 2) показало образование сложноэфирных связей, при этом в

продукте взаимодействия наблюдается уменьшение полосы поглощения в области 3600 см<sup>-1</sup> в результате уменьшения количества свободных гидроксильных групп и увеличение полосы поглощения в области 1740 см<sup>-1</sup>, характерной для колебаний сложноэфирной группы, что также свидетельствует о протекающем взаимодействии.

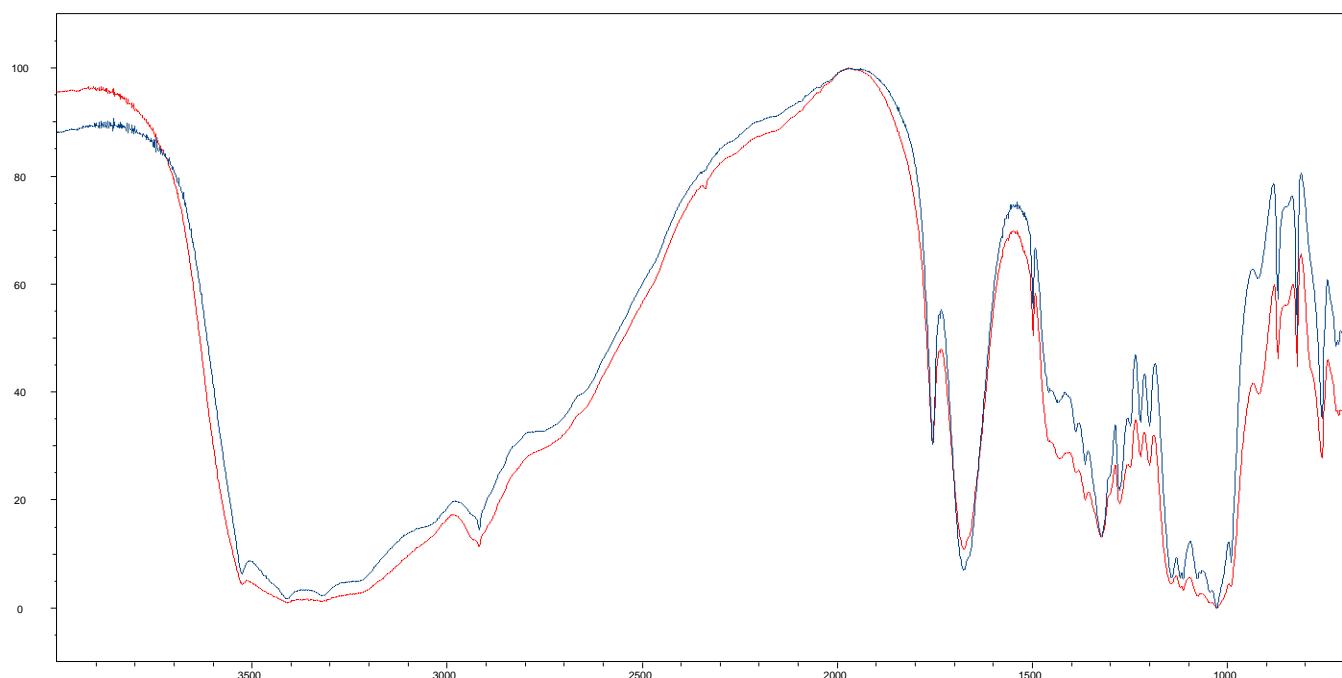


Рис. 2. ИК-спектр продуктов взаимодействия крахмала

Как итог проделанной работы, полученный продукт взаимодействия с аскорбиновой кислотой имеет большее значение степени замещения при температурах реакции выше 40°C. График зависимости вязкости от температуры указывает на стойкость к кристаллизации молекул крахмала. Методом ИК-спектроскопии доказано появление полос, указывающих на наличие связей с аскорбиновой кислотой.

#### Список литературы:

1. Sameh A. Korma, Kamal-Alahmad, Sobia Niazi, Al-Farga Ammar, Farah Zaaboul, Tao Zhang. Chemically modified starch and utilization in food stuffs, 2016, pp, 272.
2. Генри Омореги Егаревба. Химические свойства крахмала и его применение в пищевой промышленности: Материалы 6-го регионального семинара; 21–25 февраля 2019 г.; стр. 553-563.
3. Ланган РЭ. В: Вюрцберг О.Б., редактор. Модифицированные крахмалы: свойства и использование. Бока-Ратон, Флорида: CRC Press; 1986. с. 199
4. Аурелио Рамирес Эрнандес. Применение модифицированных крахмалов: Под редакцией Эммануэля Флореса Уикочеа и Родольфо Рендон Вильялобоса: 2016 г.;124:1309-1318