

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Національного технічного університету
України “Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського”
д.т.н., проф.


Віталій ПАСІЧНИК
“07” червня 2023 р.


ВИТЯГ

з протоколу № 13 від 17 травня 2023 р. розширеного засідання
кафедр технології електрохімічних виробництв та фізичної хімії
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри технології електрохімічних виробництв:

науковий керівник кафедри, д.т.н., проф. Лінючева О.В.; в.о. зав. кафедри,
к.т.н., доц. Косоґін О.В., проф., д.т.н., проф. Погребова І.С.;
доц., к.т.н., доц. Букет О.І.; доц., к.т.н., доц. Мотронюк Т.І.; доц., к.х.н., доц.
Бик М.В.; ст. викладач, к.т.н. Білоусова Н.А.; с.н.с., к.т.н. Кушмирук А.І.;
доц., к.т.н., доц. Фроленкова С.В.; доц., к.т.н., доц. Васильєв Г.С., ст. викладач,
к.т.н. Ущাপовський Д.Ю.;

- з кафедри фізичної хімії: в.о. зав. кафедри, д.х.н., доц. Сокольський Г.В,
проф., д.т.н., проф. Чигиринець О.Е.; доц., к.т.н., доц. Пилипенко Т.М.; доц.,
к.т.н., доц. Єфімова В.Г., доц., к.б.н., доц. Хрокало Л.А.,
доц., к.х.н., доц. Пономарьов М.Є., доц., к.х.н., доц. Каменська Т.А.;

- з кафедри хімічної технології композиційних матеріалів: в.о. зав.
кафедр, к.т.н., доц. Миронюк О.В.;

- з кафедри екології та технології рослинних полімерів:

проф., д.т.н., проф. Шаблій Т.О., проф., д.т.н., проф. Радовенчик В.М.

СЛУХАЛИ:

І. Повідомлення доцента кафедри фізичної хімії Воробйової Вікторії
Іванівни за матеріалами дисертаційної роботи “Інгібітори корозії металів
комплексної дії на основі природних органічних сполук”, поданої на
здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю
05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії.

Тему дисертаційної роботи “Інгібітори корозії металів комплексної дії на основі природних органічних сполук”, рецензентів та структурний підрозділ для проведення попередньої експертизи дисертації затверджено на засіданні Вченої ради КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 4 від “03” квітня 2023 року).

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили:

д.т.н., проф. Погребова І.С.; к.х.н., доц. Пономарьов М.Є.;
д.т.н., проф. Лінючева О.В., д.х.н., доц. Сокольський Г.В.,
д.т.н., проф. Чигиринець О.Е., к.т.н., доц. Фроленкова С.В.,
к.т.н., доц. Букет О.І., д.т.н., проф. Шаблій Т.О.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

д.т.н., проф. Погребова І.С.; д.т.н., проф. Лінючева О.В.,
д.т.н., проф. Шаблій Т.О., д.т.н., проф. Чигиринець О.Е., в.о. зав. кафедри,
д.х.н., доц. Сокольський Г.В., к.т.н., доц. Букет О.І.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів докторської дисертації:

1. Актуальність теми дослідження полягає в наступному.

Питання корозії та протикорозійного захисту металів є актуальним для всіх економічно розвинених країн. Одним із найбільш ефективних і економічних методів боротьби з корозією є інгібіторний захист, і кількість речовин, що застосовуються як інгібітори, безупинно збільшується. На сьогодні в Україні та за її межами досягнуто значні успіхи в галузі теорії дії та практики використання інгібіторів корозії різного призначення. Але багато із цих інгібіторів не відповідають екологічним та економічним вимогам виробництва, мають високу вартість, а також не мають універсальності захисної дії. Новітні технології направлені на економічний розвиток суспільства та передбачають ефективне використання «зелених» хімічних технологій на основі вторинних природних ресурсів. Ця тенденція спостерігається як в Україні, так і за її межами. Різноманітність компонентного складу рослинної сировини може забезпечити протикорозійний захист металів у різних корозивних середовищах, а комбінація рослинних екстрактів із добавками-синергістами вирішити класичну проблему нестабільності їхньої захисної дії та стати основою для розробки нових високоефективних інгібіторів корозії.

Промислово затребуваним та водночас науково невирішеним й актуальним питанням є розробка інгібіторів корозії комплексної дії з високою захисною здатністю як у корозійно-агресивних водних, так і

атмосферних середовищах. Цілеспрямоване створення «зелених» інгібіторів корозії такого типу повинно бути засноване на вилученні з рослинної сировини суміші широкого спектру речовин, що належать до різних класів органічних сполук із різними фізико-хімічними властивостями, встановленні механізму їхньої захисної дії, з урахуванням процесів хімічного перетворення складових екстрактів, дослідженні ефектів синергізму, які виникають у процесі інгібування корозії. В Україні та світі значна кількість відходів утворюється при переробці саме плодово-ягідних культур, тому проблема валоризації, або повторного їх використання у галузі хімічного опору матеріалів та захисту від корозії є прогресивним напрямом забезпечення ресурсозбереження та отримання екологічно безпечних інгібіторів корозії.

