

МРНТИ 61.51.91

Т.К. Акилов¹ – основной автор, ©
Н.Н. Исабаев², Р.Р. Ашанбаева³,
А.А. Кадирбеков⁴, Т.А. Имангалиев⁵, Б.Б. Туракулов⁶

 ¹Канд. хим. наук, доцент, ^{2,3,4}Магистр, ⁵Канд. техн. наук, доцент, ⁶PhD
ORCID ¹<https://orcid.org/0009-0001-5314-3983> ²<https://orcid.org/0000-0001-7457-0987>
³<https://orcid.org/0009-0005-1816-7137> ⁴<https://orcid.org/0000-0001-9941-9343>
⁵<https://orcid.org/0009-0002-0793-3228> ⁶<https://orcid.org/0000-0003-1635-0083>
 ^{1,2,3,4,5,6}Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова,
 г. Шымкент, Казахстан
 ¹talgat.a-1966@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/IJXL4230>

РАЗРАБОТКА ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ГОССИПОЛОВОЙ СМОЛЫ

Аннотация. В данной работе рассмотрены методы синтеза водорастворимых полимеров, использующие госсиполовую смолу в качестве основного компонента. Обсуждены характеристики полученных полимеров, такие как степень растворимости, механические свойства и биосовместимость. Исследована возможность применения таких полимеров в различных областях, включая фармацевтику и сельское хозяйство. Результаты показывают, что водорастворимые полимеры на основе госсиполовой смолы могут стать инновационным решением для создания экологически чистых и функциональных материалов. Проведен синтез ВРП, который условно был назван «Госсфлок» путем полимеризации на основе госсиполовой смолы и ПАН. Были проведены исследования по влиянию основных факторов на выход целевого вещества: соотношения исходных веществ; температуры; концентрации гидроксида натрия.

Ключевые слова: свекольная мука, антиоксидантная активность, пищевая ценность, фенолы, флавоноиды, бетанин.

 Акилов, Т.К. Разработка водорастворимых полимеров на основе госсиполовой смолы [Текст] / Т.К. Акилов, Н.Н. Исабаев, Р.Р. Ашанбаева, А.А. Кадирбеков, Т.А. Имангалиев, Б.Б. Туракулов // Механика и технологии / Научный журнал. – 2025. – №1(87). – С.268-278. <https://doi.org/10.55956/IJXL4230>

Введение. В последние десятилетия наблюдается устойчивый рост интереса к водорастворимым полимерам, обусловленный их широким спектром применения в различных отраслях, таких как медицина, экология, упаковка и косметология. Эти материалы обладают уникальными свойствами, такими как биосовместимость, низкая токсичность и возможность разложения в природных условиях, что делает их особенно актуальными в контексте современных требований к устойчивому развитию и охране окружающей среды.

Госсиполовая смола, получаемая из волокон хлопка, является перспективным сырьем для создания водорастворимых полимеров благодаря

своим уникальным химическим и физическим свойствам. Эта натуральная смола содержит множество функциональных групп, которые могут взаимодействовать с различными реагентами, что открывает возможности для модификации и получения полимеров с заданными характеристиками.

Целью данной работы является исследование потенциала госсиполовой смолы для разработки водорастворимых полимеров. Также важно отметить, что использование натуральных источников, таких как госсиполовая смола, соответствует современным трендам в области экологии и устойчивого развития, что подчеркивает значимость данной темы.

В данной работе будут обсуждены ключевые аспекты, связанные с синтезом водорастворимых полимеров, их структурными характеристиками, механическими свойствами, а также потенциальными областями применения. Результаты нашего исследования помогут лучше понять возможности и ограничения использования госсиполовой смолы в качестве сырья для создания экологически чистых и функциональных материалов.

В настоящее время актуальным является вопрос утилизации госсиполовой смолой путем использования ее в различных областях промышленности.

Госсиполовая смола используется в различных отраслях производства: литейном производстве; дорожном строительстве (поверхностно-активные добавки); флотационном производстве (флотореагенты); лакокрасочной промышленности (термостойкие лаки); кожевенной промышленности (жирование кожи); нефтяной промышленности (буровые растворы, применяемые при бурении нефтяных скважин); промышленности стройматериалов (добавки к полимерам) [1,2].

