

DOI: 10.32864/polymmattech-2025-11-4-37-46

УДК 541.64:541.49:544.6.018.47-036.5

## ПОЛУЧЕНИЕ ПРИВИТЫХ СОПОЛИМЕРОВ КРАХМАЛА КАРТОФЕЛЬНОГО С ГИДРОФИЛЬНЫМИ АКРИЛОВЫМИ МОНОМЕРАМИ МЕТОДОМ РАДИКАЛЬНОЙ ФРОНТАЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Е. К. ФОМИНА<sup>1,2+</sup>, И. А. КЛИМОВЦОВА<sup>1</sup>, Е. В. ГРИНЮК<sup>1,2</sup>, Д. Л. КУДРЯВСКИЙ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем», ул. Ленинградская, 14, 220006, г. Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, пр-т Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

*Цель работы — получение привитых сополимеров крахмала с гидрофильными акриловыми мономерами: акриламидом и 2-акриламидо-2-метилпропансульфокислотой методом свободнорадикальной полимеризации во фронтальном режиме, подбор условий синтеза (типа иницирующей системы и сшивающего агента, концентраций и мольных отношений реагентов).*

*Синтезированы сополимеры крахмала картофельного с акриламидом и смесью двух мономеров: акриламидом и 2-акриламидо-2-метилпропансульфокислотой методом прививочной радикальной полимеризации во фронтальном режиме. В качестве инициатора полимеризации использовали персульфат аммония, а сшивающего агента — N, N'-метилден-бис-акриламид. Определены концентрации и мольные отношения крахмала и мономеров, при которых сополимеризация осуществляется во фронтальном режиме. Установлено влияние концентрации иницирующей системы, природы акриловых мономеров, концентраций и мольных отношений реагентов на температуру и скорость распространения фронта. Установлено, что фронтальная сополимеризация крахмала с акриламидом протекает при более высокой температуре и с большей скоростью распространения фронта, чем со смесью акриламида с 2-акриламидо-2-метилпропансульфокислотой. Наибольшая скорость движения фронта, пропорциональная скорости реакции сополимеризации, установлена при концентрации инициатора 2,5 мас.%. Определены водопоглощающая способность и реологические свойства полученных гидрогелей в зависимости от концентрации инициатора и природы мономера.*

**Ключевые слова:** фронтальная полимеризация, картофельный крахмал, акриламид, 2-акриламидо-2-метилпропансульфокислота, привитые сополимеры.

---

<sup>+</sup>Автор для переписки. E-mail: famina@bsu.by

**Для цитирования:**

Фомина Е. К., Климовцова И. А., Гринюк Е. В., Кудрявский Д. Л. Получение привитых сополимеров крахмала картофельного с гидрофильными акриловыми мономерами методом радикальной фронтальной полимеризации // Полимерные материалы и технологии. 2025. Т. 11, № 4. С. 37–46. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-4-37-46>

---

<sup>+</sup>Author for correspondence. E-mail: famina@bsu.by

**For citation:**

Fomina E. K., Klimovtsova I. A., Grinyuk E. V., Kudryavsky D. L. Poluchenie privitykh sopolimerov krakhmala kartofel'nogo s gidrofil'nymi akrilovymi monomerami metodom radikal'noy frontal'noy polimerizatsii [Synthesis of grafted copolymers of potato starch with hydrophilic acrylic monomers by radical frontal polymerization method]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2025, vol. 11, no. 4, pp. 37–46. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-4-37-46>

# SYNTHESIS OF GRAFTED COPOLYMERS OF POTATO STARCH WITH HYDROPHILIC ACRYLIC MONOMERS BY RADICAL FRONTAL POLYMERIZATION METHOD

E. K. FOMINA<sup>1,2+</sup>, I. A. KLIMOVTSOVA<sup>1</sup>, E. V. GRINYUK<sup>1,2</sup>, D. L. KUDRYAVSKY<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Research Institute for Physical Chemical Problems of the Belarusian State University, Leningradskaja St., 14, 220006, Minsk, Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State University, Nezavisimosti Ave., 4, 220030, Minsk, Belarus

*The aim of the study is to obtain graft copolymers of starch with hydrophilic acrylic monomers: acrylamide and 2-Acrylamido-2-methylpropane sulfonic acid via the frontal free radical polymerization method, as well as selection of the synthesis conditions (type of initiating system and crosslinking agent, concentrations and molar ratios of the components).*

