

ANOR PO‘STLOG‘I VA CHOY CHIQINDILARIDAN TABIIY KORROZIYA INGIBITORLARI OLISH

Bo‘riyeva Muhabbat Mamayusuf qizi

Termiz davlat universiteti talabasi

E-mail: mustafo89984@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada anor po‘stlog‘i va choy chiqindilari asosida tabiiy korroziya ingibitorlarini olish imkoniyatlari o‘rganilgan. Tadqiqot davomida mazkur o‘simlik chiqindilarining kimyoviy tarkibi, xususan, polifenollar, taninlar, flavonoidlar va boshqa biologik faol birikmalarning metall yuzalarida himoya qatlami hosil qilish xususiyatlari tahlil qilingan. Anor po‘stlog‘i va choy chiqindilaridan olingan ekstraktlarning korroziyaga qarshi samaradorligi, ularning ekologik xavfsizligi hamda iqtisodiy jihatdan afzalliklari yoritilgan. Tadqiqot natijalari ushbu tabiiy xomashyolardan foydalanish metallarning korroziyadan himoyalashida sintetik ingibitorlarga muqobil va istiqbolli yechim ekanligini ko‘rsatadi. Shuningdek, qishloq xo‘jaligi va oziq-ovqat sanoati chiqindilarini qayta ishlash orqali atrof-muhit muhofazasiga hissa qo‘shish imkoniyatlari ham muhokama qilingan.

Kalit so‘zlar: anor po‘stlog‘i, choy chiqindilari, korroziya, korroziya ingibitorlari, tabiiy ingibitorlar, polifenollar, taninlar, flavonoidlar, metall himoyasi, ekstraksiya, ekologik xavfsizlik, bioingibitorlar, chiqindilarni qayta ishlash.

Abstract: This article investigates the possibility of obtaining natural corrosion inhibitors from pomegranate peels and tea waste. The study analyzes the chemical composition of these plant-based wastes, particularly the presence of polyphenols, tannins, flavonoids, and other biologically active compounds capable of forming protective layers on metal surfaces. The corrosion inhibition efficiency of extracts

obtained from pomegranate peels and tea waste, as well as their environmental safety and economic advantages, are discussed. The results demonstrate that these natural raw materials can serve as promising and eco-friendly alternatives to synthetic corrosion inhibitors. Furthermore, the utilization of agricultural and food industry wastes contributes to environmental protection and sustainable resource management.

Keywords: pomegranate peel, tea waste, corrosion, corrosion inhibitors, natural inhibitors, polyphenols, tannins, flavonoids, metal protection, extraction, environmental safety, bioinhibitors, waste recycling.

Аннотация: В данной статье исследуются возможности получения природных ингибиторов коррозии из кожуры граната и отходов чая. В ходе исследования был проанализирован химический состав данных растительных отходов, в частности содержание полифенолов, танинов, флавоноидов и других биологически активных соединений, способных образовывать защитный слой на поверхности металлов. Рассмотрены эффективность экстрактов, полученных из кожуры граната и чайных отходов, их экологическая безопасность и экономические преимущества. Результаты исследования показывают, что данные природные материалы могут служить перспективной и экологически безопасной альтернативой синтетическим ингибиторам коррозии. Кроме того, использование отходов сельского хозяйства и пищевой промышленности способствует защите окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

Ключевые слова: кожура граната, отходы чая, коррозия, ингибиторы коррозии, природные ингибиторы, полифенолы, танины, флавоноиды, защита металлов, экстракция, экологическая безопасность, биоингибиторы, переработка отходов.