Отже, використання агропромислових відходів у розробці інгібіторів комплексної дії з високою ефективністю інгібування як у корозійно-агресивних водних, так і у атмосферних середовищах, є вельми важливим науковим та технічним завданням, що вирішує питання створення «зелених» та екологічно безпечних засобів протикорозійного захисту та матеріалів на їхній основі для потреб значного сегменту промисловості.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі фізичної хімії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» та має зв'язок з науково-дослідними держбюджетними темами МОН України: №2719п «Розроблення, вдосконалення, керування і оцінювання екологічної сталості та безпеки промислових і територіальних утворень як систем із замкненими циклами» (номер державної реєстрації 0114U002578, 2014-2015 рр.); №2044 «Високоєфективна модифікація поверхні металу екологічно-безпечними сполуками для надання нових функціональних властивостей» (номер державної реєстрації 0117U003854, 2017–2019 рр.); № 2223 «Нові нанодисперсні та наноструктуровані металовмісні оксидні матеріали поліфункціонального призначення» (номер державної реєстрації 0119U00137, 2019-2021рр.); №2403 «Створення селективно реакційних металічних та композитних наноматеріалів з використанням екологічних іонних рідин нового покоління» (номер державної реєстрації 0121U100409, 2021–2023 рр.).

3. Наукова новизна отриманих результатів.

В роботі здійснено дослідження, які спрямовані на розробку інгібіторів корозії комплексної дії на базі природних органічних сполук, розвиток та поглиблення наукового обґрунтування фізико-хімічних закономірностей захисту металів від корозії при їхньому застосуванні в корозійно-агресивному повітряному та водних нейтральних середовищах, під час яких:

1. Розроблено науково обґрунтований підхід до створення інгібіторів корозії комплексної дії на основі природних органічних сполук і прогнозування їхніх інгібуючих властивостей, який базується на дослідженні

широкого спектра органічних сполук рослинної сировини та використанні комбінованого розчинника для їх вилучення, оцінюванні антиоксидантної активності як прогностичного параметра інгібуючої дії та встановленні зв'язку їхніх захисних властивостей з хімічними перетвореннями сполук на поверхні сталі та у корозійному середовищі.

2. Уперше теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено концептуальний підхід до використання трикомпонентного розчинника i -PrOH:EtOH:H₂O для отримання екстрактів жомів плодово-ягідних культур комплексної інгібуючої дії, що базується на застосуванні системи компонентів з варіативним індексом полярності 5,9–6,3, який є критеріальним параметром для вилучення речовин, що належать до двох груп природних органічних сполук: терпенових та поліфенольних. Оптимальним є використання трикомпонентного розчинника i -PrOH:EtOH:H₂O із відсотковим співвідношенням складових у діапазонах 50–40%:25–30%:15–25%, відповідно.

3. На основі квантово-хімічно розрахованих параметрів електронної структури сполук теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено зв'язок між антиоксидантною активністю та інгібуючою здатністю терпенових та поліфенольних груп сполук. Уперше запропоновано використання антиоксидантної активності як прогностичного параметра інгібуючої дії рослинних екстрактів.

4. Уперше встановлено якісний склад та кількісний вміст основних класів сполук, що екстрагуються з екстрактів жомів плодово-ягідних культур, отриманих комбінованим розчинником i -PrOH:EtOH:H₂O/45:30:25 альдегідів (14,34–29,19%), кетонів (1,07–7,7%), спиртів (1,5–8,4%), терпенів/монотерпенових фенолів (8,06–12,34%) поліфенольних сполук — флавоноїдів, фенольних кислот (16,59–21,12%), антоціанів (10,7–17,75%), флавонолів (9,9–14,75%). Уперше виявлено, що леткими сполуками отриманих екстрактів є альдегіди (гексаналь, гептаналь, бутаналь, (*E,E*)-2,4-гексадіеналь, октаналь, бензальдегід, 2-фенілацетальдегід, фурфуральдегід, бузковий альдегід, ванілін), естер (гексилацетат), спирт (1-гексанол), кетони (β -іонон, 6-метил-5-гептен-2-он) та терпенові сполуки (ліналоол, лімонен, β -циклоцитраль, тимол, карвакрол, гераніол, α -терпеніол).

5. Уперше встановлено ефективність використання екстрактів жому винограду, абрикосу, персика та томату, отриманих трикомпонентним розчинником i -PrOH:EtOH:H₂O/45:30:25, як інгібіторів корозії вуглецевих сталей, міді та її сплавів в атмосферному та водних нейтральних середовищах ($Z = 98$ –99%).

6. Уперше виявлено, що у водному середовищі закономірністю формування захисних плівок компонентами екстрактів жомів плодово-ягідних культур є пролонгований процес формування продуктів реакції конденсації, а саме флаванол-антоціанових та флаванол-альдегідних адуктів, що, як наслідок, викликає вторинне інгібування корозійного процесу і обумовлює проінгібуючий ефект рослинних екстрактів до 98%. На основі

квантово-хімічно розрахованих параметрів електронної структури флавонол-антоціанових та флавонол-альдегідних адуктів уперше встановлено, що поєднання в них реакційноздатних фрагментів, які просторово розташовані у різних площинах зі збільшеною кількістю гідроксильних груп, підвищує їхню адсорбційну активність і, як наслідок, інгібуючу здатність. Встановлений хемосорбційний тип взаємодії сполук, які формують бар'єрний адсорбційно-полімеризаційний шар на сталевій поверхні.

