

ODSTRANĚNÍ NAPROXENU A DIKLOFENAKU POMOCÍ HETEROGENNÍ FOTOKATALÝZY

Vojtěch Trousil, Zuzana Blažková, Eva Slehová, Jana Muselíková,
Oldřich Machalický, Jiří Palarčík, Jiří Cakl

Ústav environmentálního a chemického inženýrství, Fakulta chemicko-
technologická, Univerzita Pardubice

Témata přednášky

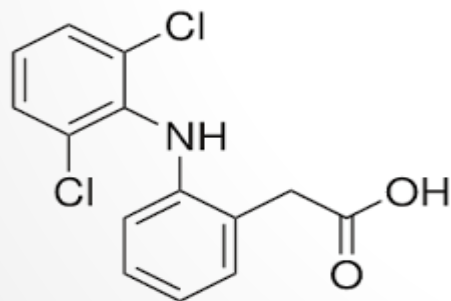
- Problematika diklofenaku a naproxenu v povrchových vodách
- Možnosti odstranění léčiv heterogenní fotokatalýzou
- Heterogenní fotokatalýza diklofenaku a naproxenu
 - Vliv H_2O_2
 - Vliv úpravy pH
- Stanovení ekotoxicity diklofenaku a naproxenu pomocí řasy *Parachlorella kessleri*

Nesteroidní antirevmatika

Diklofenak

2-[2-(2,6-dichloroanilino)fenyl]octová kys.

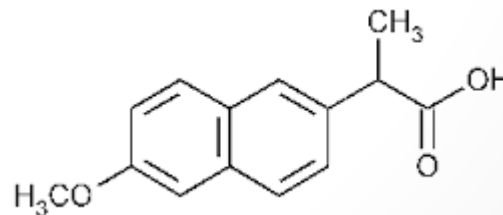
- uveden na trh v r. 1976
- spotřeba v ČR cca 380 tis. Balení (r. 2014)
- účinnost odstranění v ČOV cca 30 %
- $\text{Log } K_{ow} = 4,5$



Naproxen

(2S)-2-(6-methoxynaftalen-2-yl)propanová kys.

- uveden na trh 1973
- spotřeba v ČR cca 140 tis. Balení (r. 2014)
- účinnost odstranění v ČOV cca 40-50 %
- $\text{Log } K_{ow} = 3,18$



Heterogenní fotokatalýza

- Dispergované částičky katalyzátoru absorbují UV záření a následně generují reaktivní $\bullet\text{OH}$ radikály
- Zdroj záření: UV-LED lampa fy. Helling
- Katalyzátor: TiO_2 Precheza AV-01
- Oxidant: molekul. O_2 , H_2O_2

Katalyzátor TiO_2	UV záření
Anatas, krystalický	3x UV LED dioda
Střední velikost částic 0,295-0,310 nm	Maximum emise 365 nm
$\text{pH}_{\text{IEP}} = 1,9$	Intensita UV záření 3 W/cm^2