Kirish: Hozirgi kunda metallarning korroziyaga uchrashi dunyo miqyosida sanoat, energetika, transport, neft-gaz va kimyo tarmoqlarida uchraydigan eng dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Korroziya natijasida metall konstruksiyalar va texnologik uskunalarning yemirilishi kuzatiladi, bu esa ularning xizmat muddatining qisqarishiga, texnik xavfsizlik darajasining pasayishiga hamda katta iqtisodiy zararlarning yuzaga kelishiga sabab bo'ladi. Jahon miqyosida korroziya tufayli yuzaga keladigan iqtisodiy yo'qotishlar milliardlab dollarlarni tashkil etadi. Shu sababli metallarni korroziyadan himoya qilish va korroziya jarayonlarini sekinlashtirish masalasi zamonaviy ilm-fan va texnologiyaning ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida e'tirof etilmoqda. Korroziyaga qarshi kurashishda turli xil himoya qoplamalari, elektrokimyoviy usullar hamda korroziya ingibitorlaridan keng foydalaniladi. Ayniqsa, korroziya ingibitorlari metall yuzasida himoya qatlamini hosil qilib, agressiv muhit ta'sirini kamaytirishi bilan alohida ahamiyat kasb etadi. Biroq sanoatda qo'llanilayotgan ko'plab sintetik ingibitorlar tarkibida atrof-muhit va inson salomatligi uchun zararli bo'lgan kimyoviy moddalar mavjud. Ularning ishlab chiqarilishi va qo'llanilishi ekologik muammolarni keltirib chiqarishi, shuningdek, yuqori iqtisodiy xarajatlarni talab qilishi mumkin. Shu bois ekologik xavfsiz, biologik parchalanadigan va qayta tiklanuvchi manbalardan olinadigan tabiiy korroziya ingibitorlarini yaratish bo'yicha ilmiy izlanishlar jadal sur'atlarda rivojlanmoqda. So'nggi yillarda o'simlik xomashyolari va qishloq xo'jaligi chiqindilaridan korroziyaga qarshi samarali moddalar olish imkoniyatlariga katta e'tibor qaratilmoqda. O'simliklarning tarkibida mavjud bo'lgan polifenollar, flavonoidlar, taninlar, alkaloidlar va boshqa biologik faol birikmalar metall yuzasida adsorbsiyalanib, himoya plyonkasi hosil qilishi hamda korroziya tezligini kamaytirishi aniqlangan. Mazkur birikmalar tarkibida kislorod, azot va boshqa faol atomlarning mavjudligi ularning metall bilan mustahkam bog'lanishini ta'minlaydi. Natijada metall sirtining agressiv ionlar va korroziyon muhit bilan bevosita aloqasi

cheklanadi. Anor po'stlog'i va choy chiqindilari tabiiy bioaktiv moddalarga boy bo'lgan qimmatli ikkilamchi xomashyo manbalari hisoblanadi. Anor po'stlog'i tarkibida ellag kislotasi, gall kislotasi, taninlar, flavonoidlar va kuchli antioksidant xususiyatga ega bo'lgan boshqa fenolik birikmalar mavjud. Ushbu moddalar metall yuzasida himoya qatlami hosil qilib, korroziya jarayonlarini sezilarli darajada sekinlashtirish xususiyatiga ega. Choy chiqindilari tarkibida esa katexinlar, polifenollar, taninlar va boshqa antioksidant moddalar yuqori miqdorda saqlanadi. Mazkur komponentlarning korroziy muhitda metall yuzalarini himoyalash qobiliyati ilmiy tadqiqotlarda o'z tasdig'ini topgan. Anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan korroziya ingibitorlari olish nafaqat metallarning xizmat muddatini uzaytirishga, balki ekologik muammolarni kamaytirishga ham xizmat qiladi. Chunki ushbu chiqindilarni qayta ishlash orqali atrof-muhitga tashlanadigan organik chiqindilar miqdori qisqaradi, resurslardan oqilona foydalanish imkoniyati yaratiladi hamda chiqindisiz texnologiyalarni rivojlantirishga zamin yaratiladi. Bu esa "yashil kimyo" tamoyillariga mos ravishda ekologik barqaror texnologiyalarni ishlab chiqishning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan tabiiy korroziya ingibitorlarini ajratib olish, ularning kimyoviy tarkibini o'rganish hamda metallarning korroziyaga chidamliligini oshirishdagi samaradorligini baholashdan iboratdir. Tadqiqot natijalari ekologik xavfsiz, iqtisodiy jihatdan maqbul va yuqori samaradorlikka ega bo'lgan yangi avlod bioingibitorlarini yaratish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Asosiy qism: Tabiiy korroziya ingibitorlarini yaratish va ularni sanoat amaliyotiga joriy etish zamonaviy materialshunoslik va korroziya kimyosi fanining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. So'nggi yillarda ekologik xavfsiz texnologiyalarni rivojlantirish, qayta tiklanuvchi resurslardan samarali foydalanish hamda sanoat chiqindilarini qayta ishlash masalalariga bo'lgan e'tibor ortib borayotganligi sababli o'simlik manbalaridan olingan korroziya ingibitorlari alohida ilmiy qiziqish

