ПРОВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛАМИДА И ИТАКОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Алламуратова Анаргул Султамуратовна
Каракалпакский государственный университет им. Бердаха доктор философии по химическим наукам(PhD),доцент,
E-mail: anargulallamuratova@gmail.com
Шарипова Айшагул Ибраимовна
Каракалпакский государственный университет им. Бердаха Кандидат химических наук, доцент
Абдикамалава Азиза Бахтияровна
Институт общей и неорганической химии АНРУз Доктор химических наук, профессор
Кошмуратова Айымхан Бердибай кызы
Каракалпакский государственный университет им. Бердаха магистрант
Токтарбаева Шахноза Жумамурат кызы
Каракалпакский государственный университет им. Бердаха магистрант

Аннотация. В данной статье показано важных исследования по синтезу сополимеров акриламида и итаконовой кислоты играют важную роль в современной полимерной химии. Эти материалы обладают уникальными свойствами, которые находят применение в таких областях, как медицина, сельское хозяйство, водоочистка и производство наноматериалов. Интерес к этим сополимерам объясняется их высокой функциональностью и биоразлагаемостью. Кроме того, они могут образовывать гидрогели, что делает их перспективными для создания "умных" материалов с контролируемым высвобождением лекарств и разработки экологически чистых агротехнологий.

Ключевые слова: Полиэлектролит (ПЭ), структурообразователей почв, сополимер акриламида, итаконовой кислоты, синтез, почва.

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy polimer kimyosida muhim rol o'ynaydigan akrilamid-itakon kislotasi kopolimerlarini sintez qilish bo'yicha muhim tadqiqotlar keltirilgan. Ushbu materiallar tibbiyot, qishloq xo'jaligi, suvni tozalash va nanomateriallar ishlab chiqarish kabi sohalarda qo'llaniladigan noyob xususiyatlarga ega. Ushbu kopolimerlarga qiziqish ularning yuqori funksionalligi va biologik parchalanishi bilan bog'liq. Bundan tashqari, ular gidrogellarni hosil qilishi mumkin, bu ularni nazorat ostida dori vositalarini chiqarishga ega "aqlli" materiallarni yaratish va ekologik toza qishloq xo'jaligi texnologiyalarini rivojlantirish uchun istiqbolli qiladi.

ISSN 3030-3907

Kalit so'zlar: Polielektrolit (PE), tuproq tuzilishini hosil qiluvchi moddalar, akrilamid-itakon kislotasi kopolimeri, sintez, tuproq.

Abstract. This article presents important research on the synthesis of acrylamide-itaconic acid copolymers, which play a key role in modern polymer chemistry. These materials possess unique properties that find application in fields such as medicine, agriculture, water treatment, and nanomaterial production. Interest in these copolymers is due to their high functionality and biodegradability. Furthermore, they can form hydrogels, making them promising for the creation of "smart" materials with controlled drug release and the development of environmentally friendly agricultural technologies.

Keywords: Polyelectrolyte (PE), soil structure formers, acrylamide-itaconic acid copolymer, synthesis, soil.

Введение.

Актуальность фундаментальных исследований в этом направлении обусловлена потребностью в разработке эффективных и безопасных материалов, способных удовлетворить растущие потребности общества и промышленности. В этом контексте, изучение процессов синтеза и характеристики получаемых сополимеров представляет большой научный и практический интерес, открывая новые возможности для инновационных разработок.

Метод и исследование. Существующие исследования указывают на то, что процесс полимеризации акриламида обычно осуществляется с использованием водных растворов концентрацией 6-8 %. В наших экспериментах были применены водные растворы акриламида (АА) с концентрацией 10.

Для синтеза сополимера акриламида, обладающего заданными составом и структурой, была проведена радикальная полимеризация в водных растворах АА и итаконовой кислоты (ИК) в условиях, созданных как естественным pH мономеров, так и в условиях слабо- и сильнощелочных сред. Процесс сополимеризации проходил при температурном диапазоне от 20 до 60°C с использованием концентраций инициаторов в диапазоне 0,01-0,2% от массы мономеров, при этом мольное соотношение персульфата к сульфиту составляло 1:1. Мольное соотношение исходных мономеров, а именно ИК к АА, изменялось от 1:5 до 1:10, при этом pH растворов варьировался от 1,78 до 2,21.

Процесс синтеза выполнялся следующим образом: в колбу круглого дна объемом 300 мл, оснащенную системой для введения азота, термометром, мешалкой и рефлюксным конденсатором, добавляли 100 см3 раствора с акриламидом (АА), итаконовой кислотой (ИК) и инициаторами.

ISSN 3030-3907

Реакционная смесь продувалась азотом для вытеснения кислорода. Для регулировки давления внутри сосуда использовалось точное дозирование азота и его выведение. Эту смесь инкубировали в термостатированной среде от 1 до 6 часов при температуре от 20 до 60°C с непрерывным перемешиванием. Исходный pH раствора был 2,4. В результате проведения реакции формировалась вязкая, однородная, прозрачная масса с pH в диапазоне 2,1-2,2.

