

ІОНІЗАЦІЯ АЗОТИСТИХ ОСНОВ НУКЛЕЇНОВИХ КИСЛОТ ЕЛЕКТРОННИМ УДАРОМ

М.І.Суховія, І.І.Шафраньош, Л.Л.Шимон

Ужгородський державний університет, 294000, Ужгород, вул.Волошина, 54

Досліджені процеси іонізації комплементарних азотистих основ нуклеїнових кислот – тиміну та аденіну в газовій фазі електронним ударом. Вивчені енергетичні залежності відносних перерізів іонізації молекул в області енергій електронного пучка від 0 до 100 еВ.

Вивчення особливостей взаємодії електронів малих енергій з молекулами становить інтерес не лише для фізики, але і для біофізики та радіобіології. Збудження, міграція енергії та іонізація молекул в біоструктурах лежать в основі важливих біологічних процесів, а також зумовлюють радіаційні зміни в клітинах живих організмів. Виникнення триплетних метастабільних станів біомолекул і проблема абіогенного синтезу нуклеотидів також пов'язані з такими непружними взаємодіями [1]. Однак фізичні процеси, які проходять в біомолекулах під впливом повільних електронів, практично мало вивчені внаслідок відомих експериментальних труднощів. Дослідження особливостей збудження електронним ударом молекул нуклеотидних основ виконані нами раніше [2,3]. В даному повідомленні приводяться результати вивчення процесів іонізації в комплементарних нуклеотидних основах - молекулах тиміну та аденіну.

Дослідження проведені на експериментальній установці, основними блоками якої є джерела електронного та молекулярного пучків, камера зіткнень, вакуумна система, пристрої для детектування іонів та фотонів. Джерелом електронного пучка була п'ятиелектродна електронна гармата з оксидним катодом. Густина струму пучка 3 mA/cm^2 при енергетичній неоднорідності 0,7 еВ. Експерименти проводились при вакуумі в

камері зіткнень 10^{-7} Тор. Для реєстрації утворених іонів використано ефективну методику, яка раніше була успішно апробована для вивчення іонізації атомів з метастабільних станів [4]. В наших дослідах використані препарати азотистих основ фірми "Calbiochem". Під час експериментів молекули основ знаходились в газовій фазі, що дало можливість максимально усунути вплив середовища.

Вивчення взаємодії повільних електронів з молекулами нуклеотидних основ показало, що при таких умовах експерименту ефективно проходять різноманітні фізичні процеси: збудження, іонізація, фрагментація молекул, а також дисоціативне збудження та дисоціативна іонізація.

На рис.1 приведені енергетичні залежності відносних перерізів іонізації (функції іонізації) для молекул тиміну та аденіну. Як видно з графіків, в обох випадках функції іонізації монотонно зростають від порогових значень, набуваючи в області енергій 50 - 60 еВ свого максимального значення. В ході функцій помітні кілька перегинів, які, на нашу думку, можна пояснити включенням процесів дисоціативної іонізації. Так, в піримідинових основах (тиміні, цитозині), згідно даних мас-спектрометрії [3], при розпаді кільця можуть утворитись позитивні іони $C_4H_4N_2^+$, $C_4N_2^+$, $C_2N_2^+$, $CN_2H_2^+$, C_3NH^+ та деякі інші. Особливий інтерес має визначення енергетичних

порогів функцій іонізації, які відповідають першим потенціалам іонізації молекул. Так, для аденіну порогове значення енергії дорівнює 8,9 еВ, а для тиміну - 9,5 еВ. Наші результати добре узгоджуються з даними, отриманими іншими методами [5], і свідчать про те, що перші потенціали іонізації молекул, викликані повільними

електронами, зумовлені вириванням електронів із π - електронних систем пуринових і піримідинових кілець.

Таким чином, вивчення ізольованих нуклеотидних основ є перспективним для отримання унікальних даних про фізичну структуру молекул.

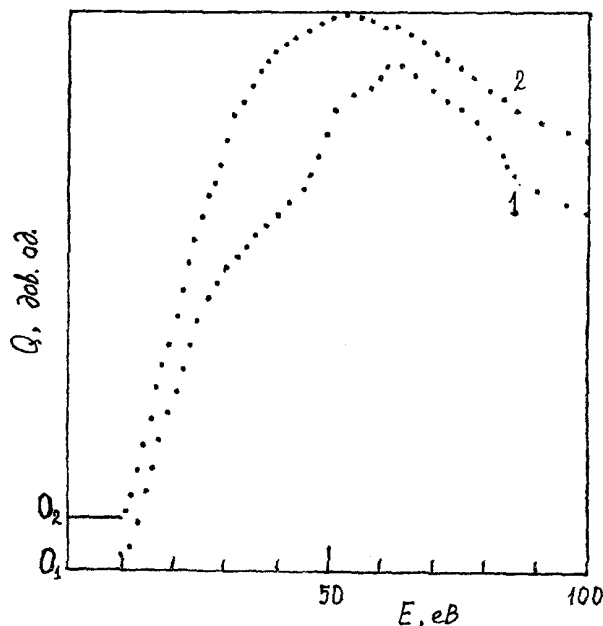


Рис.1. Функції іонізації молекул аденіну (1) і тиміну (2).

1. E.M.Fielden, S.C.Lillicrap, *Curr.Top. Radiat. Res.*, 7, 138 (1974).
2. М.И.Суховия, И.И.Шафраньош, В кн. *Элементарные процессы при столкновениях атомных и молекулярных частиц*, Чебоксары (1987).
3. М.И.Суховия, В.Н. Славик, И.И. Шафраньош, Л.Л.Шимон, *Биополимеры и клетка*, 7, 6, 77 (1991).
4. І.І.Шафраньош, М.О.Маргітич, Л.Л.Шимон, *УФЖ*, 40, 6. 532 (1995).
5. S.Steenken, *J. Am. Chem. Soc.*, 114, 4701 (1993).

IMPACT IONIZATION OF THE NUCLEIC ACID BASES MOLECULES

M.I.Sukhoviya, I.I.Shafranyosh, L.L.Shimon

Uzhgorod State University, 294000, Uzhgorod, Voloshina Str.54

Electron-impact ionization of the complementare nucleic acid bases were investigated in gas phase for thymine and adenine molecules. Ionization functions of molecules were studied at the energy range from 0 up to 100 eV.