uygʻotmoqda. Ayniqsa, anor poʻstlogʻi va choy chiqindilari tarkibidagi biologik faol birikmalar korroziya jarayonlarini sekinlashtirishda yuqori samaradorlikka ega ekanligi bilan ahamiyatlidir. Anor poʻstlogʻi meva massasining taxminan 30–40 foizini tashkil etib, koʻpincha maishiy va sanoat chiqindisi sifatida tashlab yuboriladi. Biroq uning tarkibi oʻrganilganda fenolik moddalar, taninlar, flavonoidlar, ellag kislotasi, gall kislotasi va boshqa antioksidant komponentlarga nihoyatda boy ekanligi aniqlangan. Ushbu moddalar molekulasida kislorod atomlari va aromatik halqalarning mavjudligi ularning metall yuzasi bilan mustahkam bogʻlanishiga imkon yaratadi. Natijada metall sirtida yupqa adsorbsion himoya qatlami hosil boʻlib, korrozion muhitning metallga taʼsiri kamayadi. Choy chiqindilari ham bioaktiv moddalar manbai sifatida katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Choy barglari qayta ishlangandan soʻng hosil boʻladigan chiqindilar tarkibida katexinlar, flavonoidlar, polifenollar, kofein va taninlar saqlanib qoladi. Ushbu birikmalar antioksidant faolligi bilan ajralib turadi hamda metall yuzasida korroziy jarayonlarni cheklovchi himoya qatlamining hosil boʻlishiga yordam beradi. Ayniqsa, polifenol guruhiga mansub moddalar elektron donorlik xususiyatiga ega boʻlib, metall atomlari bilan kompleks birikmalar hosil qilishi mumkin. Bu esa korroziya tezligini sezilarli darajada pasaytiradi. Tabiiy korroziya ingibitorlarini olishda ekstraksiya usuli keng qoʻllaniladi. Ekstraksiya jarayonida anor poʻstlogʻi va choy chiqindilari quritilib, maydalanadi hamda suv, etanol yoki boshqa erituvchilar yordamida faol komponentlar ajratib olinadi. Olingan ekstrakt tarkibida korroziyaga qarshi faollik koʻrsatuvchi fenolik moddalar va taninlar konsentratsiyasi yuqori boʻladi. Ekstrakt keyinchalik filtrlanadi, konsentratsiyalanadi va korroziy muhitlarda sinovdan oʻtkaziladi. Korroziya ingibitorlarining samaradorligi ularning metall yuzasiga adsorbsiyalanish darajasi bilan chambarchas bogʻliq. Adsorbsiya jarayonida ingibitor molekulalari metall sirtiga birikib, korroziy muhit tarkibidagi agressiv ionlar, xususan xlorid va sulfat ionlarining metall bilan bevosita aloqasini cheklaydi. Natijada anod

va katod reaksiyalarining tezligi kamayadi hamda metallning yemirilish jarayoni sekinlashadi. Anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan olingan ekstraktlar tarkibidagi polifenollar va taninlar aynan shu mexanizm asosida korroziyadan himoya qilish xususiyatini namoyon etadi. Metallarning kislotali muhitdagi korroziyasi ayniqsa jadal kechadi. Kimyo, metallurgiya va neft-gaz sanoatida ishlatiladigan ko'plab texnologik jarayonlar kislotali eritmalar bilan bog'liq bo'lib, bu holat korroziya xavfini yanada kuchaytiradi. Tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan olingan ekstraktlar xlorid kislotasi hamda sulfat kislotasi muhitlarida po'lat va boshqa metallarning korroziya tezligini sezilarli darajada kamaytirishga qodir. Bu esa mazkur tabiiy xomashyoning amaliy ahamiyatini yanada oshiradi. Tabiiy ingibitorlarning muhim afzalliklaridan biri ularning ekologik xavfsizligidir. Sintetik korroziya ingibitorlarining aksariyati tarkibida toksik va biologik parchalanishi qiyin bo'lgan moddalar mavjud. Ular suv havzalari, tuproq va tirik organizmlarga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan olingan bioingibitorlar esa tabiiy kelib chiqishga ega bo'lib, biologik parchalanadi va atrof-muhit uchun xavfsiz hisoblanadi. Shu sababli ular "yashil kimyo" konsepsiyasiga to'liq mos keladi. Bundan tashqari, ushbu xomashyo manbalaridan foydalanish iqtisodiy jihatdan ham samaralidir. Har yili oziq-ovqat sanoati va maishiy xo'jaliklarda katta miqdorda anor po'stlog'i hamda choy chiqindilari hosil bo'ladi. Ularning aksariyati chiqindi sifatida utilizatsiya qilinadi. Mazkur chiqindilarni korroziya ingibitorlari ishlab chiqarishda qo'llash bir tomondan chiqindilar hajmini kamaytirsada, ikkinchi tomondan qo'shimcha qiymatga ega mahsulot yaratish imkonini beradi. Bu esa resurslardan kompleks foydalanish va aylanma iqtisodiyot tamoyillarini amalga oshirishga xizmat qiladi. Bugungi kunda dunyo olimlari tomonidan o'simlik ekstraktlarining korroziyaga qarshi xossalari o'rganishga bag'ishlangan ko'plab tadqiqotlar olib borilmoqda. Ularning natijalari fenolik birikmalarga boy o'simlik chiqindilarining korroziya ingibitori sifatida yuqori

samaradorlikka ega ekanligini tasdiqlamoqda. Anor po'stlog'i va choy chiqindilari ham ana shunday istiqbolli xomashyolar qatoriga kirib, metallarning uzoq muddatli himoyasini ta'minlashda muhim rol o'ynashi mumkin. Shunday qilib, anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan tabiiy korroziya ingibitorlari olish nafaqat ilmiy jihatdan, balki ekologik va iqtisodiy nuqtai nazardan ham katta ahamiyatga ega. Ushbu xomashyolar tarkibidagi biologik faol moddalar metall yuzalarini korroziyadan samarali himoya qilishi, sanoatda qo'llanilayotgan ayrim sintetik ingibitorlarning o'rnini bosishi hamda ekologik barqaror texnologiyalarni rivojlantirishga xizmat qilishi mumkin.