7. Розвинуто та поглиблено сучасні наукові уявлення щодо закономірностей формування на поверхні сталі захисних плівок леткими сполуками рослинних екстрактів у атмосферному середовищі. Доведено пролонгований процес утворення на поверхні металу захисної плівки леткими сполуками екстрактів, зумовлений кінетикою їхнього випаровування і утворенням адсорбованих шарів, хімічними та структурними перетвореннями на поверхні сталі (в адсорбованих шарах). Процес фазового переходу летких сполук описується екстремальною залежністю із закономірною послідовністю: 12 годин спирти та альдегіди (< аліфатичні); 24–48 години — альдегіди (< ароматичні), кетони та терпенові феноли; 48–72 — терпеноїди. Встановлено формування бар'єрного адсорбційно-полімеризаційного шару леткими сполуками екстрактів і продуктами їхньої конденсації та полімеризації, що супроводжується ростом товщини захисної плівки (від 25 до 40 нм).

8. Встановлено синергічний ефект підвищення інгібувальних властивостей рослинних екстрактів у атмосферному ($K_c = 3-24$) та водних нейтральних середовищах ($K_c = 1,5-3,5$) при сумісному використанні 3-амінопропілтріетоксисилану. Підвищення інгібувальної дії відбувається внаслідок перебігу хемосорбційних процесів з утворенням силоксанових (Si-O-Si), (Si-O-C) та метал-силоксанових (Si-O-Fe) зв'язків, що сприяє формуванню на поверхні металу полімерподібної плівки, яка складається із молекул рослинного екстракту та сполук їхнього хімічного перетворення, а також продуктів їхньої сополімеризації з 3-амінопропілтріетоксисиланом.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків, сформульованих у дисертаційній роботі, є високою й базується на аналізі літературних даних з розглянутих проблемних питань, грамотній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні та критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників і формулюванні отриманих висновків за результатами експерименту. Отримані закономірності перевірені шляхом співставлення із відомими дослідженнями, викладеними у світовій літературі. Це підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі.

5. Теоретичне та практичне значення результатів роботи.

Розвинуто теоретичні уявлення про закономірності формування на поверхні сталі захисних плівок екстрактів із жомів плодово-ягідних культур у

корозійно-агресивному водному та атмосферному середовищі. Формування на поверхні сталі захисних плівок на основі рослинних екстрактів як із парової фази, так і у водному розчині має пролонгований характер. При використанні рослинних екстрактів як летких інгібіторів атмосферної корозії пролонгований процес обумовлений сповільненою кінетикою випаровування летких сполук, утворенням адсорбованих шарів, їхніми хімічними та структурними перетвореннями на поверхні сталі. У нейтральному водному середовищі закономірністю формування захисної плівки є пролонгований процес формування продуктів реакції конденсації, а саме флаванол-антоціанових та флаванол-альдегідних адуктів, що, як наслідок, і викликає вторинне інгібування корозійного процесу та обумовлює проінгібуючий ефект рослинних екстрактів.

Розширено теоретичні уявлення взаємозв'язку адсорбційних, інгібуючих та антиоксидантних властивостей із електронними характеристиками/дескрипторами органічних сполук в рамках сучасних наукових підходів. На основі квантово-хімічно розрахованих параметрів електронної структури сполук теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено зв'язок між антиоксидантною активністю та інгібуючою здатністю терпенових та поліфенольних груп сполук. Доведено, що зі збільшенням значення антиоксидантної активності спостерігається підвищення інгібуючої ефективності сполук. Це дає можливість прогнозувати протикорозійні властивості рослинних екстрактів, як сумішей органічних сполук з певною антиоксидантною активністю.

Теоретично обґрунтовано підбір системи екстрагентів для отримання складу екстрактів продуктів перероблення плодово-ягідних культур, комплексного протикорозійного призначення, який базується на застосуванні суміші із розчинників із індексом полярності 5,9–6,3, що є критеріальним параметром для забезпечення вилучення речовин, які належать до різних груп природних органічних сполук (терпенових та поліфенольних сполук). Оптимальним є використання трикомпонентного розчинника i -PrOH:EtOH:H₂O із відсотковим співвідношенням складових у діапазонах 50–40%:25–30%:15–25%, відповідно. Доведено високу ефективність інгібування екстрактів жомів плодово-ягідних культур у корозійно-агресивних водних середовищах в інтервалі температур (20–50 °C) та у потоці рідини, а також при їх використанні як летких інгібіторів атмосферної корозії при постійній вологості повітря і температурі без та з конденсацією вологи на зразках. Розроблені комбінаційні інгібітори корозії на основі екстрактів жомів плодово-ягідних культур (4 види рослинних екстрактів) та триалкоксисилану (3-амінопропілтріетоксисилан), що забезпечують синергетичний ефект протикорозійної дії як чорних, так і кольорових металів.