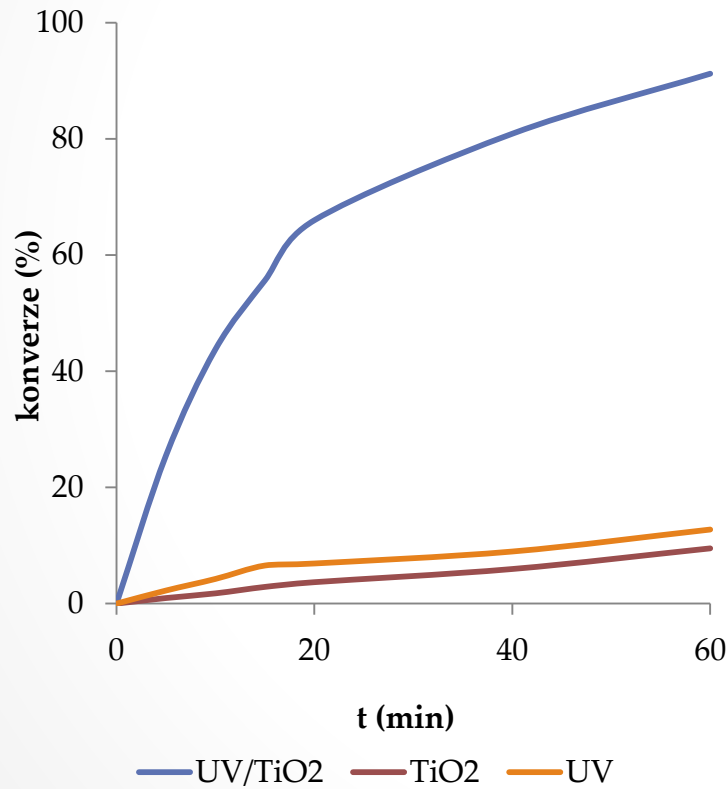
HPLC analýza

	Diklofenak	Naproxen
SF	C18	C18
MF	60 ACN/40H ₂ O	60 ACN/40H ₂ O
Detektor	DAD	FD
λ (nm)	273	237
t_{ret} (min)	8,8	5,3

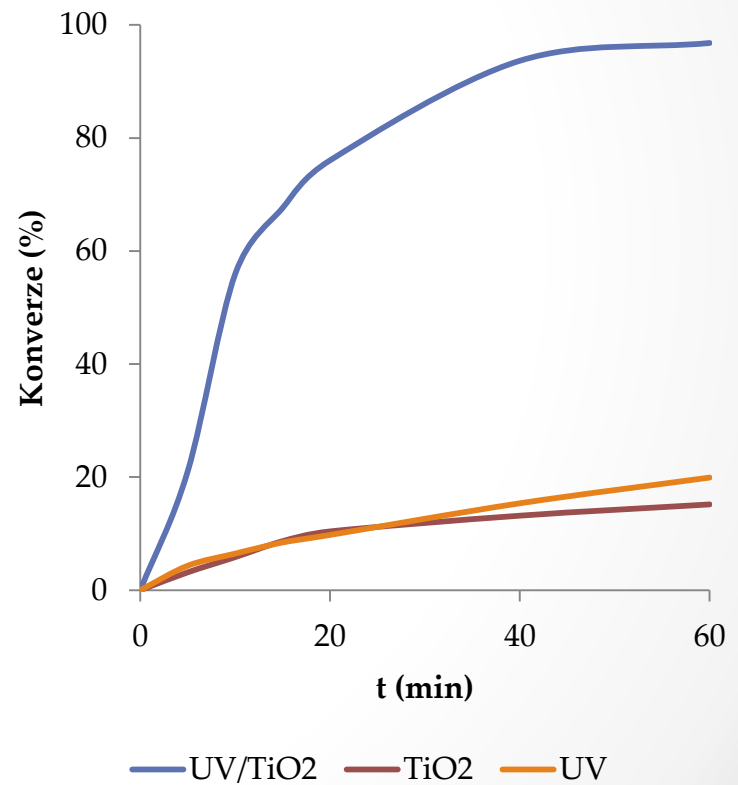
Výsledky:

UV Fotolýza a TiO₂/Vis

Diklofenak

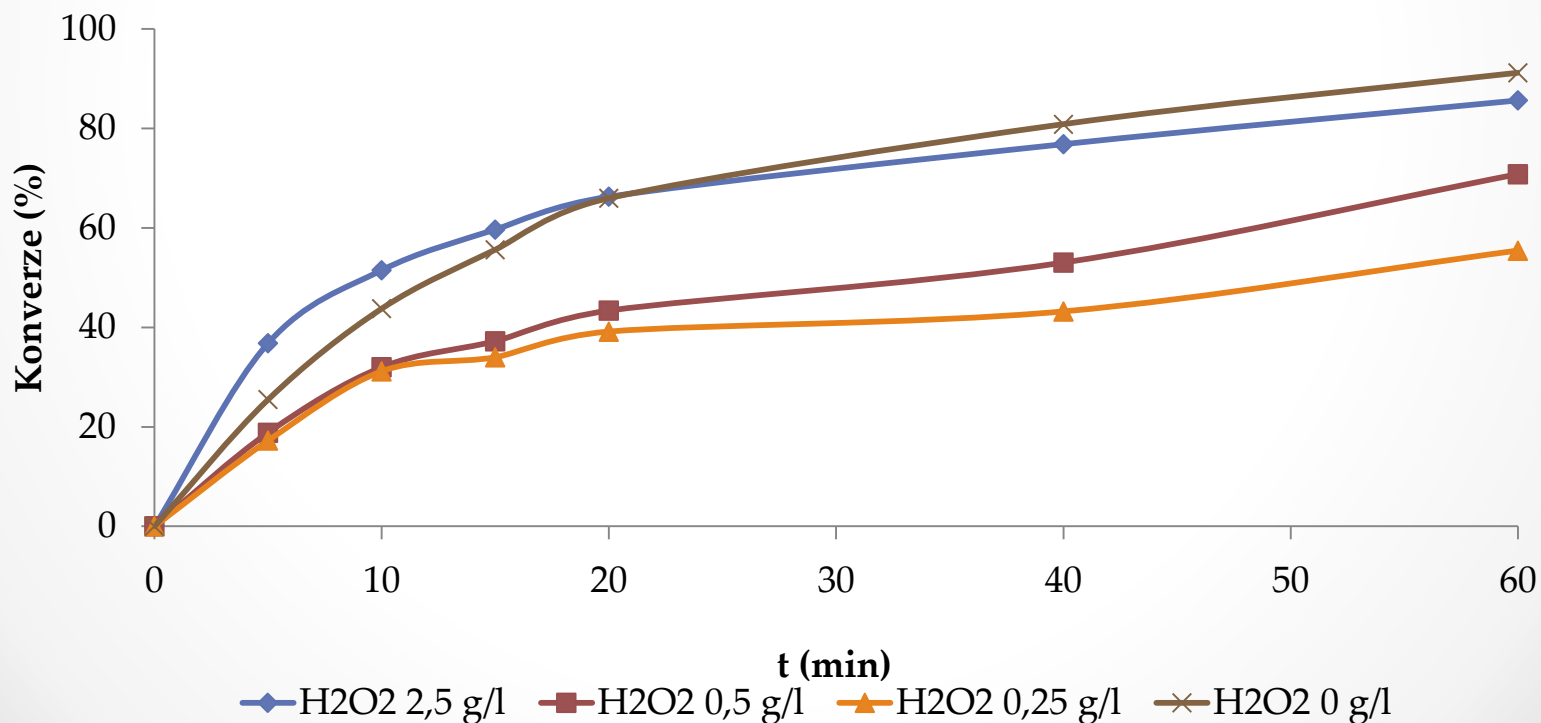


Naproxen



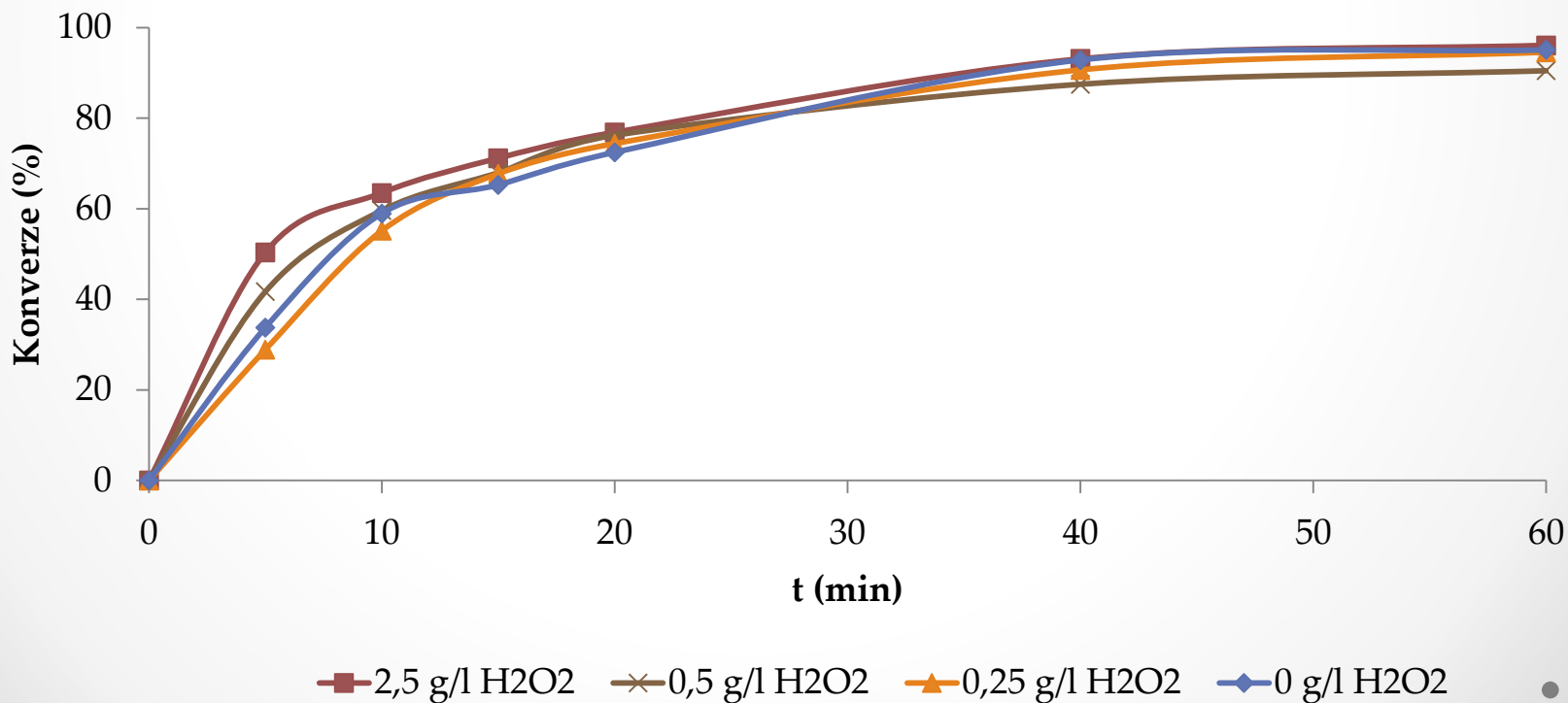
Fotokatalýza diklofenaku spolu s H₂O₂

- 30% H₂O₂ přidán jednorázově na počátku experimentu
- Počáteční koncentrace: 2,5 g/l; 0,5 g/l; 0,25 g/l
- Nejlepších výsledků dosaženo při obsahu peroxidu 2,5 g/l