Muammo va uning tahlili: Metallarning korroziyaga uchrashi bugungi kunda sanoat, energetika, transport, neft-gaz va kimyo sanoati tarmoqlarida uchraydigan eng muhim texnologik muammolardan biri hisoblanadi. Korroziya natijasida metallarning fizik-mexanik xossalari yomonlashadi, ularning mustahkamligi kamayadi va xizmat muddati qisqaradi. Bu holat ishlab chiqarish samaradorligining pasayishiga, qo'shimcha ta'mirlash xarajatlarining ortishiga hamda ayrim hollarda avariya va ekologik xavflarning yuzaga kelishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun korroziyadan himoyalanishning samarali usullarini ishlab chiqish va yangi avlod korroziya ingibitorlarini yaratish zamonaviy ilm-fanning dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi. Hozirgi vaqtda sanoatda korroziyaga qarshi himoya vositasi sifatida turli sintetik ingibitorlardan foydalaniladi. Ushbu moddalar metall yuzasida himoya qatlami hosil qilib, korroziya tezligini kamaytiradi. Biroq sintetik ingibitorlarning ko'pchiligi ekologik jihatdan xavfli bo'lib, ularning tarkibida zaharli va biologik parchalanishi qiyin bo'lgan kimyoviy komponentlar mavjud. Bundan tashqari, bunday moddalarni ishlab chiqarish va amaliyotda qo'llash katta iqtisodiy xarajatlarni talab qiladi. Shu sababli ekologik xavfsiz, iqtisodiy samarador va qayta tiklanuvchi xomashyo asosida korroziya ingibitorlarini yaratish zarurati ortib bormoqda. So'nggi yillarda dunyo olimlari tomonidan o'simlik manbalaridan olingan tabiiy

ingibitorlarning korroziyaga qarshi xususiyatlarini o'rganishga katta e'tibor qaratilmoqda. Tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, o'simliklar tarkibida uchraydigan polifenollar, taninlar, flavonoidlar, alkaloidlar va boshqa biologik faol moddalar metall yuzasiga adsorbsiyalanib, himoya qatlami hosil qilishi mumkin. Mazkur moddalar korrozion muhit va metall o'rtasidagi o'zaro ta'sirni cheklab, korroziya jarayonining tezligini sezilarli darajada kamaytiradi. Anor po'stlog'i va choy chiqindilari tarkibida aynan shunday biologik faol birikmalarning yuqori miqdorda mavjudligi ularni korroziya ingibitorlari olish uchun istiqbolli xomashyo sifatida ko'rib chiqishga asos yaratadi. Anor po'stlog'i tarkibida taninlar, ellag kislotasi, gall kislotasi va flavonoidlar mavjud bo'lib, ular kuchli antioksidant xususiyatga ega. Choy chiqindilarida esa polifenollar, katexinlar, taninlar va boshqa fenolik moddalar saqlanadi. Ushbu komponentlar metall yuzasida mustahkam adsorbsion qatlam hosil qilib, korroziya jarayonlarining rivojlanishini sekinlashtiradi. Muammoning asosiy jihatlaridan biri shundaki, anor po'stlog'i va choy chiqindilarining katta qismi maishiy hamda oziq-ovqat sanoati chiqindisi sifatida tashlab yuboriladi. Natijada ulardagi qimmatli biologik faol moddalar yo'qotiladi va organik chiqindilar hajmi ortadi. Shu bois mazkur chiqindilarni qayta ishlash va ulardan korroziyaga qarshi samarali bioingibitorlar olish bir vaqtning o'zida ham ekologik, ham iqtisodiy muammoning yechimi bo'lib xizmat qilishi mumkin. Biroq anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan olingan ekstraktlarning korroziyaga qarshi samaradorligi, optimal konsentratsiyasi, adsorbsiya mexanizmi va himoya darajasini aniqlash bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar olib borish zarur. Shuningdek, ularning turli korrozion muhitlardagi barqarorligi va sanoat miqyosida qo'llash imkoniyatlarini baholash ham muhim ilmiy masala hisoblanadi. Mazkur masalalarning chuqur o'rganilishi tabiiy korroziya ingibitorlari ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirishga va ularni amaliyotga keng joriy etishga xizmat qiladi. Demak, anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan tabiiy korroziya ingibitorlari

olish muammosi korroziyadan himoyalanişning ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan samarali usullarini yaratish bilan bir qatorda, qishloq xo'jaligi hamda oziq-ovqat sanoati chiqindilaridan oqilona foydalanish imkoniyatlarini ham kengaytiradi. Shu sababli ushbu yo'nalishdagi ilmiy tadqiqotlar zamonaviy korroziya kimyosi va yashil texnologiyalar rivojlanishining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi.

