

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 620.197.3

Противокоррозионные свойства экстрактов лекарственных трав

А.И. Халявко¹, В.И. Мишуров^{1,2}

¹ Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

² Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Изучены ингибирующие свойства спиртовых и водных экстрактов некоторых лекарственных трав в контексте коррозии малоуглеродистой стали, находящейся в растворах соляной и серной кислот. Эффективность добавок значительно варьируется в зависимости от природы растительного материала, используемого растворителя-экстрагента и типа кислоты. Спиртовые экстракты содержат дополнительные водонерастворимые компоненты, что способствует повышению их защитных свойств. Наилучшие ингибирующие характеристики при исследуемых условиях продемонстрировали экстракты цветков календулы, побегов полыни горькой и пустырника.

Ключевые слова: коррозия, ингибиторы, растительные экстракты, лекарственные травы

Для цитирования. Халявко А.И., Мишуров В.И. Противокоррозионные свойства экстрактов лекарственных трав. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(4):75–78.

Anti-Corrosive Properties of Medicinal Herbal Extracts

Artem I. Khalyavko¹, Vladimir I. Mishurov^{1,2}

¹ Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

² Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The article studies the inhibitory properties of alcoholic and aqueous extracts of some medicinal herbs in relation to the corrosion of low-carbon steels in the hydrochloric and sulfuric acid solutions. The efficacy of additives varies significantly depending on the nature of the plant raw materials, the solvent-extractant used and acid type. The alcoholic extracts contain the additional water-insoluble components, which contributes to their increased protective properties. Under conditions of the present study, the best inhibitory properties were found in the extracts of calendula flowers, shoots of wormwood and motherwort.

Keywords: corrosion, inhibitors, herbal extracts, medicinal herbs

For Citation. Khalyavko AI, Mishurov VI. Anti-Corrosive Properties of Medicinal Herbal Extracts. *Young Researcher of Don*. 2025;10(4):75–78.

Введение. Защита металлов от коррозии с использованием ингибиторов успешно применяется в различных отраслях. Эффективными ингибирующими добавками являются отходы различных производственных процессов, в том числе растительного происхождения [1]. Ингибирующая эффективность растительных экстрактов в разнообразных кислых средах имеет широкое подтверждение [2, 3]. Разные части растений содержат определённые органические вещества со сложной молекулярной структурой, которые могут проявлять противокоррозионные свойства [4]. В частности, лекарственные травы могут содержать дубильные вещества, флавоноиды, органические кислоты и другие компоненты. Относительно некоторых трав и цветов с лекарственными свойствами было ранее подтверждено наличие противокоррозионной эффективности их экстрактов [5–7]. В актуальном исследовании были выбраны лекарственные травы, специфичные для Российской Федерации. Существует несколько методов извлечения ингибирующих компонентов из растительного материала, отличающихся по сложности выполнения [8]. В данной работе применены наиболее доступные из них.

Цель исследования заключается в получении экстрактов некоторых лекарственных трав и определении их противокоррозионных свойств в растворах соляной и серной кислот.

Экспериментальная часть. Для экстрагирования были выбраны следующие аптечные травы: зверобой, календула (цветки ноготков), полынь горькая, пустырник, фенхель (семена укропа аптечного), чистотел и шалфей. Весь материал был изначально подготовлен к проведению экстракции, поэтому дополнительная обработка не проводилась. Экстракцию осуществляли при соотношении растительного материала и растворителя-экстрагента 1:10. В качестве растворителей использовали изопропиловый спирт и дистиллированную воду. При использовании спирта растительный материал заливали растворителем и оставляли на сутки при комнатной температуре в темном месте, после чего фильтровали. Для дистиллированной воды смесь нагревали на водяной бане при температуре 80–90 °С в течение 2 часов, после чего также оставляли на сутки перед фильтрацией. Полученные экстракты использовали в качестве ингибирующих добавок без дополнительной подготовки.

Определение ингибирующей способности экстрактов проводили в отношении низкоуглеродистой стали марки Ст3 в растворах серной и соляной кислот с концентрацией 10 %. Дозировка экстрактов варьировала от 0,5 до 5 % мас. Методика подготовки металлических образцов, проведения гравиметрических испытаний и обработки результатов была представлена ранее [1]. Все коррозионные испытания проводились при комнатной температуре, составляющей 20±2 °С.

Обсуждение результатов. Ранее было показано, что изопропиловый спирт является хорошим растворителем-экстрагентом для растительного материала [9], поэтому он был выбран для первичного исследования эффективности экстрактов некоторых лекарственных трав. При введении в солянокислые растворы экстрактов трав на основе изопропанола, степень защиты стали от коррозии существенно различается в зависимости от природы растительного материала и дозировки добавки (рис. 1).