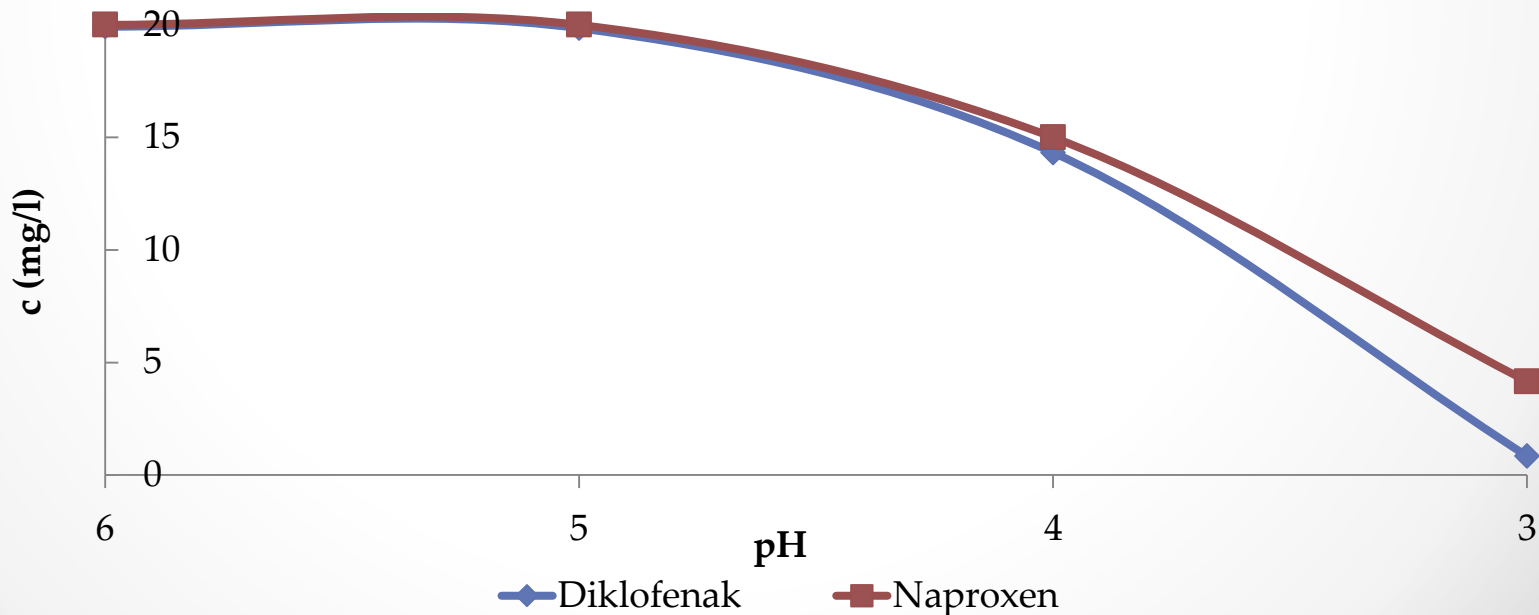
Fotokatalýza naproxenu spolu s H₂O₂

- 30% H₂O₂ přidán jednorázově na počátku experimentu
- Počáteční koncentrace: 2,5 g/l; 0,5 g/l; 0,25 g/l
- Peroxid vodíku v tomto případě nemá výrazný vliv na konverzi naproxenu