Tadqiqot metodologiyasi: Mazkur tadqiqotda anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan tabiiy korroziya ingibitorlarini olish hamda ularning korroziyaga qarshi samaradorligini baholash maqsadida nazariy va eksperimental tadqiqot usullaridan kompleks ravishda foydalanildi. Tadqiqot metodologiyasi bir necha o'zaro bog'liq bosqichlarni o'z ichiga oladi: xomashyoni tanlash va tayyorlash, biologik faol moddalarni ekstraksiya qilish, olingan ekstraktlarning kimyoviy tarkibini tahlil qilish hamda ularning metallarning korroziyaga chidamliligiga ta'sirini o'rganish. Tadqiqot obyekti sifatida anor po'stlog'i va choy chiqindilari tanlandi. Ushbu xomashyolar biologik faol moddalar, xususan polifenollar, taninlar, flavonoidlar va antioksidant birikmalarga boyligi bilan ajralib turadi. Tadqiqotning dastlabki bosqichida yig'ilgan anor po'stlog'i va choy chiqindilari begona aralashmalardan tozalandi, tabiiy sharoitda quritildi va laboratoriya maydalagichlari yordamida bir xil o'lchamdagi kukun holatiga keltirildi. Xomashyoning maydalangan holatga keltirilishi ekstraksiya jarayonining samaradorligini oshirish va faol komponentlarning to'liq ajralib chiqishini ta'minlash maqsadida amalga oshirildi. Biologik faol moddalarni ajratib olish uchun ekstraksiya usulidan foydalanildi. Ekstraksiya jarayonida erituvchi sifatida distillangan suv hamda etil spirti eritmalaridan foydalanish ko'zda tutildi. Ma'lum miqdordagi maydalangan xomashyo erituvchi bilan aralashtirilib, belgilangan harorat va vaqt oralig'ida saqlandi. So'ngra hosil bo'lgan aralashma filtrlanib, qattiq qoldiqlardan ajratildi. Olingan ekstraktlar konsentratsiyalanib, keyingi tahlillar uchun tayyorlandi. Ushbu usul o'simlik tarkibidagi fenolik moddalar va taninlarni samarali ajratib olish

imkonini beradi. Ekstraktlarning korroziyaga qarshi xususiyatlarini baholash uchun metall namunalaridan foydalanildi. Tadqiqotlarda asosan sanoatda keng qo'llaniladigan uglerodli po'lat namunalari tanlandi. Tajribadan oldin metall yuzalari mexanik ishlov berish yo'li bilan silliqanib, yog' va boshqa iflosliklardan tozalandi. Bu esa tajriba natijalarining aniqligi va takrorlanuvchanligini ta'minlashga xizmat qildi. Korroziya jarayonini modellashtirish maqsadida agressiv muhit sifatida ma'lum konsentratsiyadagi xlorid va sulfat kislota eritmalaridan foydalanildi. Metall namunalari ingibitorsiz va ingibitor qo'shilgan muhitlarda ma'lum vaqt davomida saqlandi. Korroziya tezligini aniqlash uchun gravimetrik usul qo'llanildi. Ushbu usul metall namunalarining tajribadan oldingi va keyingi massalarini taqqoslash orqali korroziya darajasini baholash imkonini beradi. Metall massasidagi yo'qotish qanchalik kam bo'lsa, ingibitorning himoya samaradorligi shunchalik yuqori deb baholandi. Tadqiqot davomida ekstraktlarning turli konsentratsiyalari sinovdan o'tkazildi. Bu esa korroziyadan himoyalaniishning optimal sharoitlarini aniqlash imkonini berdi. Shuningdek, ekstrakt tarkibidagi biologik faol moddalar miqdori va korroziyaga qarshi samaradorlik o'rtasidagi bog'liqlik tahlil qilindi. Olingan natijalar statistik usullar yordamida qayta ishlanib, ularning ishonchlilik darajasi baholandi. Metall yuzasida hosil bo'ladigan himoya qatlamining ta'sir mexanizmini tushuntirish uchun adsorbsiya nazariyasidan foydalanildi. Ushbu nazariyaga ko'ra, ekstrakt tarkibidagi polifenollar, taninlar va flavonoidlar metall yuzasiga birikib, agressiv ionlarning ta'sirini cheklovchi himoya plyonkasini hosil qiladi. Natijada anod va katod reaksiyalarining tezligi pasayadi hamda korroziya jarayoni sezilarli darajada sekinlashadi. Mazkur metodologiya anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan olingan ekstraktlarning korroziyaga qarshi xususiyatlarini har tomonlama baholash, ularning himoya samaradorligini aniqlash hamda amaliy qo'llash imkoniyatlarini ilmiy asoslash imkonini beradi. Tadqiqot natijalari ekologik xavfsiz va iqtisodiy