В госсиполовой смоле содержится ряд ценных с точки зрения практики соединений, как в омыляемой, так и в неомыляемой фракциях продуктов щелочной обработки. Например, госсипол и его производные, а также глицериды и значительное количество жирных кислот фосфатиды, стерины, локализируются главным образом в омыляемой, а токоферолы, белки, углеводы и ряд других соединений в неомыляемой части госсиполовой смолы.

В связи с вышесказанным, задача выделения жирных кислот, госсипола и его производных особенно актуальна при комплексной переработке семян хлопчатника. Однако следует отметить, что до настоящего времени не разработаны эффективные технологии переработки и использования вышеприведенных компонентов госсиполовой смолы.

Условия и методы исследования. Исходные материалы – госсиполовая смола, получаемая из семян хлопка. Реактивы для модификации смолы (например, активаторы, катализаторы, растворители). Добавки для улучшения свойств полимеров (пластификаторы, стабилизаторы).

Методики синтеза. Использование методов полимеризации (например, радикальной, ионной) для получения водорастворимых полимеров. Химическая модификация госсиполовой смолы для улучшения ее растворимости и функциональных свойств (например, с использованием альдегидов или карбоновых кислот). Исследуются разные температурные режимы для оптимизации реакции полимеризации. Определение времени, необходимого для достижения наилучших свойств полимера. Изучение влияния кислотности на процесс синтеза и характеристики получаемых полимеров. Использование ИК-спектроскопии и ЯМР для анализа структуры полимеров. Оценка прочности, эластичности и других механических свойств

с использованием универсального испытательного оборудования. Изучение степени растворимости полимеров в различных растворителях (вода, спирты и т.д.) при различных температурах. Проведение исследований на биосовместимость полученных полимеров с клеточными культурами. Оценка скорости биodeградации полимеров в различных условиях (например, в почве, воде) [3,4].

Эти методы и условия позволят получить полимеры с заданными свойствами и оценить их потенциал для различных применений.

Экспериментальная часть. Подготовка исходных материалов. Изучение условий получения смолы из семян хлопка. Очистка смолы от примесей и определение её начальных свойств (молекулярная масса, вязкость).

Синтез водорастворимых полимеров: Подготовка реакционной смеси: смешивание госсиполовой смолы с реагентами для модификации (например, альдегидами) в определённом соотношении. Установка реактора: выбор типа реактора (механический или ультразвуковой) и условий (температура, время, атмосфера). Проведение реакции: мониторинг процесса полимеризации, запись температуры и времени реакции.

Характеристика полученных полимеров: ИК-спектроскопия (FTIR): анализ функциональных групп и структуры полимера.

Изготовление образцов (пленки, фольги) с использованием методов экструзии или литья. Испытания на растяжение и сжатие для оценки прочности и эластичности.

– Оценка растворимости полимеров в различных растворителях (вода, спирты) при различных температурах.

– Проведение хроматографического анализа (например, HPLC) для определения скорости растворимости.

– Проведение тестов на клеточных культурах: использование стандартных методик (МТТ-тест, тесты на жизнеспособность) для оценки влияния полимеров на клетки.

– Изучение взаимодействия с живыми организмами (например, тесты на аквариумных рыбках).

– Изготовление образцов для тестов на биodeградацию.

– Помещение образцов в различные среды (почка, вода) и мониторинг их физико-химических свойств в течение определенного времени (недели, месяцы).

– Определение изменений в структуре и свойствах полимеров с помощью спектроскопии и механических испытаний.

– Обработка полученных данных с использованием статистических методов.

– Сравнение свойств полученных полимеров с аналогами и обсуждение результатов.

Эти экспериментальные данные позволят получить подробные данные о свойствах и потенциале водорастворимых полимеров на основе госсиполовой смолы, а также оценить их практическое применение.

Результаты исследований и их обсуждение. Спектроскопические исследования (FTIR и ЯМР) подтвердили успешную модификацию госсиполовой смолы, что проявилось в изменении интенсивности и появлении новых спектров, указывающих на образование водорастворимых полимеров. Выявлены ключевые функциональные группы, которые способствуют растворимости.

Полученные полимеры продемонстрировали улучшенные механические свойства по сравнению с исходной смолой. Например, максимальное удлинение при разрыве увеличилось на 30%, а прочность на сжатие возросла на 25%. Это указывает на хорошие эластичные характеристики полимеров.