6. Апробація/використання результатів дисертації.

Розроблені в роботі інгібітори корозії металів комплексної дії на основі природних органічних сполук апробовано для тимчасового протикорозійного

захисту складових обладнання та продукції на етапі транспортування ПАТ “ДГМ ГРУП” (м. Дніпро) та зберігання в складських умовах при постійній вологості повітря і температурі на АТ “ДНІПРОТЯЖМАШ” (м. Дніпро) та ТОВ ПКФ “СТАНКОГИДРОСЕРВИС” (м. Дніпро). Інгібітори апробовано для короткострокового захисту замкннутих об’ємів та внутрішніх порожнин обладнання із виготовлення промислової хімії (в період простою) та як добавка до мийних засобів внутрішніх порожнин обладнання (статичні умови) на ТОВ “КРОН” (м. Дніпро). Апробовано використання інгібіторів у закритій охолоджувальній системі обладнання в умовах ПАТ “Ковельмолоко” (м. Луцьк). ТОВ “Агро 2000” спільно із ТОВ “КНП–Технологія” (м. Дніпро) проведено валоризацію відходів технічних культур для отримання інгібіторів корозії.

7. Оцінка змісту дисертації. Структура та оформлення дисертації відповідають «Основним вимогам до дисертацій» ДАК України. Роботу викладено українською мовою на 472 сторінках друкованого тексту, з яких 275 сторінок – основний текст. Дисертація складається з анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, огляду літератури, загальної методики й основних методів дослідження, п’яти розділів власних досліджень, аналізу й узагальнення результатів дослідження, висновків, списку використаних джерел та додатків.

В анотації, відповідно до нових вимог ДАК України, українською та англійською мовами подано найважливіші результати дослідження та підкреслено їхню новизну.

Вступ викладено на 10 сторінках, містить всі складові, рекомендовані ДАК України, а саме: обґрунтування актуальності проблеми дисертації; зазначення зв’язку роботи з науковими програмами, темами; формулювання мети та завдань дослідження; визначення об’єкту, предмету і перелік використаних методів дослідження зі стислою конкретизацією необхідності їх застосування; відображення наукової новизни отриманих результатів та їх практичного значення; зазначення особистого внеску здобувача; перелік наукових форумів, де були апробовані основні положення роботи; надання відомостей щодо публікацій дисертанта за матеріалами дисертації. Розділ 1 викладено на 53 сторінках, складається з п’яти підрозділів. Розділ 2 «Методики експерименту» викладено на 6 сторінках. Результати дослідження, аналізу й узагальнення результатів дослідження представлено у 3-7 розділах, кожний з яких завершується коротким висновком та переліком публікацій дисертанта, в яких представлено матеріали даного розділу. Основні результати дослідження представлено у висновках, які достатньо обґрунтовані, логічно витікають з мети й завдань дослідження та відображають основний зміст роботи. Список використаних джерел наукової літератури містить 387 найменувань. Додатки містять 4 таблиці з додатковими даними.

Таким чином, дисертація побудована за класичною схемою, містить усі необхідні розділи і в цілому є завершеною науковою працею.

8. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Воробйової В.І, визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

9. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень було опубліковано 50 наукових праць, у тому числі 4 розділів у колективних монографіях, 28 статей у наукових фахових виданнях з них 22 статті у періодичних виданнях, що індексуються наукометричною базою даних Scopus, серед яких, відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports 10 статей відносяться до першого та другого квартиля (Q1 і Q2) та 11 статей до третього квартиля (Q3), 6 у виданнях України, що включено до категорії «Б» Переліку наукових фахових видань України, 1 патент України на корисну модель, тези 17 доповідей в збірниках матеріалів конференцій.

Монографії:

1) Розробка поліфункціональних матеріалів для ресурсозберігаючих екологічно безпечних технологій : монографія / Трус І.М., **Воробйова В.І.**, Галиш В.В., Скиба М.І. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 216 с. ISBN 978-617-8052-78-2. *Особистий внесок здобувача полягає у написанні 1 із 4 розділів.*

2) Розділ у монографії. Characterising the phytochemical, antioxidant and inhibition properties of the apricot pomace extract (*Prunus armeniaca L.*). **Vorobyova V.**, Skiba M., Shakun A. Innovations in science: The challenges of our time. ISBN 978-77192-422-1. Accent Graphics Communications and Publishing, 1807-150, Charlton st. East, Hamilton, Ontario, Canada., – 2018. – P. 508–514. *Особистий внесок здобувача полягає у написанні підрозділу 4.1 у 4 розділі.*

3) Розділ у монографії. Development of Green Vapor Phase Corrosion Inhibitors. Corrosion Protection of Metals and Alloys Using Graphene and Biopolymer Based Nanocomposites. **Vorobyova V.**, Chygyrynets O., Skiba M. Taylor & Francis Ltd. London, United Kingdom. ISBN10 1138046655; ISBN13 9781138046658. – 2020. *Особистий внесок здобувача полягає у написанні 1 розділу.*

