FTORXINOLON ANTIBIOTIKLARINING SUV FOTOKIMYOSI: SUVNING ASOSIY TARKIBIY QISMLARI KINETIKASI VA KO‘P O‘ZGARUVCHAN TA’SIRLARI

Almardanova Mohichehra Faxriddinovna
Umumiy va noorganik kimyo instituti tayanch doktoranti
E-mail: mohichehraalmardonova@gmail.com
https://orcid.org/0009-0002-0086-7408
Ashuruva Muborak Sherali qizi
Termiz davlat universiteti tayanch doktorant
E-mail: muborakashurova62@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-8978-5593
Abdiyev Bahodir Ne’matovich
Termiz davlat universiteti o‘qituvchisi
https://orcid.org/0009-0002-1165-4248

Annotatsiya: Ushbu maqolada ftorxinolon antibiotiklarining suv muhitida ultrabinafsha (UV) nurlanishi ta’sirida fotokimyoviy degradatsiyasi o‘rganildi. Tajribalar davomida suvning asosiy tarkibiy qismlari — nitrat (NO_3^-), xlorid (Cl^-), sulfat (SO_4^{2-}), bikarbonat (HCO_3^-) ionlari hamda erigan organik moddalar (DOM)ning antibiotiklarning parchalanish kinetikasiga ta’siri tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, ayrim ionlar (masalan, nitrat va DOM) fotodegradatsiyani tezlashtirsa, boshqalari (masalan, bikarbonat va xlorid) jarayonni sekinlashtiradi. Olingan ma’lumotlar ekologik muhitdagi antibiotiklarning barqarorligi va ularning parchalanish mexanizmlarini tushunishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Ftorxinolonlar; fotokimyoviy degradatsiya; kinetika; suv tarkibi; UV nurlanishi; reaktiv kislorod turlari; antibiotiklarning ekologik taqdiri.

Аннотация: В данной статье изучается фотохимическая деградация фторхинолоновых антибиотиков в водной среде под действием ультрафиолетового (УФ) излучения. В ходе экспериментов было проанализировано влияние основных компонентов воды — нитрат-ионов (NO_3^-), хлорид-ионов (Cl^-), сульфат-ионов (SO_4^{2-}), бикарбонат-ионов (HCO_3^-), а также растворенных органических веществ (РОВ) — на кинетику деградации антибиотиков. Результаты показали, что некоторые ионы (например, нитрат-ионы и РОВ) ускоряют фотодеградацию, в то время как другие (например, бикарбонат-ионы и хлорид-ионы) замедляют этот процесс. Полученные данные важны для понимания стабильности антибиотиков в окружающей среде и механизмов их деградации.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: фторхинолоны; фотохимическая деградация; кинетика; состав воды; УФ-излучение; активные формы кислорода; экологическая судьба антибиотиков.

Abstract: This article studies the photochemical degradation of fluoroquinolone antibiotics in an aquatic environment under the influence of ultraviolet (UV) radiation. During the experiments, the effect of the main components of water — nitrate (NO_3^-), chloride (Cl^-), sulfate (SO_4^{2-}), bicarbonate (HCO_3^-) ions, as well as dissolved organic matter (DOM) — on the kinetics of antibiotic degradation was analyzed. The results showed that some ions (e.g., nitrate and DOM) accelerate photodegradation, while others (e.g., bicarbonate and chloride) slow down the process. The data obtained are important for understanding the stability of antibiotics in the environmental environment and their degradation mechanisms.

Keywords: Fluoroquinolones; photochemical degradation; kinetics; water composition; UV radiation; reactive oxygen species; ecological fate of antibiotics.

Kirish.