Синтезированный сополимер извлекался из реакционной смеси путем постепенного добавления ацетона при комнатной температуре до полного выпадения в осадок. Осадок отделяли от жидкой фазы, промывали ацетоном и сушили под вакуумом до достижения постоянного веса, после чего определяли выход и состав полимера. Содержание остаточных мономеров измерялось с использованием бромид-броматного метода [1].

Исследования [2] демонстрируют, что оптимальное содержание акриламида (АА) в реакционной смеси составляет 10%, при этом доля инициатора не должна превышать 0,1% от общей массы мономера. Для достижения наибольшей вязкости полиакриламидных растворов рекомендуется поддерживание температуры полимеризации на уровне 45 ± 1°C. Добавление итаконовой кислоты в смесь существенно влияет на скорость полимеризации акриламида, требуя повышения температуры до 45-50°C для обеспечения должной вязкости реакционной среды, что объясняется увеличением количества функциональных групп и изменением структуры макромолекул. Аналогичные наблюдения были сделаны при сополимеризации АА с другими ненасыщенными кислотами [2], указывая на то, что увеличение вязкости может быть связано с нарастанием числа структурообразующих групп вдоль полимерной цепи. Для получения высокомолекулярных сополимеров с высоким выходом процесс должен проводиться при температуре не ниже 50°C.

В предварительных экспериментах [3] наблюдалось уменьшение эффективности полимеризации акриламида при повышении температуры свыше 45°C из-за возрастания пропорции продуктов с низким молекулярным весом и олигомеров. Для достижения оптимального количества высокомолекулярных полимерных цепей необходимо сохранять соотношение акриламида к общему количеству $K_2S_2O_8$ и Na_2SO_3 на уровне 0,05%, что эквивалентно приблизительно 0,1%. Влияние смеси инициаторов на процессы сополимеризации и полимеризации акриламида сходно. Концентрация инициирующих веществ в 0,05% способствует формированию сополимеров с высоким молекулярным весом, но для этого необходимо увеличить длительность процесса до более чем 4,5 часов по сравнению с 3

ISSN 3030-3907

часами для полимеризации акриламида. Повышение концентрации инициатора до 0,15% ускоряет полимеризацию, продлевает активную фазу процесса и сокращает время до 2,5-3 часов, увеличивая при этом эффективность сополимеризации с 84,5% до 95,9%.

В процессе сополимеризации с использованием 0,1% инициатора образуется плотный, гомогенный, прозрачный продукт с pH равным 2,11, достигаемым при соотношении мономеров итаконовой кислоты и акриламида 1:5. Увеличение пропорции акриламида до 10 моль на моль итаконовой кислоты лишь незначительно повышает pH на 0,07. В этих условиях сополимеры, в отличие от чистого полиакриламида, демонстрируют хорошую растворимость в воде.

С целью исследования воздействия pH среды на характеристики процесса и характеристики получаемых сополимеров, последующие эксперименты по сополимеризации итаконовой кислоты (ИК) с акриламидом (АА) были проведены в аналогичных условиях, но с предварительным созданием слабощелочной среды (pH=8) путем добавления 10% раствора гидроксида натрия (2ААИК).

Исследования подтвердили, что воздействие pH среды оказывает сильное воздействие на выход реакции сополимеризации в сравнении с полимеризацией акриламида. Например, синтезированный полимер АА при pH=8,1 имел практически идентичную молекулярную массу по сравнению с реакцией при pH=2,4 [2], однако его выход в виде полимерных продуктов, не растворимых в ацетоне, составил 94,5%, в то время как в кислой среде этот выход составил 85,8%. Эти данные показывает, что повышение концентрации OH- ионов в реакционной смеси меняет кинетику процесса, увеличивается начальная скорость реакции и резко повышается выход реакции сополимеризации в начальный стадии.

Процессы синтеза были выполнены в среде с высоким значением pH, равным 11. Для достижения нейтрализации карбоксильных групп и частичного гидролиза амидных функций использовалось определенное количество NaOH. В ходе сополимеризации было зафиксировано формирование однородной, прозрачной и плотной полимерной массы.

Обнаружено, что повышение концентрации итаконовой кислоты в смеси снижает эффективность получения сополимера, как демонстрируется на графике 3.1. Считается, что это связано с образованием комплексов между мономерами итаконовой кислоты и акриламида в кислотной среде, которые из-за образования водородных связей и других типов взаимодействий менее активно участвуют в процессе сополимеризации. Известно также, что итаконовая кислота, аналогично другим ненасыщенным кислотам, таким как

ISSN 3030-3907

метакриловая и фумаровая, слабо подвергается радикальной гомополимеризации из-за значительного электронного и стерического препятствия, вызванного близким расположением карбоксильных групп. Предполагается, что именно эти взаимодействия ведут к уменьшению количества продукта с высокой молекулярной массой и увеличению доли продуктов с низкой молекулярной массой и олигомеров в системе.