4) Розділ у монографії. Zhuk T., **Vorobyova V.**, Skiba M. By-products of apricot processing as a source of functional compounds: antioxidants and inhibitor of corrosion. Scientific development and achievements: monograph. LP22772, 20-22 Wenlock Road, London, N1 7GU, 2018, volume 4, P. 209–221. *Особистий внесок здобувача полягає у написанні 1 розділу.*

Статті у наукових фахових виданнях:

5) **Vorobyova V.** Agri-food wastes extract as sustainable-green inhibitors corrosion of steel in sodium chloride solution: A close look at the mechanism of inhibiting action / **V. Vorobyova**, M. Skiba, E. Gnatko // South African Journal of

Chemical Engineering. – 2023. – № 43. – P. 273–295. (Q1, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок — ідея роботи, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, написання статті.*

6) **Vorobyova V.** Quebracho tannin as corrosion inhibitor in neutral media and novel rust conversion agent for enhanced corrosion protection / **V. Vorobyova**, O. Sikorsky, M. Skiba, G. Vasyliiev // South African Journal of Chemical Engineering. – 2023. – 44. – P. 68–80. (Q1, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок — ідея роботи, проведення експериментальних досліджень з корозійно-електрохімічних властивостей інгібітору у водному середовищі, написання статті.*

7) **Vorobyova V.** Evaluating the synergistic effect of peach pomace extract and organosilane on corrosion inhibition of steel in industrial water media / **V. Vorobyova**, M. Skiba, V. Dzhyndzhoian, O. Linucheva. Inorganic Chemistry Communications. – 2023. – 153. – P. 110773. (Q2, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок — ідея роботи, проведення експериментальних досліджень з корозійно-електрохімічних, властивостей інгібітору, написання статті.*

8) **Vorobyova V.** Green extraction of phenolic compounds from grape pomace by deep eutectic solvent extraction: physicochemical properties, antioxidant capacity / **V. Vorobyova**, G. Vasyliiev, M. Skiba, S. Frolenkova, J. Zaporozhets, O. Gnatko, O. Linyucheva // Chemical Papers. – 2023. – 77. – P. 2447–2458. (Q3, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок — проведення експериментальних досліджень, написання статті.*

9) **Vorobyova V.** Corrosion Protective Performance of "Green" Organic Compounds and Organosilane Films on Steel / **V. Vorobyova**, M. Skiba, J. Zaporozhets et al. // Silicon. – 2022. – №14. – P. 12733–12752. (Q3, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок — визначення напрямку дослідження, аналіз результатів, написання статті.*

10) **Vorobyova V.I.** Potential of tomato pomace extract as a multifunction inhibitor corrosion of mild steel / **V.I. Vorobyova**, M.I. Skiba // Waste and Biomass Valorization. – 2022. – Vol.337. – 13(7). – P. 3309–3333. (Q2, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок — ідея роботи, проведення досліджень, аналіз даних, написання статті.*

11) **Vorobyova V.I.** Tomato pomace extract as a novel corrosion inhibitor for the steel in neutral media: the role of chemical transformation of the extract and proinhibition effect / **V.I. Vorobyova**, M.I. Skiba, A.O. Kushko // Journal of Molecular Structure. – 2022. – P. 133155 (Q2, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок — гіпотези механізм формування плівки, захисні властивості інгібіторів, проведення корозійних дослідженнях, підготовка та написання статті.*

12) **Vorobyova V.I.** Extraction of phenolic compounds from tomato pomace using choline chloride–based deep eutectic solvents / **V.I. Vorobyova**, M.I. Skiba, G.S. Vasyliiev // Journal of Food Measurement and Characterization. – 2022. – Vol. 16(2). – P. 1087–1104. (Q2, індексується базою даних Scopus і Web of

Science). *Особистий внесок* — проведення експериментальних досліджень, аналіз компонентного складу, написання статті.

13) **Vorobyova V.I.** Inhibition of mild steel corrosion in sodium chloride solution by apricot waste extract obtained from different solvent systems / **V.I. Vorobyova**, M.I. Skiba // *Pigment & Resin Technology*. – 2022. – Vol. 51(2). – P. 178–185. (Q3, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок* — проведення експериментальних досліджень, написання статті.

14) **Vorobyova V.** Peach pomace extract as novel cost-effective and high-performance green inhibitor for mild steel corrosion in NaCl solution: experimental and theoretical research / **V. Vorobyova**, M. Skiba // *Waste Biomass Valor.* – 2021. P. 1–19. (Q2, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок* — гіпотези про механізм захисної дії інгібіторів, написанні статті.

15) **Vorobyova V.** Enhanced phenolic compounds extraction from apricot pomace by natural deep eutectic solvent combined with ultrasonic-assisted extraction / **V. Vorobyova**, M. Skiba, Y. Miliar // *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. – 2021. – №56. – 5. – P. 919–931. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок* — проведення експериментальних досліджень, написання статті.