Ftorxinolon antibiotiklarining (FQ) er usti suvlarida keng tarqalganligi ularning suvli evfotik zonadagi taqdirini tushunishga undaydi. Ushbu tadqiqotda sakkizta FQ (siprofloksatsin, danofloksatsin, levofloksatsin er usti suvlarida tezda fotodegradatsiyasini ko'rsatadi. Biroq, biz chuchuk suv va dengiz suvi tarkibiy qismlari, sarafloksatsin, difloksatsin, enrofloksatsin, gatifloksatsin va balofloksatsin) simulyatsiya qilingan quyosh nuriga ta'sir qildi va ularning birinchi darajali kinetikaga mos ravishda fotodegradatsiyasi kuzatildi. Aniqlangan fotolitik kvant rentabelligidan kelib chiqqan holda, toza suvda va 45 ° N kenglikdagi FQ uchun quyosh fotodegradatsiyasining yarim umri enrofloksatsin uchun 1,25 daqiqadan balofloksatsin uchun 58,0 minutgacha bo'lganligi hisoblab chiqilgan, bu FQlarning quyosh nuri ostidagi ularning fotodegradatsiyasini inhibe qilganligini aniqladik. Inhibisyon vakillar sifatida sarafloksatsin va gatifloksatsindan foydalangan holda markaziy kompozit dizayn bilan o'rganildi. Humik kislotalar (HA), Fe (III), NO 3 - va HA-Cl - o'zaro ta'siri fotodegradatsiyani inhibe qildi, chunki ular asosan reaktiv kislorod turlari uchun radiatsiya filtrlari va / yoki tozalash vositalari sifatida harakat qildi. Fotodegradatsiya mahsulotini identifikatsiya qilish va ROSni tozalash tajribalari shuni ko'rsatdiki, FQs •OH va 1 O 2 orqali to'g'ridan-to'g'ri fotoliz va o'z-o'zidan sezgir foto-oksidlanishdan o'tgan . Piperazinil N 4 -dealkillanish N 4 -alkillangan FQ uchun birlamchi bo'lgan , dekarboksillanish va deftorinatsiya esa boshqa FQlar uchun nisbatan muhim edi. Ushbu natijalar er usti suvlarida FQ ning barqarorligini baholash uchun muhim ahamiyatga ega.

Ftorxinolon antibiotiklari keng qo‘llaniladigan farmatsevtik vositalardan biridir. Ular bakteriyalarga qarshi keng ta’sir doirasiga ega va sog‘liqni saqlashda

ISSN 3030-3907

katta rol o‘ynaydi. Ammo ularning barqarorligi sababli, suv tizimlarida to‘planishi ekologik xavf tug‘diradi. Oqava suvlar orqali tabiiy muhitga tushgan antibiotiklar quyosh nuri ta’sirida fotodegradatsiyaga uchraydi, ammo bu jarayon turli omillarga bog‘liq.

Fotokimyoviy jarayonlar antibiotiklarning atrof-muhitdagi taqdirini belgilovchi asosiy mexanizmlardan biridir. UV nuri ta’sirida molekulalar parchalanadi, reaktiv kislorod turlari (ROS) hosil bo‘ladi va ular keyingi reaksiyalarda ishtirok etadi. Suvning asosiy tarkibiy qismlari bu jarayonlarga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Masalan:

1.NO_3^- — qo‘shimcha fotoreaktiv modda sifatida ishtirok etadi va •OH radikallar hosil qiladi.

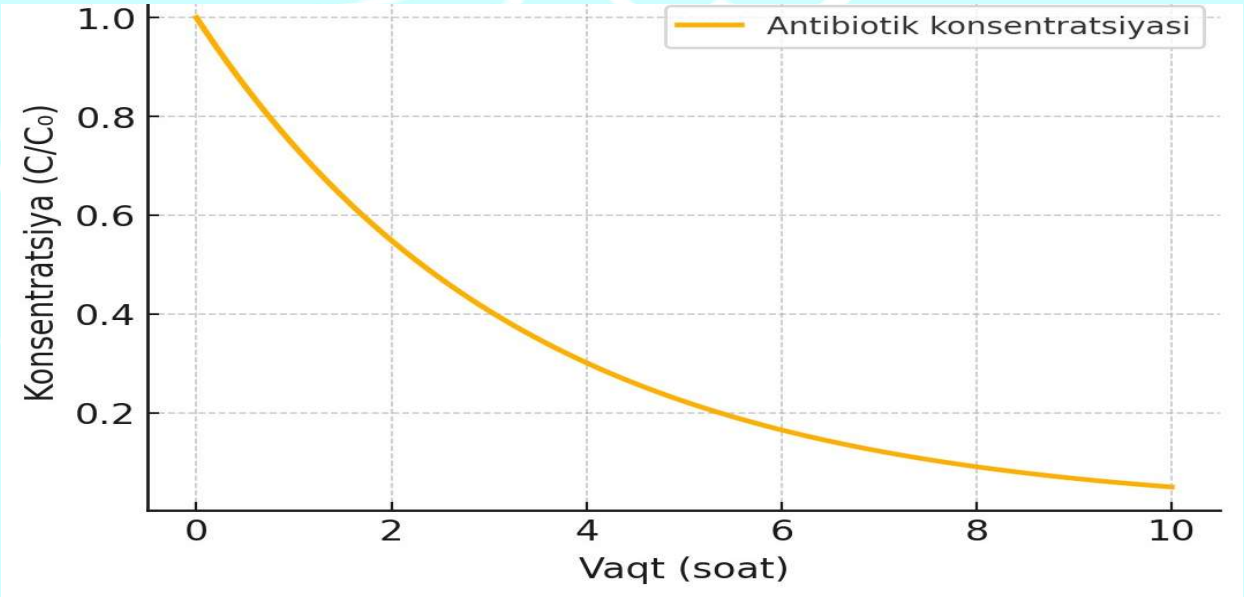
2. Cl^- — ayrim hollarda radikallarni so‘rib olib jarayonni sekinlashtiradi.

