Ознайомлення студентів із соціальними та культурними особливостями умов життя і діяльності дослідників минулого яскраво демонструють загальнокультурне значення їх роботи, універсальність методів пізнання, які протягом століть виробили представники природничих наук, й актуальність цих методів у наш час. Історичний аспект допомагає показати зв'язок поколінь, наступництво наукових шкіл. Ще одна мета введення історичного аспекту - показати студентам, що в історії людської думки практично немає непотрібних зусиль, невиправданих гіпотез, тобто піднести значення розумової праці і творчого пошуку як найвищого прояву людського духу. Крім того, історія хімії, особливо за останнє сторіччя, поставила перед вченими складну морально- етичну проблему відповідальності за можливі наслідки їх наукових робіт. Отже, висока духовність дослідника стає необхідною умовою подальшого розвитку та прогресу людства в цілому.

Винятково ефективним є ознайомлення студентів із діяльністю та історією життя вчених України та Полтавщини. Вагомий доробок цих вчених поглиблює патріотичні почуття студентів, їх гордість за представників національної науки й пробуджує бажання працювати для розвитку і процвітання вітчизняної науки.

Історичний аспект, вихід у процесі викладання курсу хімії на філософські узагальнення збагачують курс і становлять реальні способи гуманізації освіти. Введення історичного контенту дає змогу значно підвищити ефективність навчально-виховного процесу.

НОВИЙ ПОГЛЯД НА РОЛЬ NO В РЕГУЛЯЦІЇ ВІЛЬНОРАДИКАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

В. В. Соловйов[1], Т. Ю. Кузнецова[1], А. О. Омельчук[2], Е. А. Стезерянський[2], Н. В. Соловйова[3], О. Е. Заколодна[3]

[1] Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
[2]Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України
[3]Полтавський державний медичний університет

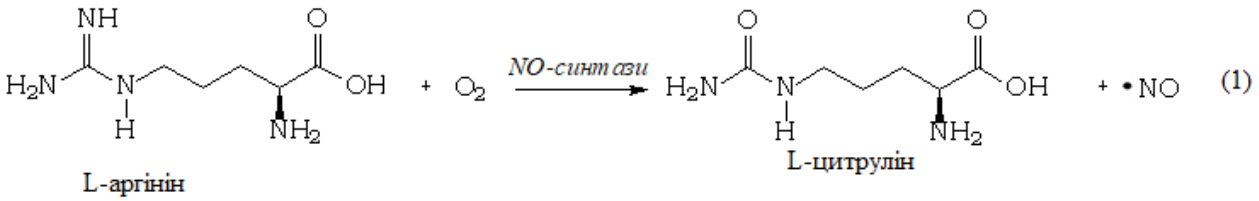
Оксид азоту (NO) вже давно відомий як важлива біологічно активна молекула, що бере участь у регуляції різноманітних фізіологічних процесів, таких як вазодилатація, нейротрансмісія та імунна відповідь. Проте, роль NO у регуляції вільнорадикальних процесів досі залишається предметом активних досліджень та часто є суперечливою. Традиційно вважалося, що NO виступає як прооксидант, сприяючи утворенню вільних радикалів та посилюючи окислювальний стрес. Проте, накопичується все більше доказів того, що NO є потужним антиоксидантом, який захищає клітини від пошкодження вільними радикалами. Розуміння дуалістичної природи NO у регуляції вільнорадикальних процесів є критично важливим для розробки нових терапевтичних стратегій, спрямованих на лікування захворювань, пов'язаних з окислювальним стресом, таких як серцево-судинні захворювання, нейродегенеративні захворювання та рак.

У попередніх роботах [1, 2, 3] була розглянута можливість використання електрохімічних досліджень разом із квантово-хімічними розрахунками для характеристики властивостей антиоксидантів при їх взаємодії із вільними радикалами.

Тому, доцільно використати запропонований підхід для вивчення ролі оксиду азоту (II) в процесах вільнорадикального окислення.

Взаємодія L-аргініну із киснем при наявності в достатній концентрації NO-синтаз

веде до збільшення в організмі людини NO схемою (1):



(1)

Для підтвердження результатів отриманих на основі квантово-хімічних розрахунків [6], нами було проведено дослідження впливу L-аргініну на процес електрохімічного відновлення кисню на скловуглецевому електроду СУ-2000 у розчинах аргініну різної концентрації.

Вольтамперні криві відновлення кисню, які були нами отримані аналогічні тим, що протікають в біосистемах в процесі дихання, обміну речовин, кисневого стресу(4,5):

$$\text{I хвиля (-0.4 – -0.9 В)} \qquad O_2 + 1e^- \rightarrow {\bullet}OO^- \text{ , (4)}$$

$${\bullet}OO^- + 1e^- + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 \text{ ,}$$

$$\text{II хвиля (-0.9 – -1.4 В)} \qquad H_2O_2 + e^- \rightarrow {}^-OH + {\bullet}OH \text{ , (5)}$$

знімали на фоні 0,1М розчину NaCI у воді з подальшим титруванням фонового електроліту L-аргініну різної концентрації .