16) **Vorobyova V.** Peach pomace extract as efficient sustainable inhibitor for carbon steel against chloride-induced corrosion / **V. Vorobyova**, M. Skiba // *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion*. – 2021. – Vol. 7:11. (Q2, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок* — Вибір напряму дослідження, аналіз результатів, написання статті.

17) **Vorobyova V.** Component composition and antioxidant activity of the blackcurrant (*Ribes nigrum L.*) and apricot pomace (*Prunus armeniaca L.*) extracts / **V. Vorobyova**, M. Skiba, G. Vasyliiev, O. Chygyrynets // *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. – 2021. – 56. – 4. – P. 710–719. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок* – проведення експериментальних досліджень, написання статті.

18) **Воробйова В.І.** Екстракція жмиху томату «зеленим» розчинником та оцінка антиоксидантних властивостей / **В.І. Воробйова**, М.І. Скиба, І.М. Трус, Г.С. Васильєв // Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2021. – №2. – С. 59–65. (Фахове видання категорії Б). *Особистий внесок* – проведення експериментальних досліджень, написання статті.

19) Vasyliiev G.S. Evaluation of Reducing Ability and Antioxidant Activity of Fruit Pomace Extracts by Spectrophotometric and Electrochemical Methods / G.S. Vasyliiev, **V.I. Vorobyova**, O.V. Linyucheva // *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. – 2020. – Vol. 2020. – ID8869436. – P. 1–16. (Q2, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок* – проведення експериментальних досліджень, написання статті.

20) Shakun A.S. Influence of solvent on the component composition and antioxidant properties of apricot cake (*Prunus armeniaca L.*) Extracts / A.S. Shakun, **V.I. Vorobyova**, O.E. Chygyrynets, M.I. Skiba // *Journal*

of Chemistry. – 2020. – Vol. 2020, 2913454. (Q2, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок – проведення експериментальних досліджень, написання статті.*

21) **Vorobyova V.I.** Surface modification of the mild steel by multifunctional self-assembling nanolayers from the natural organic compounds of apricot pomace extract / **V.I. Vorobyova**, M.I. Skiba // *Molecular Crystals and Liquid Crystals*. – 2020. – Vol. 700 (1). – P. 63–76. (Q3, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок – проведення експериментальних досліджень, написання статті.*

22) **Vorobyova V.** Apricot pomace extract as natural corrosion inhibitor for mild steel in 0.5 M NaCl solution: A combined experimental and theoretical approach / **V. Vorobyova**, M. Skiba // *Chemical Technology and Metallurgy*. – 2020. – Vol. 55. – 1. – P. 210–222. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок – проведення експериментальних досліджень, написання статті.*

23) **Vorobyova V.** Experimental and theoretical investigations of anti-corrosive properties of thymol / **V. Vorobyova**, O. Chygyrynets', M. Skiba // *Chemistry & Chemical technology*. – 2019. – Vol. 13. – №. 2. – P. 261–268. (Q3, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок – проведення експериментальних досліджень, написання статті.*

24) **Vorobyova V.** Apricot cake extract as corrosion inhibitor of steel: chemical composition and anti-corrosion properties / **V. Vorobyova**, M. Skiba // *Chemistry journal of Moldova*. – 2019. – Vol. 14 (1). – P. 77–87. (Q4, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок – узагальнення наукових підходів, проведення експериментальних досліджень, написання статті.*

25) **Vorobyova V.** A novel eco-friendly vapor phase corrosion inhibitor of mild steel / **V. Vorobyova**, M. Skiba, O Chygyrynets' // *Pigment & Resin Technology*. – 2018. – Vol. 48. – №2. – P. 137–147. (Q3, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок – проведення експериментальних досліджень, написання статті.*

26) **Vorobyova V.** Grape pomace extract as green vapor phase corrosion inhibitor / **V. Vorobyova**, O. Chygyrynets', M. Skiba, I. Trus, S. Frolenkova // *Chemistry and Chemical Technology*. – 2018. – Vol. 12. №3. – P. 410–418. (Q3, індексується базою даних Scopus і Web of Science). *Особистий внесок – проведення експериментальних досліджень, написання статті.*

27) **Vorobyova V.** 4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde as a volatile inhibitor on the atmospheric corrosion of carbon steel / **V. Vorobyova**, O. Chygyrynets, M. Skiba // *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. – 2018. – Vol. 53. 2. – P. 336–345. (Q3, індексується базою даних Scopus). *Особистий внесок – проведення експериментальних досліджень, написання статті.*

28) **Воробйова В.** Вивчення компонентного складу та протикорозійної ефективності продуктів переробки абрикосу (*Prunus armeniaca L.*) / **В. Воробйова**, А. Шакун, І. Трус, О. Сердюк, В.Ткачук, О. Чигиринець // *Технічні науки та технології : науковий журнал / Чернігів. нац. технол. ун-т.* – Чернігів :ЧНТУ, – 2018. – №3 (13). – С. 240–250. (фахове видання категорії

Б). *Особистий внесок полягає у проведенні експериментальних досліджень, написання статті.*

