

УДК 664.286

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ КРАХМАЛА ЯНТАРНЫМ АНГИДРИДОМ

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, полимерный углевод, в большом объёме присутствует в растительной биомассе. Широко используется в различных отраслях в качестве сырья, благодаря своим функциональным характеристикам, более низкой стоимости и способности полностью разлагаться без каких-либо токсичных побочных продуктов. В современном производстве применение нативных крахмалов ограничено из-за сложности и нестабильности технологии производства. Соответственно разрабатываются способы получения инновационных модификаций крахмалов.

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

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 помощью окислителя.	Заметно повышается стабильность, прозрачность. Увеличиваются вяжущие свойства, однако снижаются реологические свойства	3
Полимеризация	Сополимеризация крахмал полимерами	Улучшается стабильность при воздействии отрицательных температур. Используется для повышения срока хранения пищевых продуктов	c
Гидроксипропил ирование	Добавление гидроксипропильной группы к крахмалу.	Увеличивается пиковая вязкость, водо связывающая способность, способность набухания. Также действует на растворимость.	

1	2	3
		прозрачность и ферментативную усвоемость крахмала. Это также улучшает прозрачность
Карбоксиметилирование	Карбоксиметильное замещение гидроксильных групп в молекуле крахмала	Повышается стабильность крахмала в водных средах, снижается рекристаллизационная способность
Фосфорилирование	Фосфорилирование крахмала	Улучшает вязкость, текстурные свойства, прозрачность, стабильность крахмала. Снижает температуру желатинизации. Повышается устойчивость к кислым средам и высокой температуре
Катионизация	Обработка крахмала различными катионными молекулами	Улучшается растворимость, стабильность, диспергируемость и прозрачность крахмала
Мокрая катионизация	Гомогенные и гетерогенные реакции крахмала с катионными молекулами	Увеличивается вязкость
Сшивание	Этерификация со сивающими полимерами путем взаимодействия со смесью триметафосфата натрия и триполифосфата натрия или других сивающих 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
Кислотная сшивка	Реакция крахмала с кислотами	Увеличивается температура желатинизации

Одним из перспективных исследований является модификация октенилсукцинатом молекулы крахмала. Исследованием занимались Колдуэлл и Вюрцбург, реакция включала этерификацию крахмала и безводной октенилсукциновой кислоты в водной суспензии при pH 7,0-9,0. Крахмал

приобретал амфифильную природу, что влияло на поверхностно-активные свойства. Эти октенилсукцинатные крахмалы, называемые OSA-крахмалами, нашли широкое применение в пищевой, фармацевтической, косметической и других отраслях промышленности в качестве эмульгаторов и стабилизаторов.

Несмотря на наличие множества коммерчески доступных крахмалов, полученных подобным способом, информации о них относительно мало. Поэтому на основе имеющихся исследований, в работе изучается возможность осуществления реакции между крахмалом и янтарным ангидридом в слабощелочной среде.

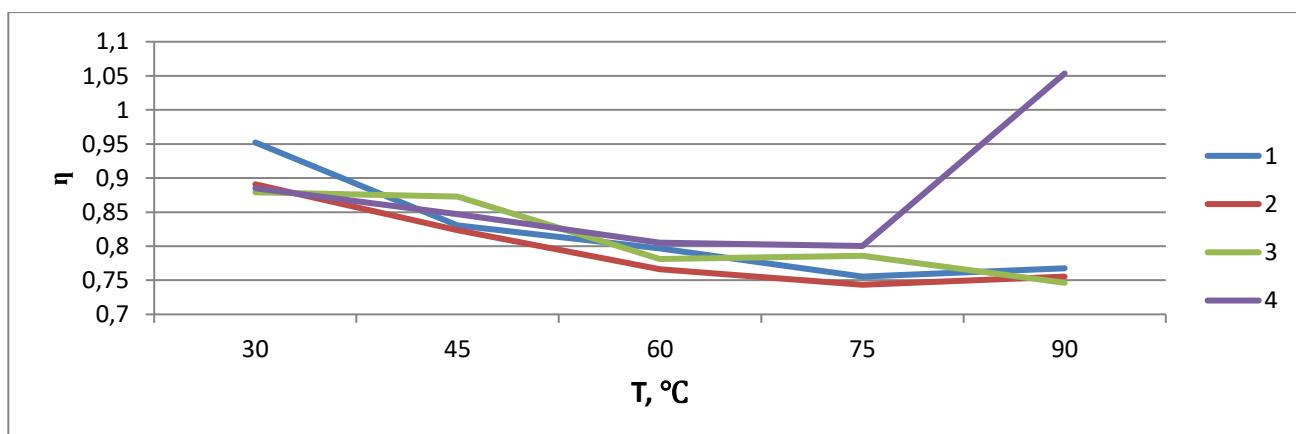
Условия реакции: крахмал, в количестве 5 грамм, смешивали с янтарным ангидридом в соотношении 1:0,5 и 1:1 при температурах 25°C и 45°C в течение 4-х часов. В качестве среды проведения реакции была выбрана вода со значением pH равное 6-7. По истечении времени реакции понижали значение pH до 4-5.