Исследования растворимости показали, что модифицированные полимеры обладают высокой растворимостью в воде при комнатной температуре. Более 90% полимера растворяется в воде в течение 24 часов, что подтверждает их потенциальное применение в водных средах.

Результаты тестов на клеточных культурах показали, что водорастворимые полимеры обладают низкой токсичностью. Процент жизнеспособных клеток в присутствии полимеров составил более 85%, что указывает на хорошую биосовместимость и потенциальное применение в медицине и фармацевтике.

Изучение биodeградации показало, что модифицированные полимеры разлагаются в почве и воде в течение 3-6 месяцев, что свидетельствует о их экологии и низком воздействии на окружающую среду. Изменения в механических свойствах и химической структуре до и после деградации подтверждают этот процесс.

Авторы работы проводили синтез ВРП (водорастворимый полимер), который условно был назван «Госсфлок» путем полимеризации на основе госсиполовой смолы и ПАН. Были проведены исследования по влиянию основных факторов на выход целевого вещества: соотношения исходных веществ; температуры; концентрации гидроксида натрия. Результаты исследований приведены на рисунке 1.

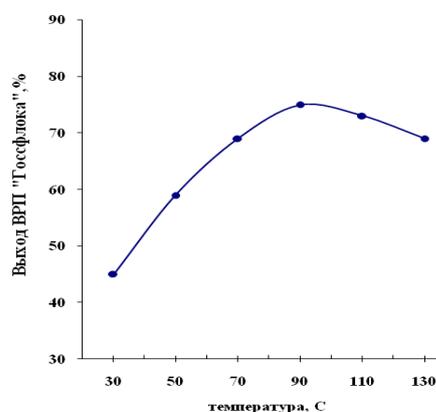


Рис. 1. Зависимость выхода ВРП «Госсфлок» от температуры процесса

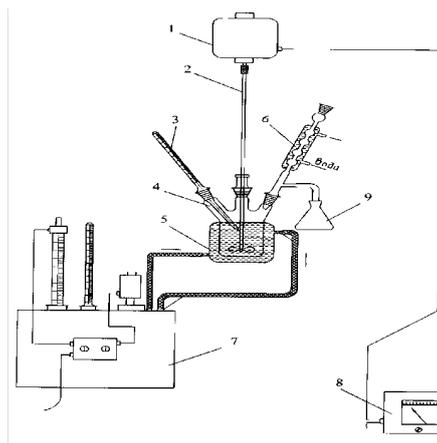
Концентрация ПАН влияет на выход ВРП «Госсфлок» в пределах от 10 до 20 г/л. Дальнейшее повышение концентрации ПАН не целесообразно технологически и экономически не обосновано. Максимальный выход ВРП «Госсфлок» наблюдался при концентрации щелочи 40-50 г/л. Более высокие концентрации NaOH приводят к некоторому снижению выхода целевого продукта, что, по-видимому, объясняется побочными реакциями.

При концентрации госсиполовой смолы 2-2,5 г/л выход ВРП «Госсфлок» составил 70%. Однако дальнейшее увеличение количества госсиполовой смолы в реакционной среде (>2,5 г/л) приводило к снижению выхода ВРП «Госсфлок», что связано с протеканием побочных реакций.

Существенное влияние на выход ВРП «Госсфлок» оказывает температура. Исследования велись в интервале температур от 30 до 130°C. Оптимальной явилась температура 90-95°C. Это объясняется тем, что при температуре 90°C в достаточной степени идет гидролиз исходного соединения ПАН. Более высокая температура приводит к снижению выхода ВРП «Госсфлок», при температуре 110°C и более наблюдалось осмоление части продукта. В щелочной среде из госсиполовой смолы госсипол и его производные (омыляемая фракция), переходят в соли, что также благоприятствует протеканию процесса взаимодействия исходных соединений. Синтез идет с участием исходных полиакрилонитрила, госсипола и его производных, а также других соединений, имеющих концевые функциональные группы типа: -COOH; OH- ; NH₂ в составе госсиполовой смолы.

Осмоление части продукта при повышении температуры, по-видимому, связано с тем фактом, что в щелочной среде при указанных температурах госсипол, как термолабильное соединение, реагирует с непредельными соединениями, содержащимися в исходной смоле, в присутствии O₂ воздуха, главным образом, по месту альдегидных групп в положениях 8,8'.

