

Техническая информация

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-2-79-84>

УДК 678.048:543.575:678.7

ОЦЕНКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ РАСТЕНИЙ ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ПРИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

С. Г. СТЕПИН¹⁺, Е. А. ДИКУСАР², М. А. СТЕПИНА³, Е. А. АКИШИНА², Р. А. РОДИОНОВА³

¹Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, пр. Фрунзе, 27, 210009, г. Витебск, Беларусь

²Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси, ул. Сурганова, 13, 220072, г. Минск, Беларусь

³Витебский государственный медицинский колледж им. академика И. П. Антонова, ул. Правды, 24, 210015, г. Витебск, Беларусь

Цель работы — исследование антиоксидантной активности водных экстрактов растений в процессе полимеризации метакриловой кислоты при помощи dilatометрического метода.

Дилатометрическая система состояла из метакриловой кислоты, диметилформамида и водных экстрактов растений — 5 : 4 : 1. Температура проведения измерений 60 °С, концентрация инициатора — динитрила азоизомасляной кислоты 0,01 моль/л. В качестве объекта исследований использовали водные извлечения из следующих растений: чабрец, ромашка, мята перечная, аир, девясил, душица, шалфей. Количественную оценку антиоксидантной активности растений проводили путем измерения периодов индукции ингибированной полимеризации растворов метакриловой кислоты. Установлено, что водные извлечения исследованных растений проявляют выраженную антиоксидантную активность, которая уменьшается в ряду (периоды индукции, с): мята (4828), шалфей (4413), чабрец (4093), ромашка (4005), душица (3848), аир (3663), девясил (3071), аскорбиновая кислота (1503).

Ключевые слова: полимеризация, dilatометрический метод, метакриловая кислота, период индукции, антиоксидантная активность, природные антиоксиданты.

DILATOMETRIC METHOD FOR ASSESSING ANTI-RADICAL ACTIVITY OF AQUEOUS EXTRACTS OF MEDICINAL PLANTS

S. G. STEPIN¹⁺, E. A. DIKUSAR², M. A. STEPINA³, E. A. AKISHINA², R. A. RODIONOVA³

¹Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Frunze Ave., 27, 210009, Vitebsk, Belarus

²Institute of Physical Organic Chemistry, National Academy of Sciences, Sarganova St., 13, 220072, Minsk, Belarus

³Academician I. P. Antonov Vitebsk State Medical College, Pravdy St., 24, 210015, Vitebsk, Belarus

The purpose of this work is to study the antioxidant activity of aqueous plant extracts during the polymerization of methacrylic acid using the dilatometric method.

The dilatometric system consisted of methacrylic acid, dimethylformamide, and aqueous plant extracts — 5 : 4 : 1. The measurement temperature was 60 °C, and the initiator concentration was 0.01 mol/l of azoisobutyric acid dinitrile. The following were used as the object of research: thyme, chamomile, peppermint, calamus, elecampane, oregano, sage. The antiradical activity of plants was quantified by measuring the induction periods of inhibited polymerization of methacrylic acid solutions. It was found that the aqueous extracts of the studied plants exhibit pronounced antioxidant activity. The antioxidant activity of aqueous extracts of medicinal plants decreases in a series (induction periods, s): mint (4828), sage (4413), thyme (4093), chamomile (4005), oregano (3848), calamus (3663), elecampane (3071), ascorbic acid (1503).

⁺Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: stepins@tut.by

Keywords: polymerization, dilatometric method, methacrylic acid, induction period, antioxidant activity, natural antioxidants.