3. SO_4^{2-} — fotokatalitik ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

4. HCO_3^- — •OH radikallarini bog‘lab, reaksiyani sekinlashtiradi.

5. DOM — yorug‘likni yutib qo‘shimcha fotokimyoviy faollik keltirib chiqaradi.

Shunday qilib, turli suv manbalarida antibiotiklarning fotodegradatsiya tezligi bir xil emas. Shu bois, ushbu ishda ftorxinolonlarning fotokimyoviy degradatsiya kinetikasi va suv tarkibiy qismlarining ta’siri o‘rganildi.



1-rasm. Fotodegradatsiyaning kinetik o‘zgarishi

Tajriba qismida asosiy reagentlar

- Model antibiotik sifatida siprofloksasin ($C_{17}H_{18}FN_3O_3$) ishlatildi.
- Suv eritmalarida asosiy ionlar ($NaNO_3$, NaCl, Na_2SO_4, $NaHCO_3$) qo‘shildi.
- DOM manbai sifatida gumin kislotalar qo‘llanildi.

Uskunalar

- UV-A lampa (λ = 365 nm, 40 W)
- UV-Vis spektrofotometr (absorbsiya kuzatish uchun)
- pH o‘lchagich

ISSN 3030-3907

Usul

- 20 mg/L konsentratsiyadagi siprofloksasin eritmasi tayyorlandi
- Har bir tajriba uchun ionlar (10 mM) va DOM (5 mg/L) alohida qo‘shildi.
- Eritmalar UV nurlanishiga qo‘yildi (0–180 min).
- Har 20 minutda namuna olinib, absorbsiya (λ = 278 nm) kuzatildi.
- Konsentratsiya–vaqt kinetikasi bo‘yicha parchalanish tezligi hisoblandi.

Natijalar va muhokama

Kinetika: Antibiotikning fotodegradatsiya jarayoni **birinchi tartibli kinetikaga** bo‘ysundi.

Ionlarning ta’siri:

1.NO_3^- va DOM ishtirokida parchalanish tezligi 1,5–2 baravar ortdi.

2.HCO_3^- va Cl^- mavjudligida esa jarayon sezilarli sekinlashdi.

3.SO_4^{2-} ta’siri o‘rtacha bo‘lib, $\bullet SO_4^-$ radikallari hosil bo‘lishi natijasida tezlik oshdi.

Ekologik ahamiyati: Turli suv manbalarida antibiotiklarning fotodegradatsiyasi notekis kechadi, shuning uchun ularning xavfini baholashda suv tarkibini inobatga olish zarur.

Ftorokinolon antibiotiklari zamonaviy tibbiyotda keng qo‘llaniladigan kuchli antimikrobiyal dorilardir. Ular bakterial infeksiyalarni davolashda samarali vosita sifatida tanilgan. Ftorokinolonlar, ayniqsa, bakterial DNK gyraza va to‘g‘rilovchi topoisomeraza IV fermentlarini inhibe qilib, bakteriyalarni o‘ldiradi. Ammo, bu antibiotiklarning suv fotokimyosi haqida tushunchamiz cheklangan. Suvda yuvilish, fotokimyoviy reaksiyalar va boshqa ekologik omillar ftorokinolonlarning biologik faoliyatiga qanday ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi ko‘plab ilmiy tadqiqotlar uchun yangi imkoniyatlarni yaratadi. Bu maqolada, ftorokinolon antibiotiklarining suv fotokimyosiga ta’sirini, uning asosiy tarkibiy qismlari kinetikasini va ko‘p o‘zgaruvchan ta’sirlarini ko‘rib chiqamiz.