Робочі розчини готували методом послідовного розбавлення з 0,154 моль·л$^{-1}$ розчину NaCl (розчин для інфузій) і 0,199 моль·л$^{-1}$ розчину гідрохлориду аргініну (лікарський препарат «Тівортін» ТОВ «Юрія - Фарм», Україна). Концентрація аргініну в робочих розчинах становила 0,001 і 0,1 моль·л$^{-1}$.

Вивчення відновлення кисню проводили методом вольтамперометрії з використанням потенціостата «IPC-pro M» та електрохімічного датчика «Модуль ЕМ-04» (НТФ «Вольта», РФ). Управління потенціостатом і первинне опрацювання даних здійснювали персональним комп'ютером за допомогою програми «IPC2000».

Діаметр полікристалічних мідного, срібного і скловуглецевого електродів становив 3 мм. Як допоміжний електрод використовували платиновий дріт. Електрод порівняння - хлорсрібний з насиченим розчином KCl. Усі потенціали наведено в шкалі цього електрода. Швидкість розгортки потенціалу при отриманні поляризаційних кривих - 10 мВ·с$^{-1}$. Швидкість обертання дискового електрода становила 0, 1000 і 2500 об·хв$^{-1}$. Вимірювання проводили в скляній термостатованій комірці з розділеними пористим скляним фільтром електродними просторами при температурі 25 ± 0,5 °С.

Скловуглецевий електрод полірували порошком оксиду алюмінію з розміром частинок 0,5 мкм. Перед вимірюваннями поверхню електродів протирали вологою пастою гідроксиду кальцію з промиванням дистильованою водою після кожної операції. Між експериментами робочі розчини продували повітрям протягом 5 хвилин.

Поляризаційні криві електрохімічного відновлення кисню на нерухомих електродах і електродах, що обертаються, наведені на рис. 1 та рис. 2.

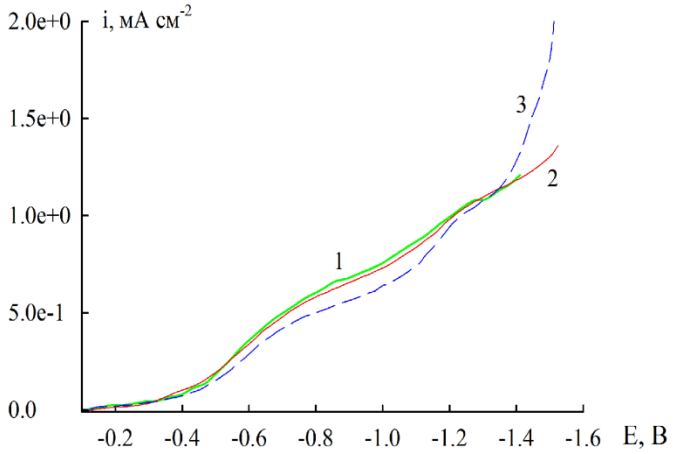


Рис.1. Поляризаційні криві відновлення O_2 на скловуглецевому електроді СУ-2000 в розчинах 0,154 моль $л^{-1}$ NaCl, що містять аргінін, моль $л^{-.1}$: 0; 2-0,001; 3 - 0.1.

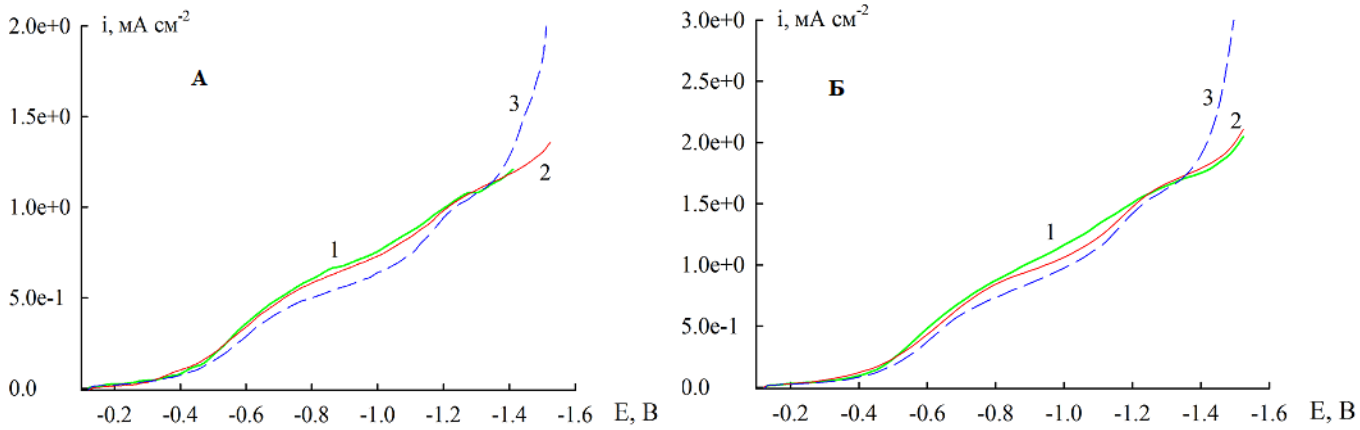


Рис.2. Поляризаційні криві відновлення O_2 на скловуглецевому електроді СУ-2000 в розчинах 0,154 моль $л^{-1}$ NaCl, що містять аргінін, моль $л^{-.1}$: 0; 2-0,001; 3 - 0.1. А) n = 1000 об $хв^{-1}$; Б) n = 2500 об $хв^{-1}$