Поступила в редакцию 10.08.2024

© С. Г. Стёпин, Е. А. Дикусар, М. А. Стёпина, Е. А. Акишина, Р. А. Родионова, 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
Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

Образец цитирования:

Стёпин С. Г., Дикусар Е. А., Стёпина М. А., Акишина Е. А., Родионова Р. А. Оценка антиоксидантной активности водных экстрактов растений дилатометрическим методом при полимеризации метакриловой кислоты // Полимерные материалы и технологии. 2025. Т. 11, № 2. С. 79–84. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-2-79-84>

Citation sample:

Stepin S. G., Dikusar E. A., Stepina M. A., Akishina E. A., Rodionova R. A. Otsenka antioksidantnoy aktivnosti vodnykh ekstraktov rasteniy dilatometricheskim metodom pri polimerizatsii metakrilovoy kisloty [Dilatometric method for assessing anti-radical activity of aqueous extracts of medicinal plants]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2025, vol. 11, no. 2, pp. 79–84. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-2-79-84>

Литература

1. Valero L., Gainche M., Esparcieux C., Delor-Jestin F., Askanian H. Vegetal Polyphenol Extracts as Antioxidants for the Stabilization of PLA: Toward Fully Biobased Polymer Formulation // *ACS Omega*, 2024, vol. 9, is. 7, pp. 7725–7736. doi: 10.1021/acsomega.3c07236
2. Воробьева Е. В. Применение галловой кислоты в качестве антиоксиданта для полиэтилена и его медьсодержащих композитов // *Полимерные материалы и технологии*. 2024. Т. 10, № 3. С. 54–63.
3. Воробьева Е. В. Антиокислительные свойства экстрактов трутовика окаймленного *Fomitopsis pinicola* в составе полиэтиленовых пленок // *Химия растительного сырья*. 2023. № 2. С. 143–151. doi: 10.14258/jcprm.20230211375
4. Kirschweg B., Tátraaljai D., Földes E., Pukánszky B. Natural antioxidants as stabilizers for polymers // *Polymer Degradation and Stability*, 2017, vol. 145, is. 11, pp. 25–40. doi: 10.1016/j.polydegradstab.2017.07.012
5. Plota A., Masek A. Plant-Origin Stabilizer as an Alternative of Natural Additive to Polymers Used in Packaging Materials // *Int. J. Mol. Sci.*, 2021, vol. 22, is. 8. doi: 10.3390/ijms22084012
6. Embuscado M. E. Spices and herbs: Natural sources of antioxidants – a mini review // *Journal of Functional Foods*, 2015, vol. 18, is. 2, pp. 811–819. doi: 10.1016/j.jff.2015.03.005
7. Меньщикова Е. Б., Зенков Н. К., Ланкин В. З., Бондарь И. А., Труфакин В. А. Окислительный стресс. Патологические состояния и заболевания. Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2017. 284 с.
8. Halliwell B., Gutteridge J. *Free Radicals in Biology and Medicine*. UK : Oxford University Press, 2015. 961 p. doi: 10.1093/acprof:oso/9780198717478.001.0001
9. Ляхович В. В., Вавилин В. А., Зенков Н. К., Меньщикова Е. Б. Активированные кислородные метаболиты в монооксидазных реакциях // *Бюллетень СО РАМН*. 2005. № 4 (118). С. 7–12.
10. Чеснокова Н. П., Моррисон В. В., Понукалина Е. В., Афанасьева Г. А., Бизенкова М. Н., Барсуков В. Ю., Морозова О. Л., Полутова Н. В., Жевак Т. Н. О роли активации свободнорадикального окисления в структурной и функциональной дезорганизации биосистем в условиях патологии // *Фундаментальные исследования*. 2009. № 5. С. 122–130.
11. Голиков А. П., Бойцов С. А., Михин В. П., Полумисков В. Ю. Свободнорадикальное окисление и сердечно-сосудистая патология: коррекция антиоксидантами // *Лечащий врач*. 2003. № 4. С. 70–74.
12. Зарубина, И. В. Принципы фармакотерапии гипоксических состояний антигипоксантами – быстродействующими корректорами метаболизма // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. 2002. Т. 1, № 1. С. 19–28.
13. Pitas R. E. Expression of the acetyl low density lipoprotein receptor by rabbit fibroblasts and smooth muscle cells. Up-regulation by phorbol esters // *J. Biol. Chem.*, 1990, vol. 265, pp. 12722–12727.
14. Бобырев В. Н. Свободнорадикальное окисление в патогенезе заболеваний, сопряженных со старением // *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 1989. № 5. С. 90–94.
15. Скулачев В. П. Явления запрограммированной смерти. Митохондрии, клетки и органы: роль активных форм кислорода // *Соровский образовательный журнал*. 2001. Т. 7, № 6. С. 4–10.
16. Андриевская И. А. Свободнорадикальные реакции в организме матерей и новорожденных в условиях герпесной патологии // *Бюл-*