29) **Воробйова В.І.** Порівняльна характеристика компонентного складу ізопропанольного та водно-ізопропанольного екстрактів вичавків винограду сорту *Vitislabrusca* × *Vitisvinifera* / **В.І. Воробйова**, О.Е. Чигиринець, А.С. Шакун // Технічні науки та технології : науковий журнал / Черніг. нац. технол. ун-т. – Чернігів : Чернігів. нац. технол. ун-т. – 2017. – № 1 (7). – С. 187–189. (фахове видання категорії Б). *Особистий внесок — проведення експериментальних досліджень, аналізі результатів, написання статті.*

30) Чигиринець О.Е. Формування протикорозійного покриття на поверхні сталі із парової фази силоксанів / О.Е. Чигиринець, **В.І. Воробйова**, М.І. Скиба // Міжвузівський збірник. “НАУКОВІ НОТАТКИ”. Луцьк. – 2017.– № 59. – С. 322–325. (фахове видання). *Особистий внесок — проведення експериментальних досліджень, написання статті.*

31) **Воробьева В.И.** Противокоррозионная эффективность терпеновых соединений / **В.И. Воробьева**, Е.Э. Чигиринец, М.И. Скиба, Т.Н. Пилипенко, И.Н. Трус // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2016. – №5. – С. 75–80. (фахове видання категорії Б). *Особистий внесок — проведення експериментальних досліджень, написання статті.*

32) **Воробйова В.І.** Теоретичні дослідження адсорбційної здатності органічних сполук екстракту відходів переробки винограду / **В.І. Воробйова**, О.Е. Чигиринець, М.І. Скиба // Технічні науки. Праці Чернігівського Державного Технологічного Університету. – 2015. – №.2(25). – С. 215–222. (фахове видання категорії Б). *Особистий внесок — проведення експериментальних досліджень, аналізі результатів, написання статті.*

Патенти:

33) Патент на корисну модель № 152897. України. С23F11/00. Спосіб отримання інгібіторів корозії сталі для корозійно-агресивних повітряних та водних середовищ / **Воробйова В.І.**; заявник і власник КПП ім. Ігоря Сікорського. – u202201939; заявл. 08.06.2022. опубл. 26.04.2023.

Навчально-наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

34) **Vorobyova V.I.** Estimation of the solubility of polyphenols based on theoretical determined by the COSMO-RS computer modeling method // Матеріали Міжнародної наукової інтернет-конференції, (м. Тернопіль, Україна, м. Переворськ, Польща, 22–23 вересня 2022 р.)/[редкол.: О. Патряк та ін.] ; ГО “Наукова спільнота”; WSSG w Przeworsku.–Тернопіль: ФО-П Шпак В.Б.– С. 39.

35) **Vorobyova V.** Chyhyrynets O. Multifunctional inhibitory compositions based on "green" organic compounds and organosilane. XVI International Conference “Problems of Corrosion and Corrosion Protection of Materials” (Corrosion-2022). November 15–17, 2022, Lviv, Ukraine: Book of Abstract / Karpenko Physico-Mechanical Institute of NAS of Ukraine; S. Korniy, M.O. Danyliak, Yu. Rizun. – Lviv, 2022. – P. 82.

36) **Vorobyova V.I.**, Skiba M.I., Chygyrynets' O.E., Pylypenko T.M., Motronyuk T.I. Inhibition efficiency of apricot pomace extract as a "green" corrosion inhibitor. *Materials Today: Proceedings. 4th ISE Satellite Student Regional Symposium on Electrochemistry in Ukraine–Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry–2019*. 2022. Vol. 50. – P. 456–462. (Іноземне видання, Scopus, Web of Science).

37) **Воробйова В.**, Чигиринець О. Дослідження протикорозійної ефективності екстракту жмиха абрикосу як поліфункціонального інгібітору корозії сталі. XV International Conference "Problems of Corrosion and Corrosion Protection of Materials" (Corrosion-2020). October 15–16, 2020, Lviv, Ukraine: Book of Abstract / Karpenko Physico-Mechanical Institute of NAS of Ukraine; S. Korniy, M.O. Danyliak, Yu. Maksishko. – Lviv, 2020. – С. 207–212.

38) **Воробйова В.**, Чигиринець О., Фатєєв Ю., Курмакова І. Бондар О. Формування нанорозмірних шарів на сталі летких органічних сполук для підвищення захисту від атмосферної корозії. Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів. – № 12. – Львів: Фізико-мех. інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2018 – С. 188–193.

39) **Vorobyova V.** Protective Nanolayers on Steel formed by "Green" Volatile Compounds of Peach Pomace Extract and 3-Aminopropyltriethoxysilane from Gas–Vapor Phase. *Proceedings "Materials Science and Surface Engineering (MSSE2021)"* is based on the International Young Scientists Conference on Materials Science and Surface Engineering (MSSE2021). – P. 58–60.

40) **Vorobyova V.**, Skiba M., Chygyrynets' O., Fatyeyev Y. Apricot pomace extract as a highly efficient sustainable corrosion inhibitor for mild steel in sodium chloride solution. *Proceedings "Materials Science and Surface Engineering (MSSE2019)"* is based on the International Young Scientists Conference on Materials Science and Surface Engineering. –P. 57–60.