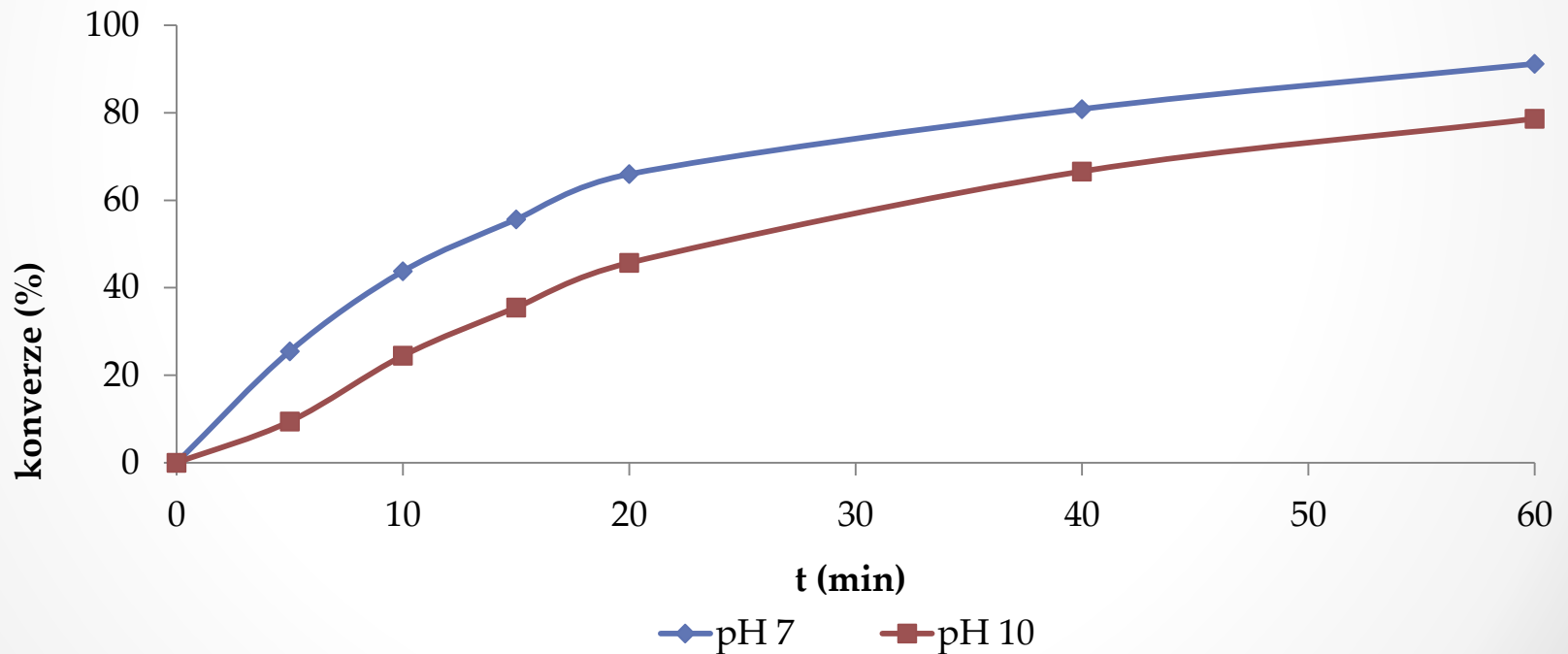
Vliv pH na konverzi léčiv

- Diklofenak a naproxen jsou kyselá léčiva, téměř nerozpustná pod pH 4
- Bylo pozorováno srážení obou léčiv v závislosti na snižujícím se pH