- летень физиологии и патологии дыхания. 2007. Вып. 26. С. 41–43.
17. Шадыро О. И., Сорокин В. Л., Ксендзова Г. А., Савинова О. В., Павлова Н. И., Бореко Е. И. Синтез и противовирусная активность производных стерически затруднённых орто-аминофенолов // Химико-фармацевтический журнал. 2012. Т. 46, № 7. С. 27–30.
 18. Трухачева Т. В., Савинова О. В., Павлова Н. И., Дьячкова Л. В., Бореко Е. И. Изучение противовирусной активности сочетаний ацикловира, циклоцитидинмонофосфата и бутаминофена // Вестник фармации. 2011. № 3 (53). С. 66–73.
 19. Абрамова Ж. И., Оксенгендлер Г. И. Человек и противокислительные вещества. Ленинград : Наука, 1985. 230 с.
 20. Шутова А. Г., Шутова Т. Г., Агабеков В. Е. Антиокислительные свойства экстрактов пряно-ароматических растений семейства Губоцветных // Весті НАН Беларусі. Сер. хім. навук. 2003. № 1. С. 41–47.
 21. Баранова В. С., Русина И. Ф., Гусева Д. А., Прозоровская Н. Н., Ипатова О. М., Касаикина О. Т. Антирадикальная активность растительных экстрактов и их оздоровительно-профилактические комбинации с фосфолипидным комплексом // Биомедицинская химия. 2012. Т. 58, вып. 6. С. 712–726. doi: 10.18097/pbmc20125806712
 22. Хасанов, В. В., Рыжова Г. Л., Мальцева Е. В. Методы исследования антиоксидантов // Химия растительного сырья. 2004. № 3. С. 63–75.
 23. Степин С. Г., Степина О. С., Родионова Р. А. Исследование витаминов-антиоксидантов дилатометрическим методом // Вестник фармации. 2003. № 4 (22). С. 40–44.
 24. Степин С. Г., Степина Е. Л., Коршиков Ф. П. Оценка погрешностей дилатометрического метода исследования инициаторов и номеров // Ученые записки УО ВГУ им. П. М. Машерова. 2003. Т. 2. С. 161–170.
 25. Стёпин С. Г., Родионова Р. А., Стёпина М. А., Дикусар Е. А. Разработка методики определения антирадикальной активности спиртовых настоек лекарственных растений. Сообщение 1 // Вестник фармации. 2020. № 1 (87). С. 74–80.

