

Biodegradacja leków w środowisku

Michał Szopiński

Instytut Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska, Wydział Nauk Przyrodniczych,
Uniwersytet Śląski w Katowicach

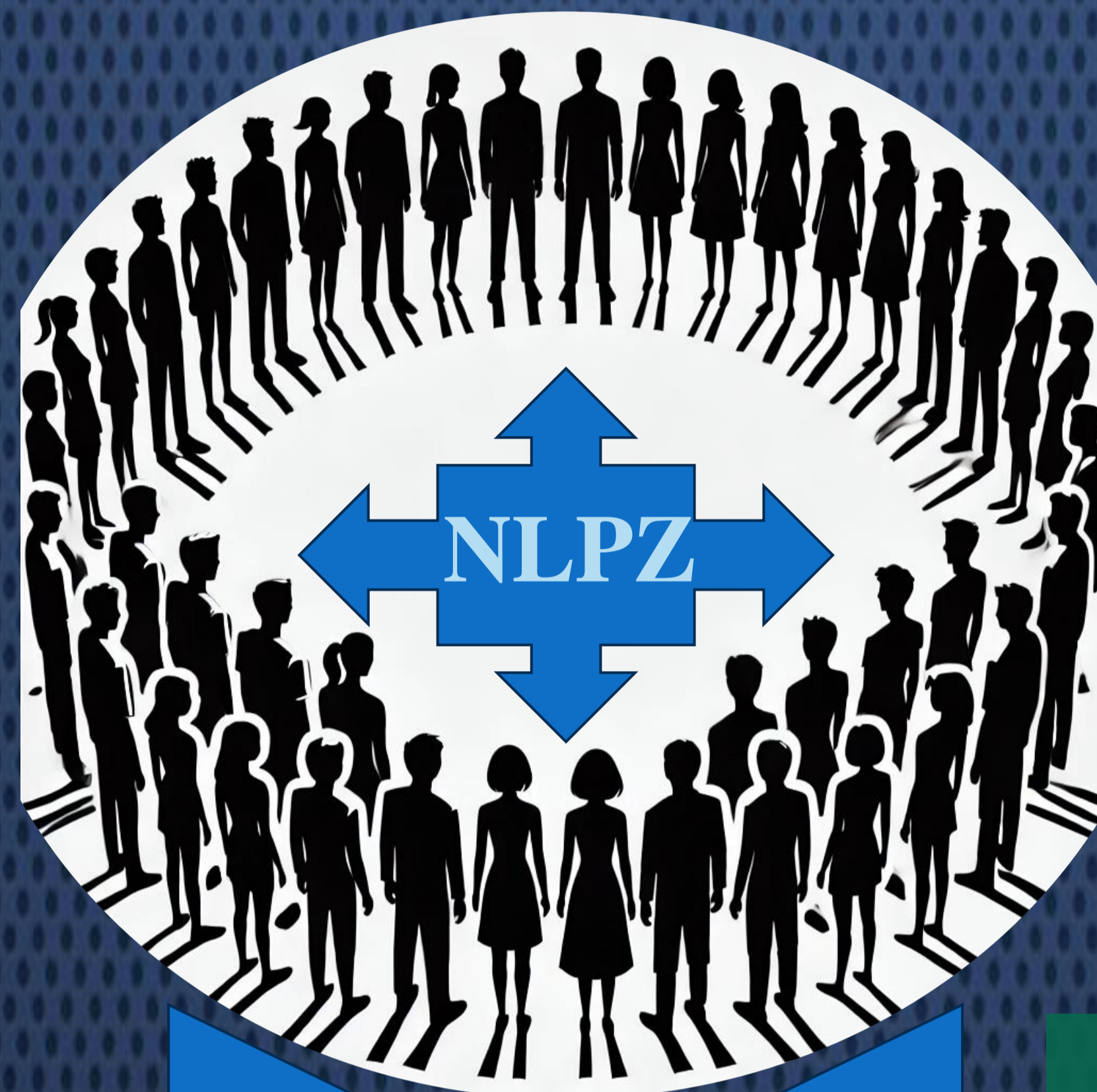
Niesteroidowe leki przeciwzapalne (NLPZ) to zróżnicowana grupa leków nieopioidowych o właściwościach przeciwbólowych, przeciwgorączkowych i przeciwzapalnych. Ze względu na swoją niską toksyczność są one łatwo dostępne bez recepty i szeroko stosowane w społeczeństwie w coraz większej ilości. Mechanizm ich działania polega na hamowaniu aktywności enzymów cyklooksigenazy prostaglandynowej (COX), które odgrywają kluczową rolę podczas stanów zapalnych. NLPZ powstrzymują syntezę prostaglandyn będących mediatorami bólu, stanu zapalnego i gorączki.

Pomimo szerokich korzyści terapeutycznych, NLPZ wiążą się z licznymi działaniami toksycznymi związanymi z ich nadużywaniem. Choć leki te są dobrze tolerowane przy krótkotrwałym stosowaniu, uważa się, że ich długotrwałe stosowanie wywołuje liczne efekty uboczne. Ponadto kilka badań farmako-epidemiologicznych wykazało niepożądaną zależność między wzrostem konsumpcji NLPZ w ostatnich latach, co może być jedną z przyczyn eskalacji przypadków ich toksyczności. Szacuje się, że NLPZ stanowią rocznie około 5%-10% wszystkich recept na leki, a około 30 milionów ludzi na całym świecie zażywa NLPZ każdego dnia.