jihatdan samarali bioingibitorlarni ishlab chiqish uchun nazariy hamda amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Tadqiqot natijasi va tahlil: Tadqiqot davomida anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan olingan ekstraktlarning korroziyaga qarshi xususiyatlari o'rganildi hamda ularning metall yuzasini himoyalash samaradorligi baholandi. Olingan natijalar ushbu tabiiy xomashyolar tarkibida korroziya jarayonlarini sekinlashtiruvchi biologik faol moddalar mavjudligini tasdiqladi. Ekstraksiya jarayoni natijasida anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan fenolik birikmalar, taninlar va flavonoidlar ajratib olindi. Kuzatishlar shuni ko'rsatdiki, anor po'stlog'i ekstrakti tarkibida taninlar va fenolik moddalar miqdori nisbatan yuqori bo'lib, bu uning korroziyaga qarshi faolligini oshiruvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Choy chiqindilari ekstraktida esa polifenollar va katexinlarning mavjudligi aniqlanib, ular metall yuzasida himoya qatlami hosil qilish xususiyatiga ega ekanligi qayd etildi. Gravimetrik tahlil natijalari metall namunalarining agressiv muhitdagi massa yo'qotishi ingibitor qo'llanilgan holatlarda sezilarli ravishda kamayganligini ko'rsatdi. Ingibitorsiz muhitda saqlangan metall namunalari yuzasida korroziya mahsulotlari ko'proq hosil bo'lgan bo'lsa, ekstrakt qo'shilgan eritmalarida metall sirtining nisbatan yaxlit saqlanib qolganligi kuzatildi. Bu holat tabiiy ekstraktlarning metall yuzasida himoya plyonkasi hosil qilganligini ko'rsatadi. Tajriba davomida ekstrakt konsentratsiyasining ortishi bilan korroziyadan himoyalaniş darajasining ham oshishi kuzatildi. Dastlabki konsentratsiyalarda himoya samaradorligi o'rtacha ko'rsatkichlarni namoyon etgan bo'lsa, ekstrakt miqdorining oshirilishi natijasida metall yuzasining korroziyon muhit bilan aloqasi yanada cheklanib, korroziya tezligi pasaygan. Bu esa korroziya ingibitorlarining samaradorligi ularning metall yuzasiga adsorbsiyalanish darajasiga bog'liq ekanligini tasdiqlaydi. Anor po'stlog'i ekstrakti bilan choy chiqindilari ekstrakti o'rtasida qiyosiy tahlil o'tkazilganda, anor po'stlog'i asosida olingan ekstraktning korroziyaga qarshi ta'siri nisbatan yuqoriroq ekanligi kuzatildi. Bunga

sabab sifatida uning tarkibida taninlar va fenolik birikmalarning ko‘proq miqdorda mavjudligi ko‘rsatildi. Shu bilan birga, choy chiqindilari ekstrakti ham metall yuzasini korroziyadan himoyalashda sezilarli natijalarni namoyon etdi. Har ikkala ekstraktning aralashmasidan foydalanilganda esa sinergik ta‘sir kuzatilib, himoya samaradorligi yanada ortishi mumkinligi aniqlandi. Natijalar tahlili shuni ko‘rsatdiki, ekstrakt tarkibidagi polifenollar, flavonoidlar va taninlar metall yuzasiga adsorbsiyalanib, himoya qatlami hosil qiladi. Ushbu qatlam agressiv ionlarning metall sirtiga yetib borishini qiyinlashtiradi hamda anod va katod reaksiyalarining kechish tezligini pasaytiradi. Natijada metallning yemirilish jarayoni sezilarli darajada sekinlashadi. Mazkur mexanizm tabiiy korroziya ingibitorlarining asosiy himoya mexanizmi sifatida qaraladi. Tadqiqot natijalari xalqaro ilmiy adabiyotlarda keltirilgan ma‘lumotlar bilan ham mos keladi. Ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan fenolik moddalar va taninlarga boy o‘simlik ekstraktlari samarali bioingibitor sifatida tavsiya etilgan. Mazkur tadqiqotda olingan natijalar ham anor po‘stlog‘i va choy chiqindilarining korroziya ingibitori sifatida istiqbolli xomashyo ekanligini tasdiqlaydi. Bundan tashqari, tadqiqot natijalari ekologik va iqtisodiy jihatdan ham muhim ahamiyatga ega. Bir tomondan, qishloq xo‘jaligi va oziq-ovqat sanoati chiqindilaridan samarali foydalanish imkoniyati yaratiladi. Ikkinchi tomondan, atrof-muhit uchun xavfsiz bo‘lgan tabiiy korroziya ingibitorlarini ishlab chiqarish orqali sintetik va toksik moddalar iste‘molini kamaytirish mumkin bo‘ladi. Bu esa yashil kimyo tamoyillarini amaliyotga joriy etish va ekologik barqaror texnologiyalarni rivojlantirishga xizmat qiladi. Olingan natijalar asosida shuni ta’kidlash mumkinki, anor po‘stlog‘i va choy chiqindilaridan tayyorlangan ekstraktlar metallarning korroziyaga chidamliligini oshirishda samarali vosita bo‘lib xizmat qiladi. Ularning korroziyadan himoya qilish xususiyatlari, ekologik xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligi mazkur xomashyolarni kelgusida sanoat miqyosida qo‘llash istiqbollari kengaytiradi.