У використовуваних робочих розчинах під час катодної поляризації відбувається - відновлення молекулярного кисню. Електрохімічне відновлення кисню може одночасно протікати за двома напрямками – пряме відновлення O_2 до іонів $•OO^-$ (4) та з утворенням стабільного продукту H_2O_2 і його подальшим відновленням до іонів гідроксилу OH^-(5). Частка кожного із напрямків реакції визначаються складом розчину та фізико-хімічними властивостями речовини електроду.

Відмінність у перебігу поляризаційних кривих відновлення кисню в розчинах з різним вмістом аргініну проявляється до концентрації ~ 1 10^{-3} моль·$л^{-1}$. За нижчої концентрації криві збігаються з поляризаційною кривою фонового електроліту (0,154 моль·$л^{-1}$ NaCl). Таким чином, для використовуваного експериментального методу нижня межа впливу концентрації аргініну на процеси становить ~ 1 10^{-3} моль $л^{-1}$.

Введення у фоновий розчин добавок аргініну різної концентрації призводить до істотного зниження граничного струму 1 хвилі на вольтамперних кривих за рахунок чисто хімічної реакції в об'ємній фазі розчину, що підтверджує можливість реалізації шляху

реакції за схемою (1). Цікаво відмітити, що зменшення піку граничного струму 2 хвилі на вольтамперних кривих, можливо також за рахунок взаємодії перекису водню з NO, як вільним радикалом, що вказує на можливість впливати монооксидом азоту на концентрацію H_2O_2 в організмі людини, але це припущення потребує подальшого дослідження.

Відновлення кисню на скловуглецевому електроді (Рис. 1 та рис 2.) протікає переважно за двоелектронним механізмом. На поляризаційних кривих спостерігаються 2 хвилі. Присутність у розчині аргініну значно зменшує струм відновлення першої хвилі і свідчить про те, що може відбуватися синтез NO за рахунок чисто хімічної реакції в об'ємній фазі розчину за схемою 1.

Отже при експериментальному моделюванню спостерігається зменшення піків струму поляризаційних кривих O_2 зі збільшенням введення концентрації L-аргініну, що вказує на синтезу NO і підтверджує його можливість *бути інгібітором* активних форм кисню в організмі людини, що в цілому не тільки є важливим доповненням до розуміння процесів, які відбуваються в організмі людини за рахунок збільшення концентрації NO але, на нашу думку, можуть бути суттєвим для розвитку нових підходів в лікуванні різних патологічних станів людини.

Список використаних джерел

1. Kuznetsova, T.*Yu.*, Solovyova N.V. Quantum chemical modeling of antioxidant activity of glutathione interacting with hydroxyl- and superoxide anion radicals. Ukr. Biochem. J. 2015; 87(2). C. 156-162._doi: https://doi.org/10.15407/ubj87.02.156
2. Kuznetsova, T.*Yu.*, Solovyova N.V., Solovyov V.V., Kostenko V.O.Antioxidant activity of melatonin and glutathione interacting with hydroxyl- and superoxide anion radicals. Ukr. Biochem. J. 2017; 89(6) .C. 22-30. doi: https://doi.org/10.15407/ubj89.06.022
3. Соловйов В.В., Кузнецова Т.Ю., Ілляш О.Е., Соловйова Н.В., Іванченко А.В., Ярмола Т.І. Моделювання антиоксидантної активності мелатоніну в аспекті його клінічного застосування при covid-19.Вісник ВДНЗУ «Українська стоматологічна академія». 2022; 22(1). С. 117-123. doi: https://doi.org/10.31718/2077-1096.22.1.117
4. Nathan C. Xie Q. Nitric oxide synthases: roles, tolls and controls. Cell. J. 1994:78(6).C. 915-918.
5. *Bredt D.S. Nitric Oxide in the Nervous System. Academic Press.1995.C. 1-21.*
6. Соловйова Н. В. Фізико-хімічна оцінка можливості використання оксиду азоту у якості ефективного регулятора багатьох патологій в організмі. Актуал. пробл. сучасн. мед.: Вісн. Укр. мед. стомат. акад. 2014;14(4) .С. 223-225.

ВПРОВАДЖЕННЯ КАТІОНІВ ЛУЖНОЗЕМЕЛЬНИХ МЕТАЛІВ У СВИНЦЕВУ МАТРИЦЮ З ВОДНИХ ЕЛЕКТРОЛІТІВ

Стезерянський Е. А., Омельчук А. О.

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України

Процеси електрохімічного впровадження катіонів лужних та лужноземельних металів у металеві та напівпровідникові матриці широко застосовуються у технологіях виготовлення акумуляторних батарей і фотовольтаїчних пристроїв [1,3]. Оборотне електрохімічне впровадження катіонів літію Li^+ в графітові, олов'яні, кремнієві електроди