FOTOTRANSFORMAREA ACIDULUI FOLIC ÎN SOLUȚII APOASE

PHOTOTRANSFORMATION OF FOLIC ACID IN AQUEOUS SOLUTIONS

Viorica GLADCHI, ORCID: 0000-0002-5847-4466
Angela LIS, ORCID: 0000-0003-1111-7485
Universitatea de Stat din Moldova

CZU: 544.52:577.164.1

e-mail: viorica.gladchi@gmail.com
e-mail: angela.lis@usm.md

Poluarea apei cu produse farmaceutice și probiotice este o problemă emergentă de mediu, datorită utilizării lor pe scară largă în întreaga lume. Vitaminele sunt un grup de compuși esențiali pentru dezvoltarea și creșterea normală a organismelor vii. În prezent, deficitul de vitamine rezultă în principal din sărăcie, preferințele alimentare, consumul de droguri. Acidul folic (AF), care face parte dintre acestea, după administrare sau cu apele reziduale ajunge în sistemele acvatice de la întreprinderile producătoare, precum și cu apele menajere [1].

AF (acidul pteroil-L-glutamic) este un component esențial, pe larg cunoscut ca o vitamină din grupa B (vitamina B9). AF reprezintă o formă sintetică a vitaminei B9 și nu se regăsește în mod natural în alimente, ci sub formă de supliment alimentar, iar folatul este forma naturală a vitaminei B9. Totodată, după ce ajunge în organism, AF este transformat în vitamina B9 pentru a putea fi asimilat. Folatul este esențial în numeroase procese biochimice, așa ca sinteza și repararea ADN-ului. Acidul folic este, sub aspect metabolic, inactiv, dar se poate transforma după reducerea nucleului pteridinic în acid 5,6,7,8-tetrahidrofolic (acid tetrahidropteroilglutmaic, Fig. 1), compus care posedă proprietăţi coenzimatice [2].

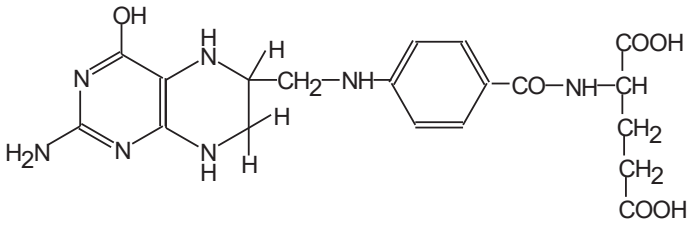


Fig. 1. Structura chimică a acidului tetrahidrofolic [2]

Deși în sistemele biologice AF are o importanță esențială, ajungând în sistemele acvatice, acesta participă în procesele de oxido-reducere și poate influența starea redox a acestora. De aceea în această cercetare s-au studiat transformările AF, pe sisteme model, în soluții apoase.

Din rezultatele practice obținute, s-a constatat că AF nu se supune transformărilor cu oxigenul dizolvat în apă, deci este un substrat de tip peroxidazic, și de aceea probele studiate au fost supuse iradierii cu raze ultraviolete. În calitate de sursă de iradiere s-a folosit lampa policromatică DRT-400. Inițial, pentru a determina dacă AF potențial ar putea să se supună fotolizei directe, a fost înregistrat spectrul de absorbție al acestuia (Fig. 2).

Din Figura 2 se observă că AF are un maxim de absorbție în domeniul UV la 281 nm, ceea ce este în concordanță cu studiile anterioare [3], deci acest potential ar putea să se supună fotolizei directe. De aceea, ulterior a fost modelat următorul sistem: *AF-hv,* în care s-a variat concentrația inițială a AF în domeniul $(1\text{-}9)\cdot10^{-4}$ M. Ulterior, concentrația AF a fost determinată spectrofotometric, din următoarea relație: $C(AF) = \frac{A^{281} - 0{,}0117}{0{,}1033}$, *($R^2$=0,9997).*

Pentru caracterizarea cinetică a procesului de fotoliză directă, au fost calculate vitezele de oxidare și a fost trasată dependența grafică *W= f([AF])* (Fig. 3).

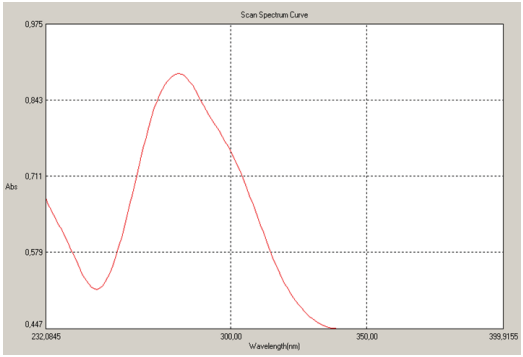


Fig. 2. Spectrul de absorbție al AF:
[AF] = 1,13·10^{-4} M, l = 1 cm

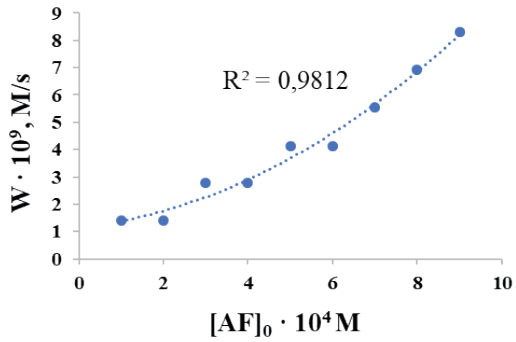


Fig. 3. Variaţia vitezelor fotolizei directe a AF în funcţie de concentraţia lui, sistem iradiat la lampa policromatică DRT-400,
pH = 5,8, t = 20 ºC

Din rezultatele obținute, rezultă că AF se supune fotolizei directe, deoarece spectrul de absorbție al acestuia se suprapune cu spectrul de emisie al lămpii DRT-400 (care are spectrul de emisie în domeniul 220-600 nm) [4]. Din Figura 3 se constată că viteza de oxidare a AF crește odată cu creșterea concentrației acestuia și s-au încadrat în limitele $(1\text{-}8)\cdot10^{-9}$ M·s^{-1}, la condițiile menționate mai sus. Deși spectrul de absorbție al AF se suprapune destul de bine cu spectrul de emisie al lămpii, vitezele de transformare ale acestuia sunt destul de mici, ceea ce se explică prin faptul că procesul are loc în soluții diluate, de aceea are loc dezactivarea moleculelor excitate la interacțiunea cu moleculele solventului.