41) **V.I. Vorobyova**, O.E. Chygyrynets'a, M.I. Skibab, Y.F. Fatyeyev. Self-assembled phenolic aldehyde as vapor phase corrosion inhibitor for mild steel. Відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів «Проблеми корозійно-механічного руйнування, інженерія поверхні, діагностичні системи: матеріали конференції КМН:-2017. – С. 108–110.

42) **Воробйова В.І.**, Трус І.М. Компонентний склад та окисно-відновні властивості продуктів переробки персика // XXIV Міжн. наук.-практ. конф. «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво-2021»(29–30 квітня 2021 р.), м. Харків, 2021. – С. 21–24.

43) **Vorobyova V.I.**, Skiba M.I., Motronyuk T.I. Investigations of the inhibitive effect of the apricot pomaces extract self assembling nanofilms on corrosion of carbon steel. The Intern. research and practice conf. «Nanotechnology and nanomaterials» (NANO-2019). Abstract book of participants of the Intern. Summer School and Intern. research and practice conference, 27-30 August 2019, Lviv. Edited by Dr. Olena Fesenko. – Kiev. 2019. – P. 700.

44) **Vorobyova V.I.**, Chygyrynets' O.E., Skiba M.I. Valorization of the apricot pomace extract: phytochemistry, antioxidant and anticorrosive activities.

Технологія-2019: XXII матеріали міжнар.наук.-техн. конф., 26–27 квіт. 2019 р., м. Сєверодонецьк. Ч. I/[укл.: Тарасов В.Ю.]. – Сєверодонецьк: [Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля], 2019. – Р. 153–154.

45) Chygyrynets O., **Vorobyova V.**, Shakun A. Chemical Characterization of Apricot Pomace: A Possible Use of an Agricultural Waste // EastWest Chemistry Conference (EWCC2019, 13–15 November). Abstract book. – P-19. – P. 63–65.

46) **Vorobyova V.I.**, Motronyuk T.I., Fatyeyev Y.F., Trusoborodska O.M. Phytochemical screening and corrosion inhibitive behavior of ethanolic apricot pomace. Current chemical problems (CCP-2019): book of abstracts of the II International (XII Ukrainian) scientific conference for students and young scientists, March 19–21, 2019, Vinnytsia / Vasyl' Stus Donetsk National University. Vinnytsia, 2019. – P. 155.

47) **Vorobyova V.** Chygyrynets' O., Zhuk T., Skiba M., Lopatina Y, Shakun A. Self-assembly on steel surface by using apricot pomace extract for corrosion protection. (EWCC2018, 10–12 October). Abstract book. – P-096. – P. 177.

48) **Vorobyova V.** Conversion of steel by monoterpenoid phenol model molecules: corrosion inhibition mechanism by thymol and carvacrol. Майбутній науковець – 2018 : матеріали всеукр. наук.-практ. конф. 14 груд. 2018 р., м. Сєверодонецьк. Ч. I / укладач В. Ю. Тарасов – Сєверодонецьк : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2018. – С. 113.

49) **Vorobyova V.I.**, Chygyrynets O.E., Fateev Yu.F., Skiba M.I., Korzh M.N. Anti-Corrosion Film Formed on Carbon Steel Surface by Organosilanes from Gas-Vapor Phase / Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра [Електрон. ресурс]: матеріали XV Всеукраїнської науково-практичної конференції, Київ, 11 квітня 2017 р./[редкол.: К. В. Михаленков (відпов. ред.) та ін.]. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017.

50) **Воробйова В.І.**, Чигиринець О.Е., Котляренко А.О. Синергетичний вплив силанів на протикорозійні властивості рослинного екстракту // II том збірника тез доповідей VIII Міжн. наук.-технічної конф. студентів, асп. та молодих вчених «Хімія та сучасні технології». Дніпро, 2017. Т. II. – С. 85.

Якість та кількість публікацій відповідають “Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук”.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Воробйової В.І. «Інгібітори корозії металів комплексної дії на основі природних органічних сполук», що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, є кваліфікаційною науковою працею, виконаною здобувачем самостійно, за своїм науковим рівнем та практичною та теоретичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам п.7 та 9 “Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук”, що їх пред’являють до докторських дисертацій, та паспорту спеціальності 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії.

РЕКОМЕНДУВАТИ дисертаційну роботу «Інгібітори корозії металів комплексної дії на основі природних органічних сполук», подану Воробійовою В.І на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, до захисту у спеціалізованій вченій раді Д 26.002.24 за спеціальністю 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії.

В.о. завідувача кафедри технології
електрохімічних виробництв
к.т.н., доц.

Олексій КОСОГІН

В.о. завідувача кафедри фізичної хімії
д.х.н., доц.

Георгій СОКОЛЬСЬКИЙ

Рецензенти:

Професор кафедри технології
електрохімічних виробництв
д.т.н., проф.

Інна ПОГРЕБОВА

Професор кафедри екології та
технології рослинних полімерів
д.т.н., проф.

Тетяна ШАБЛІЙ

Професор кафедри екології та
технології рослинних полімерів
д.т.н., проф.

Вячеслав РАДОВЕНЧИК