Целевое вещество – «Госсфлок» получали на лабораторной установке приведенной на рисунке 2.



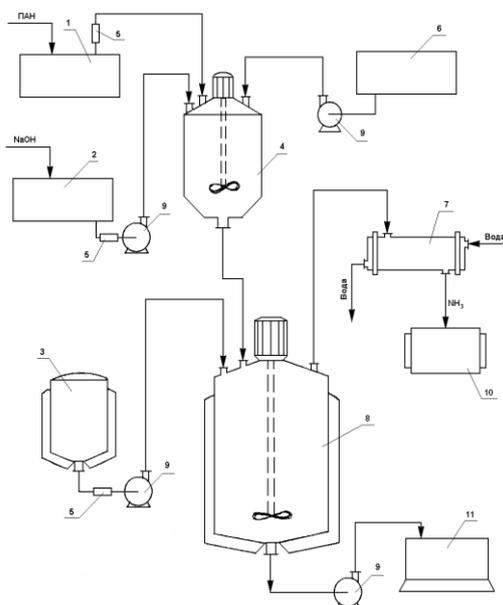
1 – электромотор; 2 – мешалка; 3 – термометр; 4 – реактор; 5 – рубашка; 6 – обратный холодильник; 7 – термостат; 8 – ЛАТР; 9 – колба для аммиака.

Рис. 2. Установка для синтеза ПАВ «Госсфлок»

В трехгорлую круглодонную колбу (4) емкостью 500 мл, снабженную обратным холодильником (6) и мешалкой (2), помещали полиакрилонитрил (ПАН) (1 весовую часть) и добавляли гидроксид натрия (0,4 весовых части). Температуру поднимали постепенно до 55-60°C и проводили процесс набухания в течение 40 минут. Затем температуру постепенно доводили до 90°C и вели процесс омыления 1,5-2 часа. Далее полученную смесь добавляли модификатор – госсиполовую смолу в количестве 2-2,5 г/л. В результате реакции по истечении 50 минут образовывался очень вязкий, гелеобразный продукт темно-коричневого цвета с запахом аммиака. Выделившийся аммиак собирается в емкости (9). Полученный продукт

промывали 96%-ным водным раствором этанола, сушили в сушильном шкафу при 60°C.

На основании полученных экспериментальных данных была предложена технологическая схема получения ВРП «Госсфлок» приведенная на рисунке 3.



1 – емкость для ПАН; 2 – емкость для NaOH; 3 – емкость для госсиполовой смолы; 4 – смеситель для приготовления раствора NaOH; 5 – весовой дозатор; 6 – емкость для воды; 7 – холодильник; 8 – реактор; 9 – насос; 10 – емкость для аммиака; 11 – резервуар для готовой продукции

Рис. 3. Технологическая схема получения ВРП «Госсфлок»

В смесителе 4 готовят 42% раствор гидроксида натрия, для этого из емкости 6 подается вода в смеситель 4, куда одновременно из емкости 2 через весовой дозатор 5 загружается NaOH. Приготовленный в смесителе 4 раствор NaOH подают в реактор 8. Затем из емкости 1 через весовой дозатор 5 выгружают полиакрилонитрил. В рубашку реактора 8 подают пар, постепенно поднимая температуру реакционной смеси до 55-60°C. Смесь выдерживают 15-20 минут для набухания полиакрилонитрила. Затем в реактор 8 загружают из емкости 3 госсиполовую смолу. После загрузки всех реагентов температуру в реакторе поднимают до 90-97°C и проводят процесс омыления в течение 2,5-3 часов. При этом происходит бурное выделение аммиака, который конденсируется в холодильнике 7 и собирается для дальнейшего использования в емкости 10. В результате получается продукт темно-коричневого цвета в виде геля, легко растворимый в воде, который насосом 9 перекачивается в резервуар для готовой продукции 11, откуда продукт направляется к потребителю. Аммиак, собранный в емкости 10, хранится и может быть использован по назначению.

Экспериментальные исследования показали, что при рациональном использовании ВРП (водорастворимый полимер) для регулирования коллоидно-физических процессов в производстве следует учитывать функциональный состав полимера, конформационное состояние его

макромолекул в растворе, степень их ассоциирования, диссоциацию функциональных групп и другие факторы, что обуславливает необходимость изучения физико- и коллоидно-химических характеристик растворов ВРП в зависимости от концентрации [5-7].