References

1. Valero L., Gainche M., Esparcieux C., Delor-Jestin F., Askanian H. Vegetal Polyphenol Extracts as Antioxidants for the Stabilization of PLA: Toward Fully Biobased Polymer Formulation. *ACS Omega*, 2024, vol. 9, is. 7, pp. 7725–7736. doi: 10.1021/acsomega.3c07236
2. Vorob'eva E. V. Primenenie gallovooy kisloty v kachestve antioksidanta dlya polietilena i ego med'soderzhashchikh kompozitov [Application of gallic acid as an antioxidant for polyethylene and its copper-containing composites]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymeric materials and technologies], 2024, vol. 10, no. 3, pp. 54–63.
3. Vorob'eva E. V. Antiokislitel'nye svoystva ekstraktov trutovika okaymlennogo Fomitopsis pinicola v sostave polietilenovykh plenek [Antioxidant properties of extracts of tinderberry bordered with Fomitopsis pinicola in the composition of polyethylene films]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of vegetable raw materials], 2023, no. 2, pp. 143–151. doi: 10.14258/jcprm.20230211375
4. Kirschweng B., Tátraaljai D., Földes E., Pukánszky B. Natural antioxidants as stabilizers for polymers. *Polymer Degradation and Stability*, 2017, vol. 145, is. 11, pp. 25–40. doi: 10.1016/j.polydegradstab.2017.07.012
5. Plota A., Masek A. Plant-Origin Stabilizer as an Alternative of Natural Additive to Polymers Used in Packaging Materials. *Int. J. Mol. Sci.*, 2021, vol. 22, is. 8. doi: 10.3390/ijms22084012
6. Embuscado M. E. Spices and herbs: Natural sources of antioxidants – a mini review. *Journal of Functional Foods*, 2015, vol. 18, is. 2, pp. 811–819. doi: 10.1016/j.jff.2015.03.005
7. Men'shchikova E. B., Zenkov N. K., Lankin V. Z., Bondar' I. A., Trufakin V. A. Okislitel'nyy stress: patologicheskie sostoyaniya i zabolevaniya [Oxidative stress: Pathological conditions and diseases]. Novosibirsk : Sibirskoe universitetskoe izdatel'stvo Publ., 2017. 284 p.
8. Halliwell B., Gutteridge J. Free Radicals in Biology and Medicine. UK : Oxford University Press, 2015. 961 p. doi: 10.1093/acprof:oso/9780198717478.001.0001
9. Lyakhovich V. V., Vavilin V. A., Zenkov N. K., Men'shchikova E. B. Aktivirovannyye kislorodnye metabolity v monooksidaznykh reaktsiyakh [Reactive oxygen species during monoxygenase reactions]. *Byulleten' SO RAMN* [Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences], 2005, no. 4, pp. 7–12.
10. Chesnokova N. P., Morrison V. V., Ponukalina E. V., Afanas'eva G. A., Bizenkova M. N., Barsukov V. Yu., Morozova O. L., Polutova N. V., Zhevak T. N. O roli aktivatsii svobodnoradikal'nogo okisleniya v strukturnoy i funktsional'noy dezorganizatsii biosistem v usloviyakh patologii [On the role of activation of free radical oxidation in the structural and functional disorganization of biosystems in pathology]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research], 2009, no. 5, pp. 122–130.
11. Golikov A. P., Boytsov S. A., Mikhin V. P., Polumiskov V. Yu. Svobodnoradikal'noe okislenie i serdechno-sosudistaya patologiya: korrektsiya antioksidantami [Free radical oxidation and cardiovascular pathology: correction by antioxidants]. *Lechashchiy vrach* [Attending physician], 2003, no. 4, pp. 70–74.
12. Zarubina I. V. Printsipy farmakoterapii gipoksicheskikh sostoyaniy antigipoksantami – bystrodeystvuyushchimi korrektorami metabolizma [Principles of pharmacotherapy of hypoxic conditions with antihypoxants – fast-acting correctors of metabolism]. *Obzory po klinicheskoy farmakologii i lekarstvennoy terapii* [Reviews by klin. pharmacol. and targ. therapy], 2002, vol. 1, no. 1, pp. 19–28.
13. Pitas R. E. Expression of the acetyl low density lipoprotein receptor by rabbit fibroblasts and smooth muscle cells. Up-regulation by phorbol esters. *J. Biol. Chem.*, 1990, vol. 265, pp. 12722–12727.
14. Bobyrev V. N. Svobodnoradikal'noe okislenie v patogeneze zabolevaniy, sopryazhennykh so stareniem [Free radical oxidation in the pathogenesis of diseases associated with aging]. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya* [Pathological physiology and experimental therapy], 1989, no. 5, pp. 90–94.
15. Skulachev V. P. Yavleniya zaprogramirovannoy smerti. Mitokhondrii, kletki i organy: rol' aktivnykh form kisloroda [The programmed death phenomena. Mitochondria, cells and organs: role of reactive oxygen species]. *Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal* [Sorosovsky Images. J.], 2001, vol. 7, no. 6, pp. 4–10.
16. Andrievskaya I. A. Svobodnoradikal'nye reaktsii v organizme materey i novorozhdennykh v usloviyakh herpesnoy patologii [Free radical reactions in mothers and newborns with herpes pathology]. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhamiya* [Bulletin of Physiology and Pathology of Breathing], 2007, is. 26, pp. 41–43.
17. Shadyro O. I., Sorokin V. L., Ksendzova G. A., Savinova O. V., Pavlova N. I., Boreko E. I. Sintez i protivovirusnaya aktivnost' proizvodnykh stericheski zatrudnennykh orto-aminofenolov [Synthesis and antiviral activity of sterically hindered o-aminophenol derivatives]. *Khimiko-farmatsevticheskyy zhurnal* [Chemical-Pharmaceutical Journal], 2012, vol. 46, no. 7, pp. 27–30.
18. Trukhacheva T. V., Savinova O. V., Pavlova N. I., D'yachkova L. V., Boreko E. I. Izuchenie protivovirusnoy aktivnosti sochetaniy atsiklovira, tsiklotsitidinmonofosfata i butaminofena [Study of antiviral activity of combinations of acyclovir, cycloctidine monophosphate and butaminophene]. *Vestnik farmatsii* [Bulletin of Pharmacy], 2011, no. 3 (53), pp. 66–72.
19. Abramova Zh. I., Oksengendler G. I. Chelovek i protivookislitel'nye veshchestva [Human and antioxidants]. Ленинград : Nauka Publ., 1985. 280 p.
20. Shutova A. G., Shutova T. G., Agabekov V. E. Antiokislitel'nye svoystva ekstraktov pryano-aromaticheskikh rasteniy semeystva Gubotsvetnykh [Antioxidant properties of extracts of spicy-aromatic plants of the Labiaceae family]. *Vesti NAN Belarusi. Ser. khim. navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Chemical Series], 2003, no. 1, pp. 41–47.