NLPZ nie są one w pełni metabolizowane przez człowieka przez co ich akumulacja w środowisku jest szybko rosnącym problemem. Związki zawarte w tych lekach są wydalane z organizmu wraz z moczem, najczęściej w postaci sprzężonej z kwasem glukuronowym lub niezmienionej. W ten sposób przedostają się do ścieków, a wraz z nimi do oczyszczalni ścieków a następnie trafiają do środowiska.

NLPZ w oczyszczalni ścieków

- Nie zdegradowane leki w środowisku mogą stanowić poważne zagrożenie dla fauny i zdrowia ludzi.
- Osad czynny często nie metabolizuje w pełni NLPZ. W rezultacie migrują one do środowiska w niezmienionej lub nieznacznie zmienionej formie.
- Technologie najczęściej wykorzystywane do usuwania NLPZ ze ścieków, jak np. katalityczne systemy utleniania generują duże koszty.
- Bioaugmentacja osadu czynnego mikroorganizmami zdolnymi do biodegradacji NLPZ w znacznym stopniu poprawia efektywność ich usuwania ze ścieków.



NLPZ dostępne bez recepty w Polsce

Ibuprofen	Benzydamina
Kwas acetylosalicylowy	Salicylamid
Deksibuprofen	Etofenamat
Ketoprofen	Flurbiprofen
Naproksen	Meloksykam
Deksketoprofen	Metamizol
Diklofenak	Salicylan choliny

Toksyczne efekty NLPZ u ludzi

Toksyczność żołądkowo-jelitowa:

- podrażnienie żołądka i owrzodzenia
- krwawienie z przewodu pokarmowego

Toksyczność nerek:

- ostra niewydolność nerek
- przewlekłe choroby nerek

Toksyczność sercowo-naczyniowa:

- zwiększone ryzyko zawału serca i udaru
- nadciśnienie tętnicze

Hepatotoksyczność:

- uszkodzenie wątroby

Reakcje alergiczne:

- reakcje nadwrażliwości
- choroby układu oddechowego

Toksyczność hematologiczna:

- zaburzenia krwawienia

Wpływ na ośrodkowy układ nerwowy:

- bóle głowy, zawroty głowy i dezorientacja

Mikroorganizmy zdolne do biodegradacji NLPZ

Efekty NLPZ na środowisko

Zmiany w ekosystemach:

- kumulacja w łańcuchu pokarmowym
- zaburzenia równowagi ekologicznej
- zmniejszenia różnorodności biologicznej

Wpływ na algi i rośliny:

- zahamowanie wzrostu
- zaburzenia fotosyntezy

Wpływ na bezkręgowce:

- zmniejszenie populacji
- zaburzenia metabolizmu

Toksyczność dla ryb:

- uszkodzenia nerek i wątroby
- zaburzenia hormonalne
- zaburzenia rozmnażania i rozwoju

Wpływ na zwierzęta wyższe:

- spożywanie wody lub organizmów zawierających NLPZ, może powodować uszkodzenie nerek, wątroby czy zaburzenia rozwoju i reprodukcji

Wnioski i perspektywa na przyszłość

Ze względu na gwałtownie rosnące zanieczyszczenie środowiska lekami i idące za tym ryzyko dla zdrowia publicznego niezbędne jest podjęcie odpowiednich działań w celu ograniczenia jego negatywnych efektów:

- poszukiwanie nowych, bardziej efektywnych sposobów na usuwanie NLPZ ze środowiska, jak np. izolacja szczepów mikroorganizmów zdolnych do częściowej bądź całkowitej biodegradacji NLPZ
- zwiększenie świadomości społecznej na temat NLPZ i efektów ich nadużywania
- wprowadzanie nowych regulacji dotyczących ograniczenia dystrybucji NLPZ
- poprawianie metod wykrywania NLPZ w ściekach i wodach powierzchniowych

Literatura

Dziona, A., Nowak, A., Wojcieszńska, D., Potocka, I., Smulek, W., & Guzik, U. (2024). Decomposition of non-steroidal anti-inflammatory drugs by activated sludge supported by biopreparation in sequencing batch reactor. *Bioresource Technology*, 395, 130328.

Nowak, A., Dziona, A., Wojcieszńska, D., & Guzik, U. (2023). Application of Immobilized Biocatalysts in the Biotransformation of Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs. *Applied Sciences*, 13(13), 7789.

Khalidi-Idrissi, A., Madinzi, A., Anouzla, A., Pala, A., Mouhir, L., Kadmi, Y., & Souabi, S. (2023). Recent advances in the biological treatment of wastewater rich in emerging pollutants produced by pharmaceutical industrial discharges. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(10), 11719-11740.

Izadi, P., Izadi, P., Salem, R., Papry, S. A., Magdoui, S., Pulicharla, R., & Brar, S. K. (2020). Non-steroidal anti-inflammatory drugs in the environment: Where were we and how far we have come?. *Environmental Pollution*, 267, 115370.

Petrie, B., & Camacho-Muñoz, D. (2021). Analysis, fate and toxicity of chiral non-steroidal anti-inflammatory drugs in wastewaters and the environment: a review. *Environmental chemistry letters*, 19(1), 43-75.