

ЕЛЛАГОТАНИНЫ В ПОЛУЧЕНИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ФУЛЬВОКИСЛОТ

Гуминовые вещества (ГВ) – это сложная смесь устойчивых к биодеструкции высокомолекулярных темноокрашенных органических соединений природного происхождения, которые образуются при разложении растительных и животных остатков под воздействием микроорганизмов и абиотических факторов среды. Они входят в состав органического вещества почвы, природных вод, твердых горючих ископаемых и других природных тел. По отношению к действию кислот и щелочей гуминовые вещества разделяют на гуминовые кислоты, фульвокислоты и гумин [1].

Исследованиями последних лет раскрыто значительный терапевтический потенциал природных ГВ. Они проявляют регенеративное, антиоксидантное, противовоспалительное, бактериостатическое (в значительных концентрациях бактерицидное), иммуномодулирующее, профибринолитическое, радиопротекторное действия [2]. Однако препятствием широкому внедрению материалов на их основе в медицину является зависимость свойств конечного продукта от источника и способа выделения. Устранить эти проблемы и соответственно расширить области использования ГВ можно путем синтеза аналогов природных материалов в строго контролируемых условиях. При этом свойствами конечного продукта можно варьировать путем выбора фенольного предшественника и изменения условий синтеза.

На сегодня разработано относительно немного методик получения синтетических ГВ. Основным недостатком известных методик является использование в качестве предшественников фенольных соединений, которые в своем составе содержат, кроме ароматического ядра, только карбоксильные группы и фенольные гидроксигруппы и не содержат насыщенных фрагментов, спиртовых гидроксильных, углеводородных остатков, которые всегда присутствуют в структурах природных гуминовых веществ. Это приводит к получению продукта со свойствами, которые не полностью отвечают по функциональному составу и соответственно свойствам природным ГВ. Поэтому актуальной задачей является совершенствование существующих и разработка новых методик получения синтетических ГВ.

Перспективными фенольными соединениями, которые можно использовать для получения синтетических фульвокислот являются эллаготаннины. Эллаготаннины – это сложные эфиры моносахарида, обычно D-глюкозы или ее олигомеров и одного или нескольких остатков гексагидроксидифеновой кислоты [3]. Эллаготаннины могут содержать также остатки галловой кислоты. Разные способы соединения мономерных звеньев и трансформационные преобразования, изомеризация и олигомеризация молекул обуславливают большое разнообразие структурных и физико-биологических свойств этой группы танинов (рис. 1).

