

## Отзыв

**официального оппонента на диссертационную работу Махкамова Хилолиддина Кахрамоновича «Распад протопектина корзинки подсолнечника в потоке гидролизующего раствора», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04- физическая химия.**

Диссертационная работа Махкамова Х.К. «Распад протопектина корзинки подсолнечника в потоке гидролизующего раствора», представленная на соискание ученой степени кандидата химических наук, посвящена изучению свойств пектиновых веществ корзинки подсолнечника, исследованию процессов распада протопектина в статическом и динамическом режимах гидролиза и изучению механизма распада протопектина в потоке гидролизующего раствора.

Актуальность представленной работы не вызывает сомнений, т.к. пектиновые вещества благодаря наличию в них полиэлектролитических свойств, обусловленных наличием остатков галактуроновой кислоты (ГК) в полимерной цепи, которые могут находиться в свободном или этерифицированном состоянии, применяются в фармацевтической промышленности для создания носителей лекарственных препаратов и в пищевой промышленности в качестве желирующих агентов.

Одним из важнейших параметров пектиновых полисахаридов, обуславливающих их гелеобразующие свойства, является молекулярная масса (ММ). Регулирование величин ММ и содержание ГК в ПВ, удовлетворяющих ту или иную потребность промышленности является важнейшей задачей, как в научном, так и технологическом аспекте разработок. В связи с этим, является актуальной разработка научных основ и выявления механизма реакции путём изучения кинетики гидролиз-экстракции растительных протопектинов в динамическом режиме, с одновременным фракционированием целевых продуктов в потоке гидролизующего раствора.

**Целью** представленной работы является изучение процесса распада ПП корзинки подсолнечника в статическом и динамическом режимах и оценка кинетических параметров процесса, протекающего в потоке гидролизующего раствора.

Для достижения поставленной цели **задачами** исследования являлись:

1. проведение сравнительного исследования распада ПП корзинки подсолнечника (КП) в статическом и динамическом режимах гидролиз-экстракции;
2. изучение процесса одноступенчатого распада ПП КП в динамическом режиме и оценка кинетических параметров процесса, протекающего в потоке гидролизующего раствора;
3. изучение реакции последовательного распада ПП КП на МГ и ПВ в динамическом режиме и количественный расчет кинетических параметров процесса в потоке гидролизующего раствора;
4. количественная оценка энергии активации одноступенчатого и последовательного распада ПП на МГ и ПВ в динамическом режиме, получение общего представления о механизме распада ПП в потоке гидролизующего раствора.

**Научная новизна** работы заключается в том, что:

1. Изучен распад ПП КП в статическом и динамическом режимах кислотного гидролиза. Показано, что во втором случае непрерывный ток раствора-гидролизата обеспечивает неизменность величины рН, способствуя максимально эффективному извлечению продуктов реакции из клеточной стенки растения, значительное увеличение выходов МГ и ПВ, по сравнению со статическим режимом, и улучшение качества конечного продукта – возрастание содержания ГК и СЭ.
2. Предполагая равенство количества ПП КП суммарному содержанию МГ и ПВ, экспериментальные данные реакции распада ПП обработаны на основе представления общего уравнения скорости химической реакции, протекающей в потоке. Оценены основные параметры соответствующего уравнения и рассчитаны константы скорости реакции в потоке гидролизующего раствора.

3. По данным анализа содержания остатков ГК в МГ и ПВ, экспериментальные данные по динамическому гидролизу ПП КП обработаны на основе представления о последовательной реакции, протекающей в потоке, оценены соответствующие константы скорости химической реакции в отдельности для всех выделенных фракций. Продемонстрировано хорошее совпадение экспериментальных данных с результатами расчета кинетических параметров последовательной реакции: ПП-МГ-ПВ.

4. Установлена высокая корреляция логарифма констант скоростей распада ПП ( $\ln k$ ) и последовательной реакции ПП-МГ-ПВ ( $\ln k_1$  и  $\ln k_2$ ) от обратной температуры, что позволило оценить энергии активации ( $E(k)$ ,  $E(k_1)$  и  $E(k_2)$ ) соответствующих реакции для всех выделенных фракцией в потоке гидролизующего раствора. Обнаружена постоянство значение  $E(k_1)$  при объёме выхода фракций до 200 мл ( $102.97 \pm 0.74$  кДж/моль), с последующим резким снижением и стабилизации при  $11.02 \pm 1.43$  кДж/моль, что свидетельствует о завершении реакции распада ПП в начальной области и последующего фракционирования по механизму гель-хроматографирования продуктов распада ПП КП.