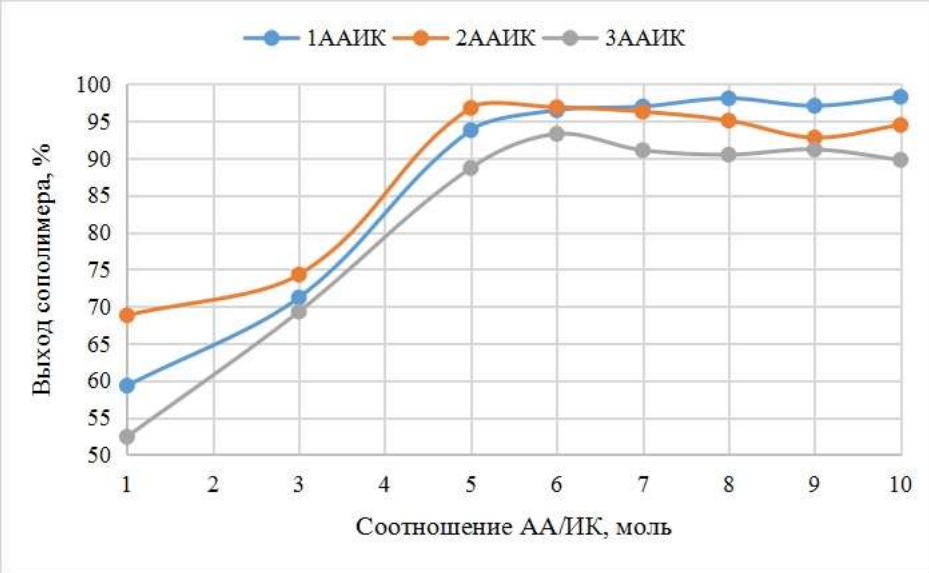


Рис. 1. Зависимость выхода сополимера при различных значениях ИК:АА.

На основе рис. 1. можно увидеть, что для всех трёх сополимеров (1ААИК, 2ААИК, 3ААИК) наблюдается тенденция увеличения выхода сополимера с ростом соотношения АА/ИК. Это указывает на то, что увеличение доли акриламида в соотношении с итаконовой кислотой положительно влияет на количество получаемого сополимера.

Сополимер 1ААИК показывает наибольший выход при всех измерениях соотношения АА/ИК, начиная со значения X=5 и выше, достигая пика при X=5,5-6. Это может свидетельствовать о наиболее оптимальной рецептуре для данного типа сополимера.

Сополимер 2ААИК, в целом, демонстрирует более высокий выход при более низких значениях X (от 1 до 3), но с увеличением соотношения АА/ИК его выход начинает снижаться после достижения максимума при X=5-5,5. Это может указывать на то, что для сополимера 2ААИК оптимальное соотношение АА/ИК находится в данном диапазоне. Лучшие результаты по выходу сополимера и его вязкости были достигнуты при соотношении мономеров итаконовой кислоты к акриламиду в пределах от 1:5,5 до 1:6,0, при этом выход сополимера составил около 96,81%. Этот сополимер был обозначен как 1АА:ИК-5,5. Главный компонент в полученном продукте

ISSN 3030-3907

составлял не менее 99,1% от общей массы, при этом полимер имел светло-желтую или почти белую окраску.

ВЫВОД. Сополимер 3ААИК показывает наименьший выход среди всех сополимеров при большинстве значений X, что может свидетельствовать о том, что данное соотношение АА/ИК является менее эффективным для синтеза сополимера или что процесс сополимеризации для этого соотношения может иметь особенности, требующие дополнительного изучения. В этих условиях также был достигнут повышенный выход сополимеров при мольном соотношении исходных мономеров 1:5÷6, при этом выход сополимера достиг 95,87%. Данный образец был идентифицирован как 3АА:ИК-5,5.

Сополимеры 1ААИК и 2ААИК демонстрируют более стабильные высокие значения выхода при увеличении соотношения АА/ИК, в то время как 3ААИК показывает более низкие и более колеблющиеся значения. Это может указывать на большую чувствительность процесса сополимеризации для 3ААИК к изменению соотношения мономеров.

В целом, можно заключить, что соотношение акриламида к итаконовой кислоте имеет значительное влияние на выход сополимера, и для каждого типа сополимера существует своё оптимальное соотношение для достижения максимального выхода продукта.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. GOST 11034-82 polyamides. Method for determining the number of viscosity of dilute solutions.

2. Kurenkov V.F., Verizhnikova A.S., Myagchenkov V.A. Features of inversion emulsion polymerization of acrylamide in the presence of Tuon and the initiating system $K_2S_2O_8$-$Na_2S_2O_5$. High-molecular compounds. Vol. XXVIII. 1986. No. 3. pp. 488-492.

3. A.Allamuratova., O.Tanatarov., A.Abdikamalova., A.Sharipova., Sh.Kuldasheva. Synthesis of acrylamide copolymers with improved viscosity characteristics. Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology. 9 (11) 2024 pp. 156-164.

ISSN 3030-3907