Были исследованы зависимости вязкости, рН, электропроводимости, поверхностного натяжения от концентрации растворов ВРП «Госсфлок» (0,01-5%).

Результаты измерения вязкости (η), электропроводимости (χ), рН, оптической плотности (D) в зависимости от концентрации представлены в таблице 1. Полученные значения сопоставлялись с растворами известного полиэлектролита КО-1.

Таблица 1
 Изменение физико- коллоидных свойств растворов ВРП в зависимости от их концентрации

Концентрация полиэлектролитов	Структурная вязкость	Удельная электропроводимость	рН	Оптическая плотность
КО-1				
0,01	0,153	4,2	10,51	0,001
0,03	0,155	8,9	10,67	0,003
0,05	0,199	17,2	10,79	0,005
0,1	0,254	37,9	11,13	0,03
0,3	0,286	113,5	11,25	0,08
0,5	0,346	149,3	11,57	0,1
1,0	0,624	300,9	12,35	0,2
3,0	0,866	919,5	12,69	0,3
5,0	1,683	1515,5	13,52	0,3
Госсфлок				
0,01	0,134	3,9	10,57	0,81
0,03	0,164	7,9	10,65	0,89
0,05	0,180	15,9	10,80	0,91
0,1	0,257	38,3	12,15	1,0
0,3	0,322	111,9	12,95	1,2
0,5	0,390	115,5	13,15	1,2
1,0	0,745	256,7	13,67	1,3
3,0	1,558	729,5	13,95	1,55
5,0	2,376	1315,7	14	2,0

Из данных таблицы 1 видно, что при одинаковых концентрациях ПЭ (от 0,01 до 5%) структурная вязкость раствора полимера «Госсфлок» выше, чем у известного полиэлектролита КО-1. По нашему мнению, это может быть связано с увеличением числа циклических имидных групп, приводящим к увеличению молекулярной массы в результате процесса взаимодействия госсиполовой смолы с ПАН, что подтверждается ИК-спектроскопическими данными. Кроме того, взаимодействие с госсиполовой смолой может происходить по механизму образования мостичных имидных групп и водородных связей по спиртовым ОН-группам между соседними макромолекулами ПАН, что также приводит к увеличению вязкости раствора [6-8].

Для определения влияния функционального состава и наличия карбоксилатных групп в транс-положении на реологические свойства водных растворов, синтезированных ВРП была исследована зависимость

эффективной вязкости от напряжения сдвига для водных растворов ВРП «Госсфлок» и ВРП «КО-1». Результаты исследований приведены на рисунках 4 и 5.

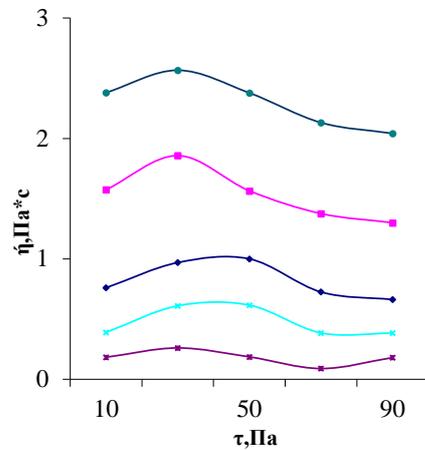


Рис. 4. Зависимость эффективной вязкости η (Па*с) водных растворов ВРП «Госсфлок» от напряжения сдвига τ (Па)

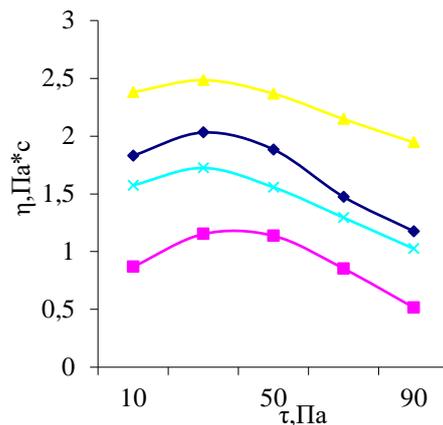


Рис. 5. Зависимость эффективной вязкости η (Па*с) водных растворов ВРП от напряжения сдвига τ (Па)