**Практическая значимость** данной работы заключается в том, что полученные данные являются основой для создания новой технологии получения ПВ в динамическом режиме, которая позволяет значительно сократить продолжительность процесса с одновременным получением фракций с высоким содержанием ГК и оптимальными молекулярно-массовыми характеристиками.

#### **Структура, содержание и основные результаты работы.**

В диссертационной работе Махкамова Х.К. на достаточно высоком уровне обобщены литературные данные и полученные собственно автором результаты экспериментальных исследований. Работа состоит из введения, трех глав, выводов, списков сокращений и использованной литературы. Работа изложена на 91 страницах компьютерного набора, содержит 20 рисунков, 14 таблиц, список литературы, включающий 157 наименований.

**Во введении обоснована актуальность темы, цели и задачи исследования, раскрыто основное содержание диссертации.**

Обзор литературы содержит характеристику строения молекулы пектина и свойств пектиновых веществ. Изложены сведения о существующих способах получения пектиновых веществ. Очень подробно рассмотрены способы гидролиз-экстракции пектиновых веществ из различных растений, в том числе и из корзинок подсолнечника. Особое внимание уделено подсолнечнику. Показано, что способ получения ПВ в динамическом режиме обладает рядом преимуществ по сравнению с получением ПВ при помощи гидролиз-экстракции в статическом режиме, но недостаточно изучен, что делает данную работу крайне актуальной.

В экспериментальной части приведена характеристика исходных растительных материалов, реагентов и рабочих растворов, методика проведения кислотного гидролиза в колончатом экстракторе. Приведены методики количественного анализа функциональных групп ПВ и содержания звеньев ГК.

В главе 3 «Результаты и их обсуждение», приводятся экспериментальные данные, полученные автором при проведении гидролиз-экстракции в статическом и динамическом режимах, а также при непрерывном фракционировании протопектина корзинки подсолнечника, результаты количественных анализов остатков галактуроновой кислоты и степени этерификации полученных фракций. Описан процесс распада ПП КП на основе кинетики необратимой реакции первого порядка, проведен сравнительный анализ полученных экспериментальных и расчетных данных. Рассчитаны константы химической реакции  $k_1$  и  $k_2$  и значения энергии активации процессов последовательного распада ПП КП, протекающих в потоке гидролизующего раствора. На основании обширных экспериментальных данных дана интерпретация полученных результатов в соответствии с целью и задачами исследований.

Экспериментальные данные и количественные результаты, рассчитанные по константам химической реакции и энергии активации процесса позволяют автору судить о механизме процессов выделения ПВ из клеточной стенки корзинки подсолнечника. В целом работа производит хорошее впечатление.

**Достоверность результатов не вызывает сомнения.**

Материалы диссертации прошли апробации на международных и республиканских конференциях: IV Международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования в XXI веке» (Душанбе, 2010); V Всероссийской Каргинской конференции «Полимеры-2010» (Москва, 2010); Республиканской конференции: «Новые теоретические и прикладные исследования химии в высших учебных заведениях Республики Таджикистан» (Душанбе, 2010); Международной научно-практической конференции «Подготовка научных кадров и специалистов новой формации в свете инновационного развития государств» (Душанбе, 2010); Республиканской научной конференции «Проблемы современной координационной химии» (Душанбе, 2011); Международной конференции «Наука о полимерах: вклад в инновационное развитие экономики» (Ташкент, 2011); II Всероссийской научной конференции (с международным участием): «Успехи синтеза и комплексообразования», (Москва, 2012); IV Российской конференции «Актуальные проблемы нефтехимии» (с международным участием) (Звенигород, 2012); Международной научно-практической конференции «Комплексный подход к использованию и переработке угля» (Душанбе, 2013); Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки о полимерах» (Ташкент, 2013); X Нумановских чтениях «Актуальные вопросы физики и химии полимеров» (Душанбе, 2013); VI Всероссийской Каргинской Конференции «Полимеры - 2014» (Москва, 2014).

По материалам диссертации опубликованы 22 статей в научных журналах и сборниках научных конференций.

**Вместе с тем, к работе имеются некоторые замечания:**

1. Не совсем четко обосновано использование уравнение скорости химической реакции в потоке для данной системы.

2. Не понятно в каких единицах измеряется содержание остатков ГК (мэк/г-сырья), (надо мг-экв/г-сырья)

3. Не дано объяснение физического смысла постоянной  $\beta$  в уравнении 19.

