

20% в водно-этанольной смеси, при увеличении концентрации этилового спирта до 60% выход экстрактивных веществ уменьшился на 12% и составил 34%. В то же время, содержание полифенольных веществ достигало максимальных значений при концентрации спирта 60% и составило около 4% (что практически на 20% больше, чем при экстракции 20% экстрагентом), что может быть обусловлено химической природой полифенольных соединений.

При увеличении гидро модуля водно-спиртовой экстракции с 50 до 150 было отмечено увеличение содержания экстрактивных веществ

на 18%, что составило около 42%. Изменение гидро модуля не оказало существенного влияния на выход полифенольных соединений.

Таким образом, результаты исследований показывают, что влияние изученных факторов будет оказывать существенное воздействие на количество и состав экстрактивных веществ. Значительное содержание экстрактивных веществ, в том числе полифенольных соединений, позволяет рекомендовать получение экстрактивных веществ из листьев Павлонии в качестве продукта с антиоксидантной активностью.

### Список литературы

1. *Ganchev G. Digestibility and energy content of Paulownia (Paulownia elongata S.Y.Hu) leaves / G. Ganchev, A. Ilchev, A. Koleva // Agricultural science and technology, 2019. – Vol. 11. – №4. – P. 307–310.*
2. *Paulownia Leaves as a new feed resource: Chemical composition and effects on growth, carcasses, digestibility, blood biochemistry, and intestinal bacterial populations of growing rabbits / A. Al-Sagheer, Mohamed E. Abd El-Hack, Mahmoud Alagawany and etc. // Animals – Open Access Journal, 2019. – №9. – P. 1–13.*
3. *Digestibility and energy content of Paulownia (Paulownia elongata S.Y.Hu) leaves / G. Ganchev, A. Ilchev, A. Koleva // Agricultural science and technology, 2019. – Vol. 11. – №4. – P. 307–310.*
4. *В.М. Ушанова, О.И. Лебедева, А.Н. Девятловская. Основы научных исследований. Исследование химического состава растительного сырья. – Красноярск: СибГТУ, 2004. – 360 с.*

## ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦЕННЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ C<sub>5</sub> ФРАКЦИИ СЕЛЕКТИВНОЙ РЕАКЦИЕЙ ДИЕНОВ С ДИМЕТИЛМАЛЕИМАТОМ

В.Б. Тулина, Д.В. Штобза

Научные руководители – к.х.н., доцент Л.С. Сорока; к.х.н., доцент А.А. Ляпков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, vbt1@tpu.ru

Жидкие продукты пиролиза представляют собой многотоннажные побочные продукты, доля которых может достигать до 25% (масс.) от массы всех продуктов пиролиза [1]. В состав жидких продуктов пиролиза (ЖПП) входит смесь парафиновых, непредельных, нафтеновых, а также ароматических углеводородов. Соотношение углеводородов зависит от используемого сырья и режима пиролиза. ЖПП подразделяют на пироконденсат (выкипает до 190–200 °С) и тяжелую пиролизную смолу, с температурой выкипания 190–360 °С.

В промышленности из пироконденсата выделяют следующие продукты:

- C<sub>5</sub> фракцию;
- бензол-толуол-ксилольную фракцию;
- бензол-толуольную фракцию;
- C<sub>9</sub> фракцию.

В данной работе рассмотрена возможность синтеза мономеров из C<sub>5</sub> фракции с диметилмалеиматом как способ извлечения ценных продуктов (циклопентадиена) из ЖПП. Фракция C<sub>5</sub> представляет собой смесь содержащую легкокипящие (выкипающих в пределах 30–75 °С)

$C_5$  углеводороды: алканы, олефины и диены. В мягких условиях из  $C_5$  фракции возможно удалить до 90% 1,3-диеновых углеводородов. Для этого фракцию  $C_5$  обрабатывают малеиновым ангидридом для селективного удаления 1,3-диенов [1].

Целью данной работы является извлечение ценных продуктов из  $C_5$  фракции селективной реакцией диенов с диметилмалеиматом. Данная реакция позволит не только извлекать диены из побочных продуктов пиролиза, но также и получать ценные мономеры для метатезисной полимеризации с раскрытием цикла. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Провести поиск и анализ литературы по теме исследования.
- 2) Ознакомиться с составом  $C_5$  фракций жидких продуктов пиролиза.
- 3) Подобрать условия проведения реакции диенов с диметилмалеиматом в присутствии  $C_5$  фракции жидких продуктов пиролиза.
- 4) Провести реакцию диенов с диметилмалеиматом в присутствии  $C_5$  фракции жидких продуктов пиролиза.

На основе исследуемой фракции ведется получение коммерчески востребованных веществ.

В работе использовали фракцию  $C_5$  (ТУ 2451-096-70353562-2008, ОАО «Томскнефтехим», г. Томск) состав которой предварительно исследовали с использованием ГХМС. Согласно полученным данным во фракции содержится свыше 112 соединений, при этом общее количество производных циклопентадиена (ЦПД) не

превышает 1%. Поэтому для исследования возможности протекания реакции взаимодействия ЦПД с диметилмалеиматом в среде углеводородов предварительно готовилась модельная смесь, содержащая 20% по массе ЦПД. Для приготовления модельной смеси отгоняли углеводороды из фракции и температурой выкипания до 75 °С и использовали отгон. Это позволило при проведении синтеза выделять продукты реакции путем отгонки непрореагировавших углеводородов, содержащихся во фракции и не вступивших в реакции с диметилмалеиматом, поскольку предполагаемые продукты реакции имеют температуру кипения выше 75 °С.

Синтез проводили в колбе, которую помещали на ледяную баню. В колбу добавляли модельную смесь, охлаждали до 0 °С и затем прикапывали при перемешивании диметилмалеимат в равном мольном соотношении к ЦПД. После прекращения выделения тепла реакционную массу выдерживали при комнатной температуре в течении 40 минут. Затем реакционную массу нагревали до 31 °С и выдерживали еще 30 минут при постоянном перемешивании. После этого из реакционной массы удаляли отгонкой непрореагировавшие углеводороды. Продукты реакции анализировали с использованием ГХМС. По результатам ГХМС видно, что продуктах реакции присутствуют несколько изомеров диметил-5-норборнен-2,3-дикарбоксилатов. Кроме того, выявлено, что в данных условиях реакции ЦПД расходуется не только на образование основного продукта, а также вступает в реакцию димеризации.

### Список литературы

1. Лакеев С.Н., Ишалина О.В., Ганеев А.Э., Майданова И.О. // Башкирский химический журнал, 2018. – Т. 25. – №4. – 95 с.