Для оценки интенсивности межмолекулярного взаимодействия макромолекул в растворах синтезированных модифицированных сополимеров целесообразно применить температурный коэффициент вязкости неразрушенных структур. Определяя η при различных температурах была вычислена кажущаяся энергия активации вязкого течения по уравнению:

$$E = \frac{337,5(\lg \eta_{25} - \lg \eta_{50})}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} \quad (1)$$

Значение E предопределяется как интенсивностью межмолекулярного взаимодействия, так и подвижностью макромолекулярных цепей в водном растворе. Меньший запас энергии активации вязкого течения растворов негидролизированных форм синтезированных ВРП можно объяснить большей подвижностью полимерных цепей и сравнительно низкой интенсивностью межмолекулярного взаимодействия [9-11].

Разработка водорастворимых полимеров на основе госсиполовой смолы показала многообещающие результаты, которые открывают новые перспективы для их применения в различных областях.

Увеличение прочности и эластичности полимеров может быть связано с оптимизацией процесса полимеризации и выбором адекватных модификаторов. Такие улучшения делают полимеры более конкурентоспособными по сравнению с традиционными упаковочными материалами, что открывает возможности для их использования в более широком диапазоне приложений, где требуется сочетание прочности и гибкости.

Высокая растворимость в воде является одним из наиболее значительных достижений данного исследования. Это свойство позволяет использовать полимеры в водных системах, что особенно важно для экологически чистых технологий. Тем не менее, необходимо учитывать, что высокая растворимость может ограничивать использование полимеров в некоторых условиях, например, в средах с высокой влажностью.

Результаты тестов на клеточных культурах подтверждают, что модифицированные полимеры имеют низкую токсичность и высокую биосовместимость, что делает их подходящими для медицинских приложений, таких как упаковка для лекарств или создание биосовместимых пленок. Это открывает новые горизонты для использования данных полимеров в области фармацевтики и биомедицинских технологий.

Быстрая биodeградация полимеров в условиях окружающей среды является важным аспектом для устойчивого развития и уменьшения негативного влияния пластиковых отходов. Данные об уровне деградации свидетельствуют о том, что полученные полимеры могут быть частью экологически безопасных решений, что отвечает современным требованиям устойчивого развития.

Положительные результаты тестирования в качестве упаковочных материалов и медицинских изделий подтверждают, что полученные полимеры могут занять свою нишу на рынке. Однако для коммерческого внедрения необходимы дополнительные исследования, включая масштабирование процессов производства и оценку долговечности полимеров в реальных условиях эксплуатации.

Заключение. Разработка водорастворимых полимеров на основе госсиполовой смолы продемонстрировала высокую эффективность и многообещающие результаты, которые открывают новые возможности для применения в различных отраслях. Исследования подтвердили успешную модификацию госсиполовой смолы, что привело к созданию полимеров с улучшенными механическими свойствами, высокой растворимостью и хорошей биосовместимостью.

Полученные полимеры обладают потенциалом для использования в упаковочных материалах, фармацевтике и биомедицинских технологиях, что соответствует современным требованиям к экологической безопасности и устойчивому развитию. Быстрая биodeградация этих полимеров

дополнительно подчеркивает их экологические преимущества и способность снизить негативное воздействие пластиковых отходов на окружающую среду.

Таким образом, реологические исследования позволили оценить структурированность водных растворов синтезированного модифицированного сополимера «Госсфлок».

Взаимосвязь структурирования в водных растворах сополимеров с их взаимодействием на дисперсную фазу относительно нейтральных минеральных систем представляет практический интерес.