Лучшие защитные эффекты наблюдаются для экстрактов, приготовленных из календулы, полыни горькой и пустырника, степень защиты которых составляет от 75 до 90 % при относительно высоких дозировках свыше 2 %. Кроме того, экстракты зверобоя и чистотела продемонстрировали высокий защитный эффект — более 80 % при максимальной дозировке. Однако при снижении концентрации степень защиты в их присутствии уменьшается быстрее, чем у более эффективных образцов. Худшие результаты, с защитным эффектом менее 50 % в исследованном диапазоне концентраций, продемонстрировали экстракты фенхеля и шалфея. Следует отметить, что семена фенхеля, по видимости, покрыты защитной оболочкой, которая не обеспечивает достаточную проницаемость для экстрагента в условиях экстракции, тогда как остальные исследованные травы представляют собой измельченные побеги и цветы, что делает их более доступными для взаимодействия с растворителем, даже при комнатной температуре. В случае с шалфеем компоненты, экстрагированные спиртом, обладают низкой растворимостью в воде; полученные экстракты деспергируются в кислоте, а сами эмульсии со временем расслаиваются. Экстракты, показавшие более высокие защитные эффекты, также образуют с кислотой нестабильные эмульсии при длительном контакте, однако большинство извлеченных компонентов, по всей видимости, хорошо растворяются в водных средах.

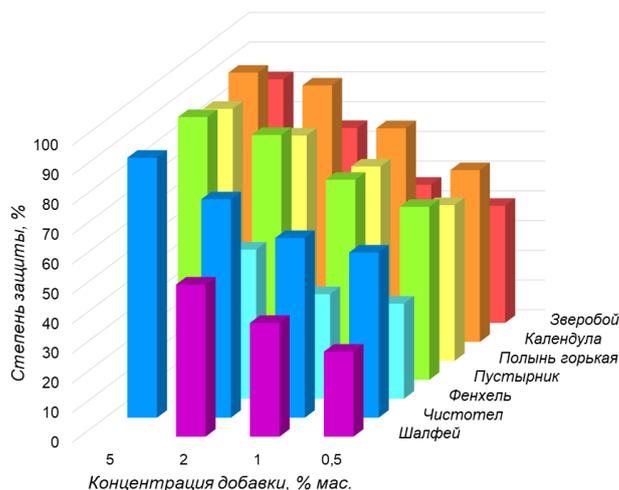


Рис. 1. Степени защиты Ст3 в растворах HCl 10 % в зависимости от природы и концентрации спиртовых экстрактов

При замене кислоты на серную наблюдается изменение поведения ингибирующих добавок (рис. 2). В условиях сернокислотной коррозии адсорбция компонентов экстрактов значительно эффективнее, и для уже упомянутых эффективных добавок их ингибирующие свойства улучшаются. Защитные эффекты превышают 80 % в серной кислоте и достигаются при более низких концентрациях, начиная с 1 %. Максимальные защитные эффекты варьируются в пределах 95–97 %. Однако для экстрактов фенхеля и шалфея возникают те же трудности, что и в случае с соляной кислотой, причём в отношении фенхеля не наблюдается заметного снижения скорости коррозии.

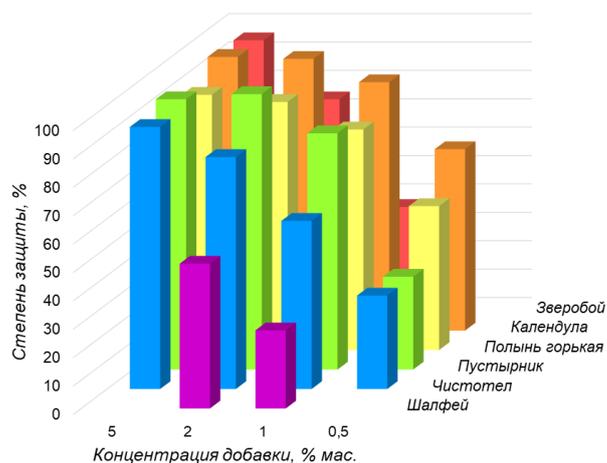


Рис. 2. Степени защиты Ст3 в растворах H_2SO_4 10 % в зависимости от природы и концентрации спиртовых экстрактов

Поскольку спирт извлекает из трав, в том числе малорастворимые в кислотах компоненты, была выполнена дополнительная экстракция с использованием дистиллированной воды. Для повышения эффективности этого процесса экстракционные смеси предварительно прогревали до высоких температур. Эффективность полученных таким образом экстрактов также проверялась в кислотах различной природы, однако дозировка добавок не превышала 2 %.

Данным способом практически невозможно извлечь малорастворимые в воде компоненты, что подтверждается образованием истинных растворов при дозировании экстрактов в кислоты. В целом данный метод экстракции оказал положительное влияние, особенно на фенхель и шалфей. В отличие от спиртовых экстрактов, в этом случае наблюдаются заметные по сравнению с ними высокие защитные эффекты. В соляной кислоте все экстракты проявляют примерно равную эффективность в пределах 70–85 % по всему диапазону концентраций. В случае каждого отдельного экстракта зависимость степени защиты от концентрации весьма пологая, то есть значения остаются практически неизменными при изменении концентрации, что указывает на близость условий адсорбции компонентов к предельным. При равных концентрациях добавок, используя спиртовые экстракты, наблюдаются более высокие степени защиты, которые, по всей видимости, обеспечиваются специфическими компонентами, дополнительно извлекаемыми изопропанолом из растительного материала. В пользу этого предположения говорит и существенное снижение (менее 50 % во всем диапазоне концентраций) степени защиты в присутствии экстрактов зверобоя.