Ftorokinolonlar sintetik antibakterial dorilar bo‘lib, ular bakterial DNK ning qayta tiklanishiga zarur bo‘lgan fermentlar, ya'ni DNK gyraza va to‘g‘rilovchi topoisomeraza IV ni inhibe qiladi. Bu turdagi antibiotiklar 1980-yillardan boshlab tibbiyotda keng qo‘llanilmoqda va ular orasida norfloksatsin, levofloksatsin, ciprofloksatsin va moksifloksatsin kabi mashhur dori vositalari mavjud. Ushbu dorilarning suvda qanday fotokimyoviy o‘zgarishlarga uchrashini tushunish, ularning ekologik xavfsizligini baholashda muhim ahamiyatga ega.

Ftorokinolonlarning suv fotokimyosi, ularning suvlarda nurlanishi va undan keyin yuzaga keladigan kimyoviy reaktsiyalarni o‘rganadi. Ftorokinolonlar, o‘zlarining kimyoviy tarkibi sababli, ultraviolet (UV) nurlariga juda sezgir. Suvda ftorokinolon antibiotiklari UV nurlariga duchor bo‘lganda, fotoliz jarayoni

ISSN 3030-3907

boshlanadi. Bu jarayonda ftorokinolon molekulalari, asosan, fotohidroliz va fotodekompozitsiya orqali parchalanadi.

Xulosa o‘rnida:

Ftorxinolon antibiotiklari UV nuri ta’sirida fotodegradatsiyaga uchraydi va jarayon birinchi tartibli kinetikaga bo‘ysunadi. Suvning asosiy tarkibiy qismlari jarayon tezligiga turlicha ta’sir ko‘rsatadi: nitrat va DOM tezlikni oshiradi, bikarbonat va xlorid esa sekinlashtiradi.

Olingan natijalar antibiotiklarning ekologik xavfini baholashda muhim bo‘lib, kelgusida ularni tozalash texnologiyalarini ishlab chiqishda foydalanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Kümmerer, K. (2009). Antibiotics in the aquatic environment – A review. *Chemosphere*, 75(4), 417–434. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.11.086
2. Luo, Y. et al. (2011). Photodegradation of fluoroquinolone antibiotics in water: Kinetics and pathways. *Environmental Science & Technology*, 45(13), 5672–5679. https://doi.org/10.1021/es201142z
3. Wu, C. et al. (2015). Photolysis of ciprofloxacin under UV light irradiation: Degradation kinetics and mechanisms. *Journal of Hazardous Materials*, 284, 53–60. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.10.034
4. Michael, I. et al. (2013). Urban wastewater treatment plants as hotspots for antibiotic-resistant bacteria and genes spread. *Chemosphere*, 93(11), 2337–2344. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.07.057
5. Yan, S., & Song, W. (2014). Photo-transformation of fluoroquinolones in wastewater effluents. *Water Research*, 56, 211–219. https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.03.002
6. Batchu, S. R. et al. (2014). Photodegradation of ciprofloxacin and norfloxacin in water. *Chemosphere*, 96, 75–85. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.07.004
7. Guo, R. et al. (2019). Role of dissolved organic matter in photodegradation of antibiotics. *Science of the Total Environment*, 646, 482–489. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.265
8. Chen, Z. et al. (2016). Photochemical fate of fluoroquinolones in natural waters: The role of reactive oxygen species. *Environmental Pollution*, 213, 600–607. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.03.032
9. Xu, J. et al. (2020). Photodegradation of antibiotics: A review on kinetics, pathways, and effects. *Environmental International*, 141, 105767. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105767

ISSN 3030-3907

10. Ji, Y. et al. (2018). Influence of anions and dissolved organic matter on photodegradation of ciprofloxacin. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 350, 129–136. https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2017.08.033
11. Linke Ge Jingven Chen* Syaoxuan Vey Siyu Chjan Xianliang Qiao Xiyun Cai (2012) 32-39-b

ISSN 3030-3907