Pornind de la faptul că vitezele de fotoliză directă ale AF sunt mici, au fost făcute studii asupra procesului de fotoliză indusă ale acestuia cu radicali OH, generați în procesul de

iradiere al peroxidului de hidrogen și s-a modelat următorul sistem: *AF-H_2O_2-hv*. Variația vitezelor de fotoliză indusă a AF în prezența H_2O_2 sunt prezentate în Figurile 4 și 5.

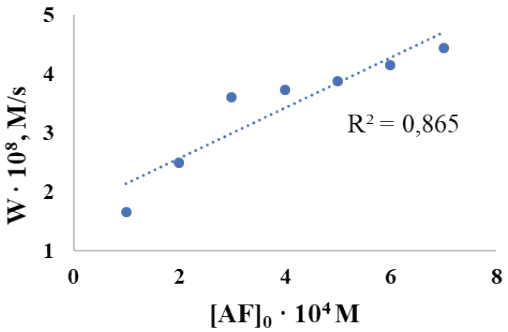


Fig. 4. Variația vitezei de fotoliză indusă a AF la variația concentrației lui, $[H_2O_2H_2O_2]$ = 2·10⁻⁴ M, pH = 5,8, t = 20 ºC

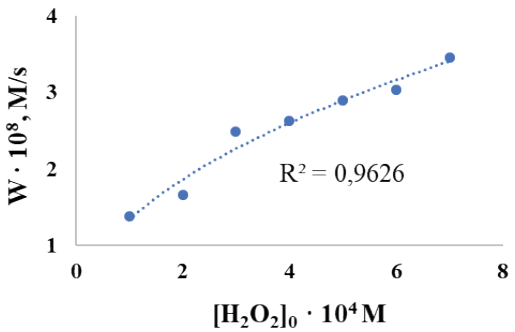


Fig. 5. Variația vitezei de fotoliză indusă a AF, la variația concentrației peroxidului de hidrogen, [AF] = 2·10⁻⁴ M, pH = 5,8, t = 20 ºC

Din Figurile 4 și 5 se observă că viteza fotolizei indusă a AF în prezența peroxidului de hidrogen, ca sursă de radicali OH, crește odată cu creșterea concentrațiilor inițiale ale AF și H_2O_2 în sistem, și sunt aproximativ cu un ordin mai mari, comparativ cu cele ale fotolizei directe. Aceasta se datorează faptului că la iradiere are loc fotodisocierea H_2O_2 cu generarea radicalilor OH, care accelerează procesul de transformare al AF. Rezultatele obținute pentru parametrii cinetici ai procesului de fotoliză directă și indusă ai AF sunt prezentate în Tabel..

Tabel

Parametrii cinetici ai procesului de fotoliză ai AF, sisteme model iradiate la lampa policromatică DRT-400

Sistemul model	**Ecuațiile matematice ale vitezei**	K, s^{-1}	$\tau_{1/2}$
$AF - h\nu$	$W=K[AF]^{0.8}$	$7{,}75\cdot10^{-5}$	2 h 28 min 40 s
$AF - H_2O_2 - h\nu$	$W=K[AF]^{0.5}[H_2O_2]^{0.5}$	$5{,}14\cdot10^{-4}$	22 min 28 s

Din Tabel s-a stabilit că în condițiile date, AF se va supune fotolizei induse în prezența peroxidului de hidrogen de 6-7 ori mai rapid decât la fotoliza directă.

Referințe:

1. VECHTOMOVA, Y. L., TELEGINA, T. A., KOLESNIKOV, M. P., RITSKY, M. S. Photobiochemistry of folates: A photochemical reduction of folic

acid. In: *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2010, 46(3), pp. 339-345. doi:10.1134/s0003683810030154.

2. JUZENIENE, A., THU TAM, T. T., IANI, V., MOAN, J. The action spectrum for folic acid photodegradation in aqueous solutions. In: *Journal of Photochemistry and Photobiology B*: *Biology.* 2013, 126, pp. 11-16. http://dx.doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2013.05.011.
3. MATIAS, R., RIBEIRO, P.R.S., SARRAGUÇA, M.C., LOPES, J.A. A UV spectrophotometric method for the determination of folic acid in pharmaceutical tablets and dissolution tests. In: *Analytical Methods.* 2014, 6(9), 3065. DOI: 10.1039/c3ay41874j.
4. LIS, A., GLADCHI, V., DUCA, Gh., TRAVIN, S. Sensitized photolysis of thioglycolic acid in aquatic environment. In: *Chemistry Journal of Moldova, General, Industrial and Ecological Chemistry*. 2021, 16(1), pp. 46-59.

Articol elaborat în cadrul Proiectului instituţional: 20.8009.5007.27 „Mecanisme fizico-chimice ale proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sisteme vitale, tehnologice şi de mediu”.