При введении водных экстрактов также изменяется влияние природы кислоты. При замене растворов на серно-кислотные улучшения защитных характеристик добавок не наблюдается; наоборот, при малых концентрациях, менее 1 %, фиксируется заметное снижение их эффективности: степень защиты в этих условиях не достигает 70 %. Для экстрактов зверобоя ингибирующий эффект становится еще меньше, кроме того, наблюдается заметное снижение ингибирующих способностей во всем диапазоне концентраций для экстракта шалфея.

Заключение. Проведенные предварительные коррозионные испытания экстрактов некоторых лекарственных трав показывают их значительную эффективность против коррозии малоуглеродистой стали в кислых средах. Компоненты, обеспечивающие базовые защитные свойства экстрактов, являются водорастворимыми. Спиртовым растворителем удастся извлечь дополнительные водонерастворимые компоненты, которые в определенной степени повышают ингибирующие свойства экстрактов. В серной кислоте комплекс экстрагированных компонентов демонстрирует лучшие защитные свойства по сравнению с соляной кислотой. Лучшие ингибирующие свойства проявляют экстракты цветов календулы, а также побегов полыни горькой и пустырника.

Список литературы

1. Мишуров В.И., Шубина Е.Н., Клушин В.А., Чижикова А.А., Кашпарова В.П., Бережная А.Г. Продукты конверсии биомассы как ингибиторы кислотной коррозии. *Журнал прикладной химии*. 2019;92(5):585–589.
2. Bilgiç S. Plant Extracts as Corrosion Inhibitors for Mild Steel in HCL Media – Review I. *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*. 2021;10(1):145–175. <https://doi.org/10.17675/2305-6894-2021-10-1-9>
3. Bilgiç S. Plant extracts as corrosion inhibitors for mild steel in H_2SO_4 and H_3PO_4 media – Review II. *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*. 2022;11(1):1–42. <https://doi.org/10.17675/2305-6894-2022-11-1-1>
4. Vorobyova VI, Skiba MI, Shakun AS, Nahirniak SV. Relationship between the Inhibition and Antioxidant Properties of the Plant and Biomass Wastes Extracts – A Review. *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*. 2019;8(2):150–178. <https://doi.org/10.17675/2305-6894-2019-8-2-1>

5. Mourya P, Banerjee S, Singh MM. Corrosion Inhibition of Mild Steel in Acidic Solution by Tagetes Erecta (Marigold Flower) Extract as a Green Inhibitor. *Corrosion Science*. 2014;85:352–363. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2014.04.036>

6. Fouda AS, El-Abbasy HM, El-Sherbini AA. Inhibitive Effect of Artemisia Judaica Herbs Extract on the Corrosion of Carbon Steel in Hydrochloric Acid Solutions. *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*. 2018;7(2):213–235. <https://doi.org/10.17675/2305-6894-2018-7-2-8>

7. Ramezanzadeh M, Sanaei Z, Bahlakeh G, Ramezanzadeh B. Highly Effective Inhibition of Mild Steel Corrosion in 3.5% NaCl Solution by Green Nettle Leaves Extract and Synergistic Effect of Eco-Friendly Cerium Nitrate Additive: Experimental, MD Simulation and QM Investigations. *Journal of Molecular Liquids*. 2018;256:67–83. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.02.021>

8. Miralrio A, Vázquez AE. Plant Extracts as Green Corrosion Inhibitors for Different Metal Surfaces and Corrosive Media: A Review. *Processes*. 2020;8(8):942. <https://doi.org/10.3390/pr8080942>

9. Кулакова А.С., Мишуров В.И. Исследование экстрактов хвойных деревьев в качестве ингибиторов коррозии. *Молодой исследователь Дона*. 2022;(2):24–27.

Об авторах:

Артём Игоревич Халявко, магистрант кафедры химических технологий нефтегазового комплекса Донского государственного технического университета (344003 Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), artemka990@gmail.com

Владимир Игоревич Мишуров, кандидат химических наук, доцент кафедры химических технологий нефтегазового комплекса Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1); доцент кафедры электрохимии Южного федерального университета (344006, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 105/42), кандидат химических наук, vimishurov@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Artem I. Khalyavko, Master's Degree Student of the Chemical Technologies of the Oil and Gas Complex Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), artemka990@gmail.com

Vladimir I. Mishurov, Cand.Sci. (Chemistry), Associate Professor of the Chemical Technologies of the Oil and Gas Complex Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation); Associate Professor of the Electrochemistry Department, Southern Federal University (105/42, Bolshaya Sadovaya Str., Rostov-on-Don, Russian Federation, 344006), vimishurov@gmail.com

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.