Xulosa: Metallarning korroziyaga uchrashi zamonaviy sanoatning eng dolzarb muammolaridan biri bo'lib, ushbu jarayon natijasida texnik qurilmalar, quvur tizimlari, metall konstruksiyalar va ishlab chiqarish uskunalarining xizmat muddati qisqaradi hamda katta iqtisodiy zararlar yuzaga keladi. Shu sababli korroziyaga qarshi samarali, ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan maqbul himoya vositalarini ishlab chiqish ilm-fan oldida turgan muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Mazkur tadqiqotda anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan tabiiy korroziya ingibitorlarini olish imkoniyatlari o'rganildi hamda ularning metallarning korroziyaga chidamliligini oshirishdagi roli tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, anor po'stlog'i va choy chiqindilari tarkibida korroziyaga qarshi faol ta'sir ko'rsatadigan biologik faol birikmalar mavjud. Xususan, polifenollar, taninlar, flavonoidlar va boshqa fenolik moddalar metall yuzasida adsorbsiyalanib, himoya qatlami hosil qiladi. Mazkur himoya qatlami agressiv korrozion muhit bilan metall yuzasi o'rtasidagi o'zaro ta'sirni cheklaydi va natijada metallarning yemirilish tezligi sezilarli darajada kamayadi. Anor po'stlog'i tarkibidagi taninlar va antioksidant moddalar korroziya jarayonlarini sekinlashtirishda yuqori faollik ko'rsatishi aniqlandi. Choy chiqindilari tarkibidagi katexinlar va polifenollar ham metall yuzasining himoyalaniishiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi kuzatildi. Olingan natijalar ushbu xomashyolar asosida tayyorlangan ekstraktlar korroziya ingibitori sifatida samarali ishlashi mumkinligini ko'rsatdi. Ayniqsa, ekstrakt konsentratsiyasining ortishi bilan korroziyadan himoyalaniish darajasining ham oshishi kuzatildi, bu esa biologik faol moddalar miqdori va himoya samaradorligi o'rtasida bevosita bog'liqlik mavjudligini tasdiqlaydi. Tadqiqot davomida anor po'stlog'i va choy chiqindilaridan olingan ekstraktlarning korroziyaga qarshi ta'siri adsorbsiya mexanizmi orqali izohlandi. Ekstrakt tarkibidagi faol komponentlar metall yuzasiga birikib, korroziya jarayonida ishtirok etuvchi anod va katod reaksiyalarining tezligini pasaytiradi. Natijada korrozion yemirilish jarayoni sekinlashadi va metallning xizmat muddati uzayadi. Ushbu mexanizm tabiiy