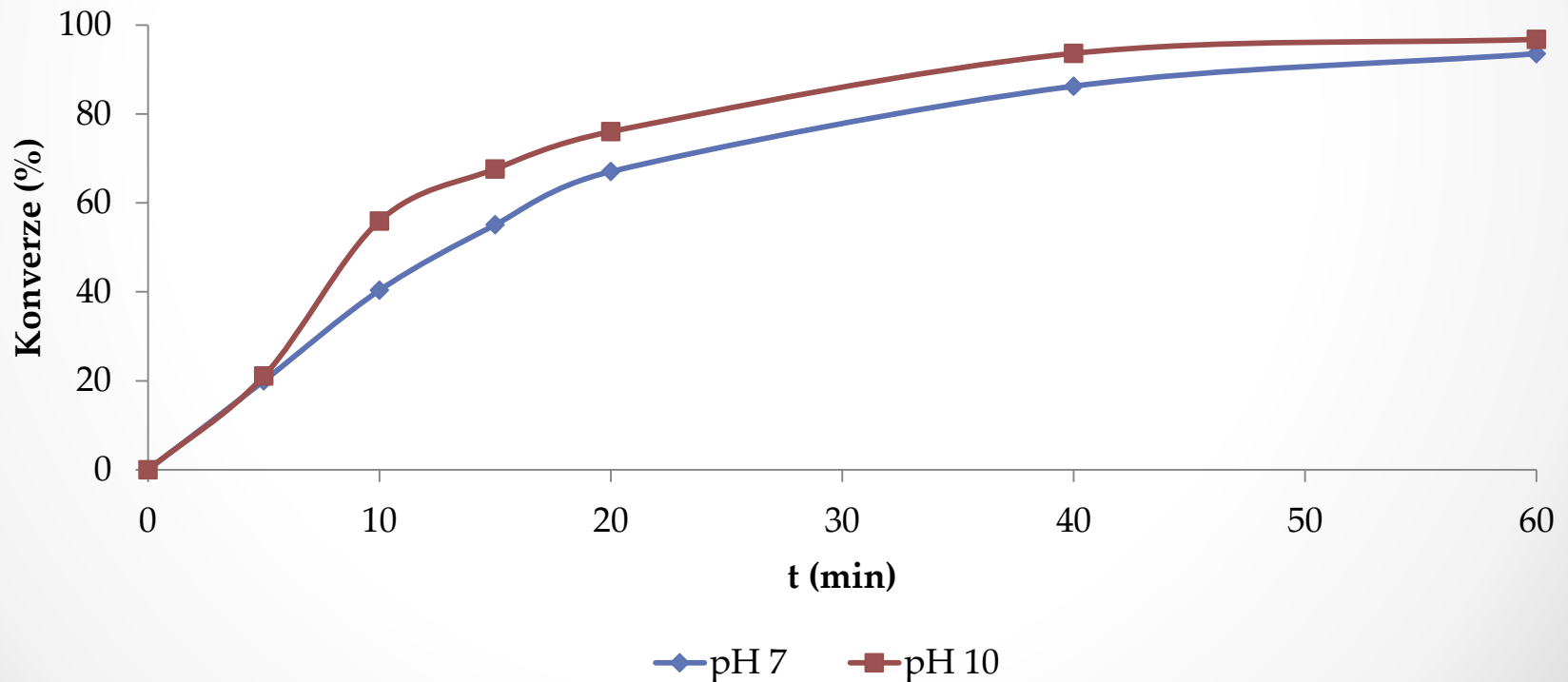
Fotokatalýza diklofenaku, vliv zás. pH

- Během fotokatalytického procesu se hodnota pH prakticky nezměnila ($\text{pH}_{t_0} 10 \rightarrow \text{pH}_{t_{60}} 9,5$)
- V zásadité oblasti nastala konverze 78 %



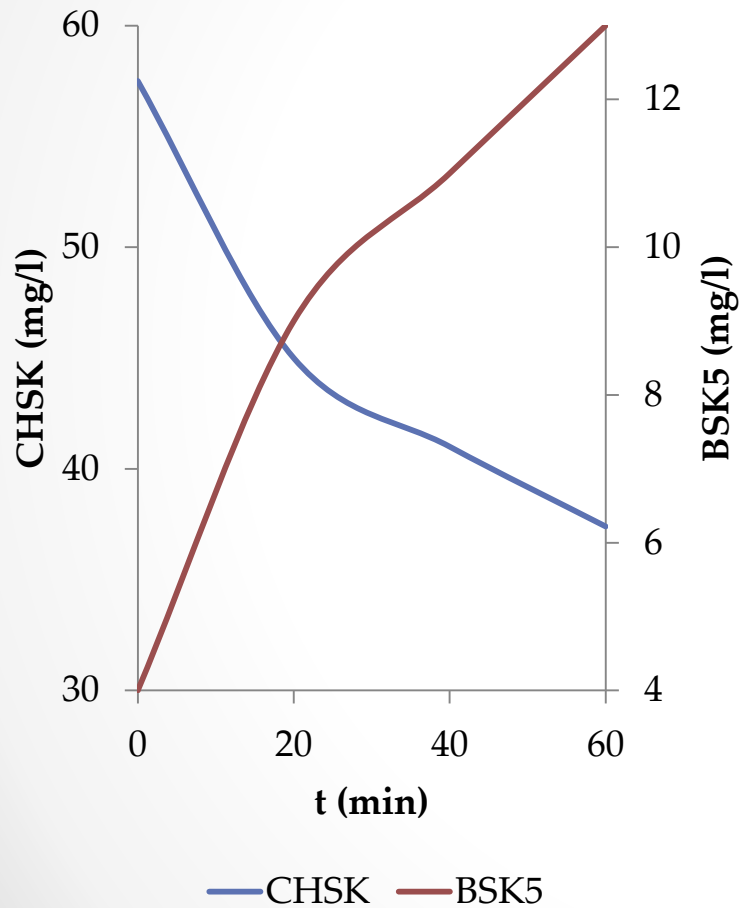
Fotokatalýza naproxenu, vliv zás. pH

- Během fotokatalytického procesu se hodnota pH prakticky nezměnila ($\text{pH}_{t_0} 10 \rightarrow \text{pH}_{t_{60}} 8,9$)
- V zásadité oblasti nastala konverze 93 %