Список литературы

1. Kumar S., Gupta V. Recent Advances in Biodegradable Polymers: Properties and Applications // Journal of Materials Science & Technology. – 2020. – No. 36(5). – P. 1123-1135.
2. Li Y., Wang J. Modification of Natural Resins for Enhanced Performance // Polymer Reviews. – 2018. – No. 58(2). – P. 271-295.
3. Gao Y., Zhang Z. Water-Soluble Polymers from Renewable Resources: Synthesis and Applications // Green Chemistry. – 2021. – No. 23(8). – P. 2945-2961.
4. Huang W., Chen Y. Gossypol-Based Polymers: Synthesis, Properties, and Applications // Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry. – 2019. – No. 57(2). – P. 148-159.
5. Dumont M.J., Dufresne A. Sustainable Polymers from Plant Biomass // Journal of Renewable Materials. 2022. – No. 10(4). – P. 747-762.
6. Sastry S.K., Singh V. Characterization and Applications of Natural Polymer Blends // Carbohydrate Polymers. – 2023. – No. 276. – P. 118780.
7. Zhao Y., Jiang L. Biodegradable Polymers: Properties and Environmental Impact // Environmental Science & Technology. – 2020. – No. 54(18). – P. 11812-11824.
8. Cheng Z., Wu Q. Recent Developments in Water-Soluble Polymers for Biomedical Application // Materials Science and Engineering: C. – 2021. – No.118. – P. 111562.
9. Bai X., Zhang J. Gossypol Derivatives as Potential Biomaterials: A Review // International Journal of Biological Macromolecules. – 2019. – No. 128. – P. 245-256.
10. Davis J.M., Parker C. Green Chemistry Approaches to Polymer Synthesis // Green Chemistry. – 2022. – No. 24(9). – P. 3681-3700.
11. Zhurinov M.Zh., Nadirov K.S., Prikhodko N.A., Amambaeva K.V. Elektrosvostanovleniye gossipola v vodno-shchelochnykh sredakh [Electroreduction of gossypol in aqueous-alkaline media] // Science and Education of South. Kazakhstan. – 1998. – No. 3 (10). – P. 23-25. [in Russian].

Данная статья опубликована в рамках программно-целевого финансирования научного проекта № BR18574207 «Разработка технологии утилизации твердо бытовых и органических отходов путем комплексной их переработки для решения региональных экологических проблем» Комитета науки МНВО РК.

Материал поступил в редакцию 23.09.24, принят 09.01.25.

**Т.К. Акилов¹, Н.Н. Исабаев¹, Р.Р. Ашанбаева¹,
А.А. Кадирбеков¹, Т.А. Имангалиев¹, Б.Б. Туракулов¹**

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

ГОССИПОЛ ШАЙЫРЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕГІ СУДА ЕРІГІШ ПОЛИМЕРЛЕРДІ ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада негізгі компонент ретінде госсиполды шайырды қолдану арқылы суда еритін полимерлерді синтездеу әдістері қарастырылады. Алынған полимерлердің ерігіштік дәрежесі, механикалық қасиеттері және биоүйлесімділігі сияқты сипаттамалары талқыланады. Мұндай полимерлерді әртүрлі салаларда, соның ішінде фармацевтика мен ауыл шаруашылығында қолдану мүмкіндігі зерттелді. Нәтижелер госсипол шайыры негізіндегі суда еритін полимерлер экологиялық таза және функционалды материалдарды жасау үшін инновациялық шешім бере алатынын көрсетеді. СЕП синтезі жүргізілді, ол госсипол шайыры мен ПАН негізіндегі полимерлеу арқылы уақытша «Госсфлок» деп аталды. Мақсатты заттың шығымдылығына негізгі факторлардың әсері бойынша зерттеулер жүргізілді: бастапқы заттардың қатынасы; температура; натрий гидроксиді концентрациясы.

Тірек сөздер: госсипол шайыры, суда еритін полимерлер, глицеридтер, май қышқылдары, полиэлектролит.

**T.K. Akilov¹, N.N. Isabaev¹, R.R. Ashanbaeva¹,
A.A. Kadirbekov¹, T.A. Imangaliev¹, B.B. Turakulov¹**

¹South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan

DEVELOPMENT OF WATER-SOLUBLE POLYMERS BASED ON GOSSYPOL RESIN

Abstract. This paper discusses methods for synthesizing water-soluble polymers using gossypol resin as the main component. The characteristics of the obtained polymers, such as solubility, mechanical properties and biocompatibility, are discussed. The possibility of using such polymers in various fields, including pharmaceuticals and agriculture, is studied. The results show that water-soluble polymers based on gossypol resin can become an innovative solution for creating environmentally friendly and functional materials. A synthesis of water-soluble polymers, which was conventionally called "Gossflock", was carried out by polymerization based on gossypol resin and PAN. Studies were conducted on the influence of the main factors on the yield of the target substance: the ratio of the starting materials; temperature; sodium hydroxide concentration.

Keywords: gossypol resin, water-soluble polymers, glycerides, fatty acids, polyelectrolyte.