*Copolymers of potato starch with acrylamide and a mixture of two monomers: acrylamide and 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid were synthesized by graft radical polymerization in frontal mode. Ammonium persulfate was used as polymerization initiator and N, N'-methylene-bis-acrylamide as crosslinking agent. Concentrations and molar ratios of starch and monomers at which copolymerization is carried out in the frontal mode were determined. The influence of concentration of initiating system, nature of acrylic monomers, concentrations and molar ratios of reagents on the temperature and frontal propagation rate was established. It was established that frontal copolymerization of starch with acrylamide occurs at a higher temperature and with a higher front propagation speed than with a mixture of acrylamide and 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid. The highest front velocity proportional to the copolymerization reaction rate was found at the initiator concentration — 2.5 wt.%. The water absorption capacity and rheological properties of the obtained hydrogels depending on the initiator concentration and the nature of the monomer were determined.*

**Keywords:** frontal polymerization, potato starch, acrylamide, 2-acrylamido-2-methylpropanesulfonic acid, graft copolymers.

Поступила в редакцию 20.11.2025

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)  
Full text of articles can be purchased from the editorial office

Адрес редакции: ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь  
Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Address: Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus  
Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: [polmattex@gmail.com](mailto:polmattex@gmail.com)  
Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

## Литература

1. Vega-Hernández M. Á., Cano-Díaz G. S., Vivaldo-Lima E., Rosas-Aburto A., Hernández-Luna M. G., Martínez A., Palacios-Alquisira J., Mohammadi Y., Penlidis A. Review on the synthesis, characterization, and modeling of polymer grafting // *Processes*, 2021, vol. 9, is. 2. doi: 10.3390/pr9020375
2. Kumar D., Pandey J., Raj V., Kumar P. A review on the modification of polysaccharide through graft copolymerization for various potential applications // *The Open Medicinal Chemistry Journal*, 2017, vol. 11, pp. 109–126. doi: 10.2174/1874104501711010109
3. Yahaya S., Adiya Z. I. S. G., Adamu S. S., Bature H. B., Ibrahim I. B. Preparation of starch-g-acrylamide hydrogel, swelling behaviour and potential application in removal of rhodamine B and alkali blue dyes // *Nigerian Journal of Technological Development*, 2021, vol. 18, no. 2, pp. 82–91. doi: 10.4314/njtd.v18i2.3
4. Соломевич Е. О., Гринюк Е. В., Круль Л. П. Стабилизация фронта при фронтальной сополимеризации акриламида с акрилатом натрия в водных растворах // *Журнал Белорусского государственного университета. Химия*. 2020. № 1. С. 40–47. doi: 10.33581/2520-257X-2020-1-40-47
5. Suslick B. A., Hemmer J., Groce B. R., Stawiasz K. J., Geubelle P. H., Malucelli G., Mariani A., Moore J. S., Pojman J. A., Sottos N. R. Frontal Polymerizations: From Chemical Perspectives to Macroscopic Properties and Applications // *Chem. Rev.*, 2023, vol. 123, is. 6, pp. 3237–3298. doi: 10.1021/acs.chemrev.2c00686
6. Nuvoli L., Sanna D., Alzari V., Nuvoli D., Sanna V., Malfatti L., Mariani A. Double responsive copolymer hydrogels prepared by frontal polymerization // *J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.*, 2016, vol. 54, is. 14, pp. 2166–2170. doi: 10.1002/pola.28087

7. Tsegay N. M., Du X.-Y., Liu S.-S., Wang C.-F., Chen S. Frontal polymerization for smart intrinsic self-healing hydrogels and its integration with microfluidics // *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 2018, vol. 56, is. 13, pp. 1412–1423. doi: 10.1002/pola.29022
8. Ghazinezhad M., Bozorgian A., Dastnaei P. G. A Review of Frontal Polymerization in the Chemical Industry // *Int. J. New. Chem.*, 2022, vol. 9, is. 4, pp. 285–308. doi: 10.22034/IJNC.2022.4.12
9. Fan S., Liu S., Wang X.-Q., Wang C.-F., Chen S. Laser-Ignited Frontal Polymerization of Shape-Controllable Poly(VI-Co-AM) Hydrogels Based on 3D Templates toward Adsorption of Heavy Metal Ions // *Appl. Phys. A: Mater. Sci. Process.*, 2016, vol. 122, is. 6, pp. 598–607. doi: 10.1007/s00339-016-0094-8
10. Ziaee M., Yourdkhani M. Bubble-Free Frontal Polymerization of Acrylates via Redox-Initiated Free Radical Polymerization // *Polymers*, 2024, vol. 16. doi: 10.3390/polym16192830
11. Chen Su, Hu T., Tian Y., Chen Li, Pojman J. A. Facile Synthesis of Poly(hydroxyethyl Acrylate) by Frontal Free-Radical Polymerization // *Journal of Polymer Science: Part A: Polymer Chemistry*, 2007, vol. 45, is. 5, pp. 873–881. doi: 10.1002/pola.21865
12. Yan Q.-Z., Zhang W.-F., Lu G.-D., Su X.-T., Ge C.-C. Frontal polymerization synthesis of starch-grafted hydrogels: effect of temperature and tube size on propagating front and properties of hydrogels // *Chem. Eur. J.*, 2006, vol. 12, pp. 3303–3309. doi: 10.1002/chem.200500970