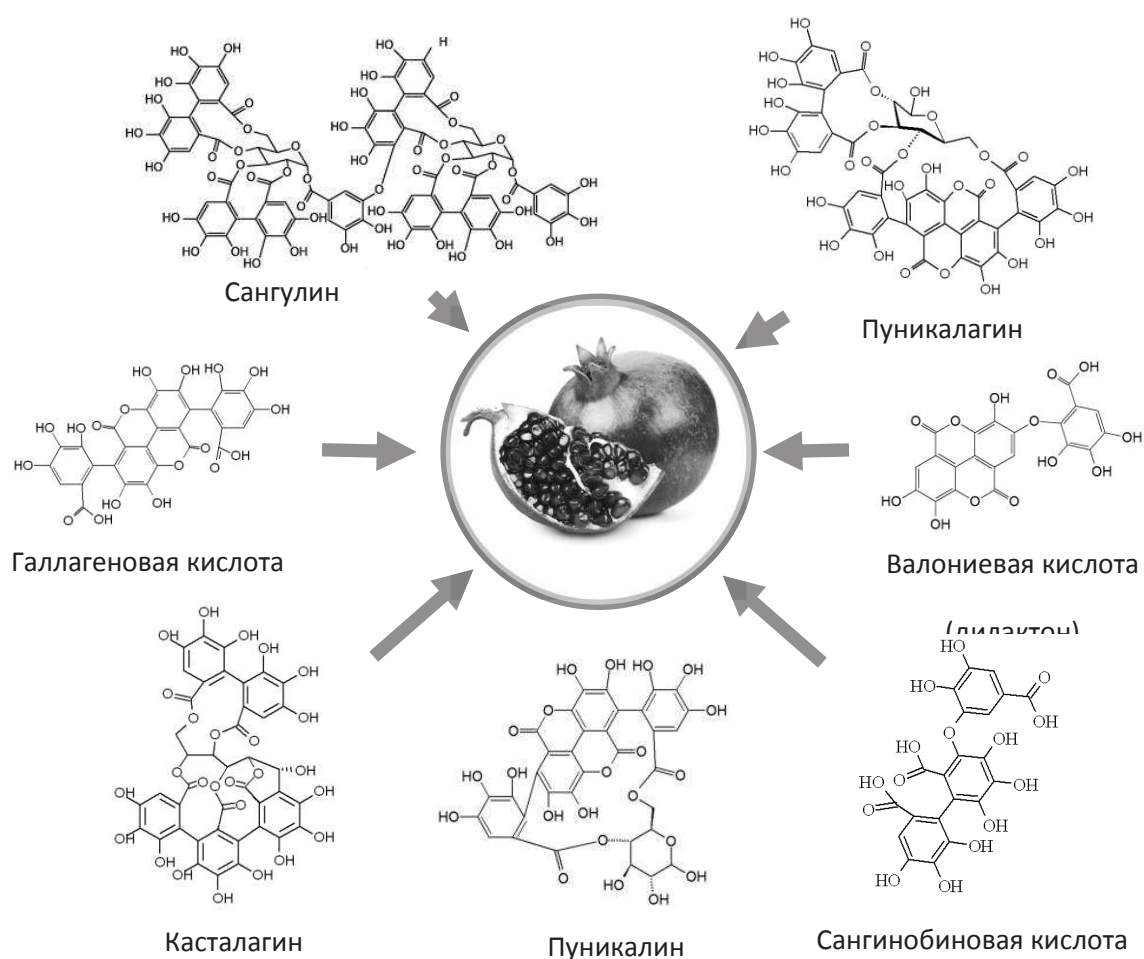


Рис. 1. Эллаготаннины, содержащиеся в шкурке граната

В наших исследованиях в качестве источника эллаготаннинов для получения синтетических фульвокислот была использована шкурка граната (*Punica granatum*), которая является фактически отходами заводов производства гранатовых соков.

Окисления эллаготаннинов молекулярным кислородом в условиях избытка щелочи приводит к образованию синтетических фульватов натрия. Процесс окисления проводили при комнатной температуре и нормальном атмосферном давлении. В процессе синтеза раствор приобретал темно-коричневой окрас. Процесс контролировали путем измерения объема кислорода, который израсходовался в ходе реакции. Прекращение потребления кислорода свидетельствовало о завершении реакции. При данных условиях реакция длилась около 90 минут. Проведение процесса в сильнощелочной среде ($\text{pH} = 12$) способствовало ускорению процесса окисления, а это в свою очередь уменьшало общее время синтеза. Для перевода фульватов натрия в форму кислоты, полученную после реакции смесь пропускали через катионообменную колонку в H^+ -форме. Полученный раствор синтетических фульвокислот имеет $\text{pH} = 2$.

Для подтверждения сходства строения и свойств полученного продукта с природными фульвокислотами было проведено комплексное исследование их физико-химических свойств.

Установлен элементный состав полученных синтетических фульвокислот согласуется с данными полученными для фульвокислот, изъятых из природных источников.

Полученный спектр поглощения синтетических фульвокислот имеет вид плавной кривой с постепенным уменьшением оптической плотности по мере увеличения длины волны. Установленное бесструктурное поглощения синтетических продуктов является типичным и для природных фульвокислот. Сравнение ИК-спектра полученных синтетических и природных фульвокислот подтверждает однотипность их химического строения. По данным рентгенодифракционного анализа синтетические фульвокислоты являются аморфными веществами, что типично для природных ГВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перминова И. В. Анализ, классификация и прогноз свойств гумусовых кислот: дисс. ... доктора хим. наук: 02.00.02 / Перминова Ирина Васильевна. – М., 2000. – 319 с.
2. Савченко И.А. Биологическая активность гуминовых веществ: перспективы и проблемы их применения в медицине (обзор) / И.А. Савченко, И.Н. Коренева, Е.А. Лукша, К.К. Пасечник // Журнал МедиАль. – 2019. – № 1. – С. 54-60.
3. Wu S. Diverse Phytochemicals and Bioactivities in the Ancient Fruit and Modern Functional Food Pomegranate (*Punica granatum*) / S. Wu, L. Tian // Molecules. – 2017. – 22(10). – P. 473-478.