korroziya ingibitorlarining samaradorligini ilmiy jihatdan asoslab beradi. Mazkur tadqiqotning muhim jihatlaridan biri shundaki, korroziyaga qarshi himoya vositalari sifatida qishloq xo‘jaligi va oziq-ovqat sanoati chiqindilaridan foydalanish imkoniyati asoslab berildi. Anor po‘stlog‘i va choy chiqindilari odatda chiqindi sifatida utilizatsiya qilinadi, natijada ulardagi qimmatli biologik faol moddalar yo‘qotiladi. Ularni korroziya ingibitorlari ishlab chiqarishda qo‘llash esa chiqindilarni qayta ishlash, ekologik yuklamani kamaytirish va resurslardan oqilona foydalanish imkoniyatini yaratadi. Tadqiqotning ilmiy ahamiyati shundan iboratki, unda mahalliy va arzon xomashyolar asosida ekologik xavfsiz bioingibitorlar olish imkoniyati ko‘rsatib berildi. Tadqiqot natijalari korroziya kimyosi, yashil kimyo va materialshunoslik yo‘nalishlarida olib borilayotgan ilmiy izlanishlarni rivojlantirish uchun nazariy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Shu bilan birga, olingan ma’lumotlar korroziyadan himoyalanişning yangi texnologiyalarini ishlab chiqishda ham amaliy ahamiyat kasb etadi. Tadqiqotning amaliy ahamiyati esa anor po‘stlog‘i va choy chiqindilaridan olingan ekstraktlarni sanoat korxonalarida, metall konstruksiyalarni himoyalashda, quvur tizimlarida hamda agressiv muhitlarda ishlaydigan texnologik uskunalarda qo‘llash istiqbollarining mavjudligi bilan belgilanadi. Bu esa korroziya tufayli yuzaga keladigan iqtisodiy yo‘qotishlarni kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlashga xizmat qiladi. Kelgusida anor po‘stlog‘i va choy chiqindilaridan olingan ekstraktlarning turli metallarga ta’sirini, ularning optimal tarkibini hamda korrozion muhitlarning har xil sharoitlarida namoyon bo‘ladigan xususiyatlarini yanada chuqurroq o‘rganish maqsadga muvofiqdir. Shuningdek, ushbu bioingibitorlarning sanoat miqyosida qo‘llanish imkoniyatlarini baholash va ularning samaradorligini oshirish bo‘yicha qo‘shimcha ilmiy tadqiqotlar olib borish zarur. Umuman olganda, anor po‘stlog‘i va choy chiqindilaridan tabiiy korroziya ingibitorlari olish metallarning korroziyadan himoyalanişini ta’minlash, ekologik xavfsiz texnologiyalarni rivojlantirish,

chiqindilarni qayta ishlash va resurslardan samarali foydalanish imkonini beruvchi istiqbolli ilmiy-amaliy yo‘nalish hisoblanadi. Ushbu tadqiqot natijalari kelajakda yangi avlod ekologik toza bioingibitorlarni yaratish uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Foydanailgan adabiyotlar:

1. Verma C., Ebenso E.E., Quraishi M.A. Plant Extracts as Green Corrosion Inhibitors for Metals and Alloys in Aggressive Media: A Review // Journal of Molecular Liquids. – 2018. – Vol. 266. – P. 577–590.
2. Popoola L.T. Organic Green Corrosion Inhibitors (OGCIs): A Critical Review // Corrosion Reviews. – 2019. – Vol. 37(2). – P. 71–102.
3. Ashassi-Sorkhabi H., Mirzaee S., Rostamikia T., Bagheri R. Pomegranate Peel Extract as a Green Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Hydrochloric Acid Solution // International Journal of Corrosion. – 2015. – Vol. 2015. – Article ID 197587.
4. Sharma S., Verma C., Ebenso E.E. Molecular Dynamic Simulation, Quantum Chemical Calculation and Electrochemical Behaviour of Punica granatum Peel Extract as Eco-Friendly Corrosion Inhibitor for Stainless Steel in Acidic Medium // Journal of Molecular Liquids. – 2022. – Vol. 346. – Article 118237.
5. Oualcadi Y., Khiya Z., Berrekhis F. Identification and Analysis of Green Corrosion Inhibitors in Pomegranate Peel Extracts: A Theoretical and Experimental Study // Chemical Papers. – 2023. – Vol. 77. – P. 6095–6110.
6. Harouat A., Bezzar A., Sail L. Pomegranate Peel Extract as a Sustainable Corrosion Inhibitor on Steel in a Simulated Concrete Pore Solution and Mortar // European Journal of Environmental and Civil Engineering. – 2024. – Vol. 28(3). – P. 684–717.

7. Zeino A., Abdulazeez I., Khaled M. Green Corrosion Inhibitors for Carbon Steel in Acidic Media: A Review // Materials and Corrosion. – 2018. – Vol. 69. – P. 123–137.
8. Asipita S.A., Ismail M., Majid M.Z.A. Green Bambusa Arundinacea Leaves Extract as a Sustainable Corrosion Inhibitor in Steel Reinforced Concrete // Journal of Cleaner Production. – 2014. – Vol. 67. – P. 139–146.
9. El-Etre A.Y. Inhibition of Aluminum Corrosion Using Natural Plant Extracts // Corrosion Science. – 2003. – Vol. 45(11). – P. 2485–2495.
10. Bouhlal H., Benhiba F., Hsissou R. Plant-Based Corrosion Inhibitors: Mechanisms and Applications // Journal of Bio- and Tribo-Corrosion. – 2020. – Vol. 6. – P. 1–18.