## References

1. Vega-Hernández M. Á., Cano-Díaz G. S., Vivaldo-Lima E., Rosas-Aburto A., Hernández-Luna M. G., Martínez A., Palacios-Alquisira J., Mohammadi Y., Penlidis A. Review on the synthesis, characterization, and modeling of polymer grafting. *Processes*, 2021, vol. 9, is. 2. doi: 10.3390/pr9020375
2. Kumar D., Pandey J., Raj V., Kumar P. A review on the modification of polysaccharide through graft copolymerization for various potential applications. *The Open Medicinal Chemistry Journal*, 2017, vol. 11, pp. 109–126. doi: 10.2174/1874104501711010109
3. Yahaya S., Adiya Z. I. S. G., Adamu S. S., Bature H. B., Ibrahim I. B. Preparation of starch-g-acrylamide hydrogel, swelling behaviour and potential application in removal of rhodamine B and alkali blue dyes. *Nigerian Journal of Technological Development*, 2021, vol. 18, no. 2, pp. 82–91. doi:10.4314/njtd.v18i2.3
4. Solomevich E. O., Grinyuk E. V., Krul' L. P. Stabilizatsiya fronta pri frontal'noy sopolimerizatsii akrilamida s akrilatom natriya v vodnykh rastvorakh [Stabilization of the front at frontal copolymerization of acrylamide with sodium acrylate in aqueous solutions]. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Khimiya* [Journal of the Belarusian State University. Chemistry], 2020, no. 1, pp. 40–47. doi: 10.33581/2520-257X-2020-1-40-47
5. Suslick B. A., Hemmer J., Groce B. R., Stawiasz K. J., Geubelle P. H., Malucelli G., Mariani A., Moore J. S., Pojman J. A., Sottos N. R. Frontal Polymerizations: From Chemical Perspectives to Macroscopic Properties and Applications. *Chem. Rev.*, 2023, vol. 123, is. 6, pp. 3237–3298. doi: 10.1021/acs.chemrev.2c00686
6. Nuvoli L., Sanna D., Alzari V., Nuvoli D., Sanna V., Malfatti L., Mariani A. Double responsive copolymer hydrogels prepared by frontal polymerization. *J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.*, 2016, vol. 54, is. 14, pp. 2166–2170. doi: 10.1002/pola.28087
7. Tsegay N. M., Du X.-Y., Liu S.-S., Wang C.-F., Chen S. Frontal polymerization for smart intrinsic self-healing hydrogels and its integration with microfluidics. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 2018, vol. 56, is. 13, pp. 1412–1423. doi: 10.1002/pola.29022
8. Ghazinezhad M., Bozorgian A., Dastnaei P. G. A Review of Frontal Polymerization in the Chemical Industry. *Int. J. New. Chem.*, 2022, vol. 9, is. 4, pp. 285–308. doi: 10.22034/IJNC.2022.4.12
9. Fan S., Liu S., Wang X.-Q., Wang C.-F., Chen S. Laser-Ignited Frontal Polymerization of Shape-Controllable Poly(VI-Co-AM) Hydrogels Based on 3D Templates toward Adsorption of Heavy Metal Ions. *Appl. Phys. A: Mater. Sci. Process.*, 2016, vol. 122, is. 6, pp. 598–607. doi: 10.1007/s00339-016-0094-8
10. Ziaee M., Yourdkhani M. Bubble-Free Frontal Polymerization of Acrylates via Redox-Initiated Free Radical Polymerization. *Polymers*, 2024, vol. 16. doi: 10.3390/polym16192830
11. Chen Su, Hu T., Tian Y., Chen Li, Pojman J. A. Facile Synthesis of Poly(hydroxyethyl Acrylate) by Frontal Free-Radical Polymerization. *Journal of Polymer Science: Part A: Polymer Chemistry*, 2007, vol. 45, is. 5, pp. 873–881. doi: 10.1002/pola.21865
12. Yan Q.-Z., Zhang W.-F., Lu G.-D., Su X.-T., Ge C.-C. Frontal polymerization synthesis of starch-grafted hydrogels: effect of temperature and tube size on propagating front and properties of hydrogels. *Chem. Eur. J.*, 2006, vol. 12, pp. 3303–3309. doi: 10.1002/chem.200500970