21. Baranova V. S., Rusina I. F., Guseva D. A., Prozorovskaya N. N., Ipatova O. M., Kasaikina O. T. Antiradikal'naya aktivnost' rastitel'nykh ekstraktov i ikh ozdorovitel'no-profilakticheskie kombinatsii s fosfolipidnym kompleksom [The antiradical activity of plant extracts and their health-improving and prophylactic combinations with a phospholipid complex]. *Biomeditsinskaya khimiya* [Biomedical chemistry], 2012, vol. 58, is. 6, pp. 712–726. doi: 10.18097/pbmc20125806712
 22. Khasanov, V. V., Ryzhova G. L., Mal'tseva E. V. Metody issledovaniya antioksidantov [Antioxidant research methods]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 2004, no. 3, pp. 63–75.
 23. Stepin S. G., Stepina O. S., Rodionova R. A. Issledovanie vitaminov-antioksidantov dilatometricheskim metodom [Study of antioxidant vitamins by dilatometric method]. *Vestnik farmatsii* [Bulletin of Pharmacy], 2003, no. 4, pp. 40–44.
 24. Stepin S. G., Stepina E. L., Korshikov F. P. Otsenka pogreshnostey dilatometricheskogo metoda issledovaniya initsiatorov i monomerov [Evaluation of errors in the dilatometric method for the study of initiators and monomers]. *Uchenye zapiski UO VGU im. P. M. Masherova* [Academic notes of VSU], 2003, vol. 2, pp. 161–170.
 25. Stepin S. G., Rodionova R. A., Stepina M. A., Dikusar E. A. Razrabotka metodiki opredeleniya antiradikal'noy aktivnosti spirtovykh nastoev lekarstvennykh rasteniy. Soobshchenie 1 [Development of the method of detecting anti-radical activity in alcohol tinctures of medicinal plants. Message 1]. *Vestnik farmatsii* [Bulletin of Pharmacy], 2020, no. 1, pp. 74–80.
-