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	0,019	0,027
1:1	0,032	0,043

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



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

3,4 - Сложный эфир крахмала с янтарным ангидридом 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.

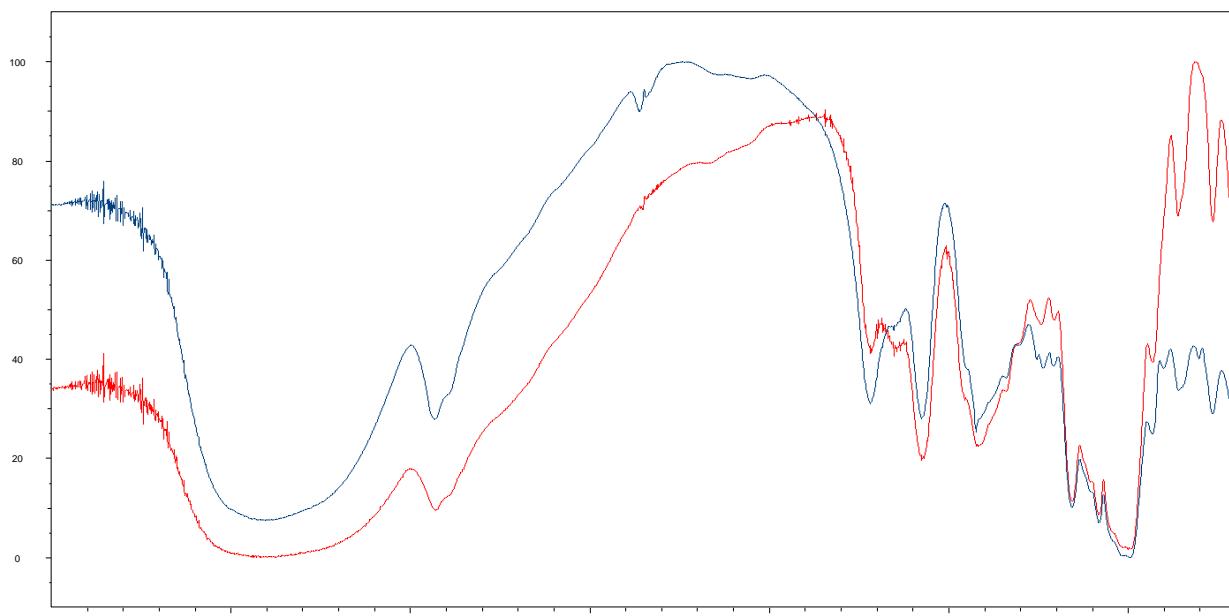


Рис. 2. ИК-спектр продуктов взаимодействия крахмала

Как итог проделанной работы, полученный продукт взаимодействия с янтарным ангидридом имеет невысокие значения степени замещения. Методом ИК-спектроскопии доказано появление полос, указывающих на образование связей с янтарным ангидридом.

#### Список литературы:

1. Бао Дж., Син Дж., Филлипс Д.Л., Корк Х. (2003) Физические свойства октенил-янтарного ангидрида, модифицированного рисовым, пшеничным и картофельным крахмалами, J. Agric. Пищевая химия. 51: 2283-2287
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