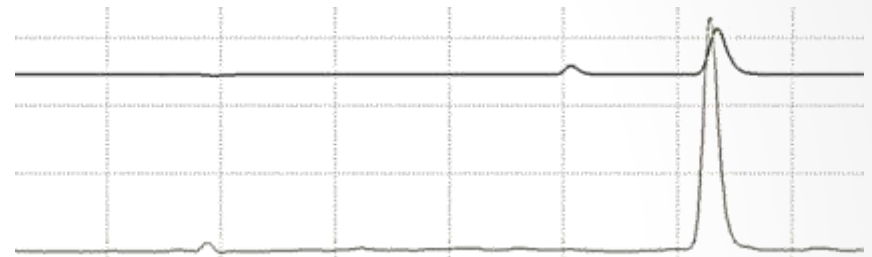


Stanovení ukazatelů BSK₅ a CHSK

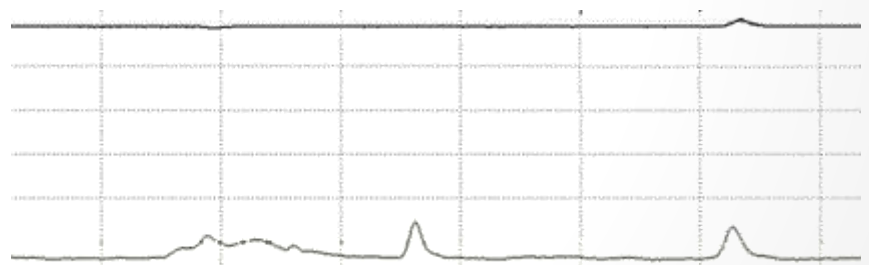
Diklofenak



t= 60 min

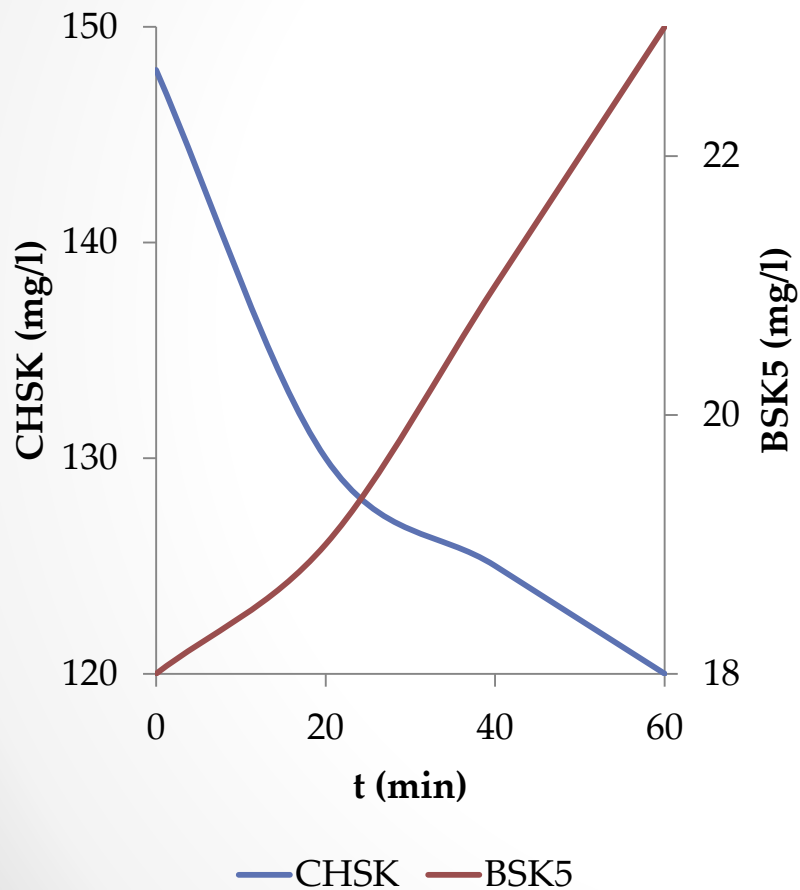


t= 60 min

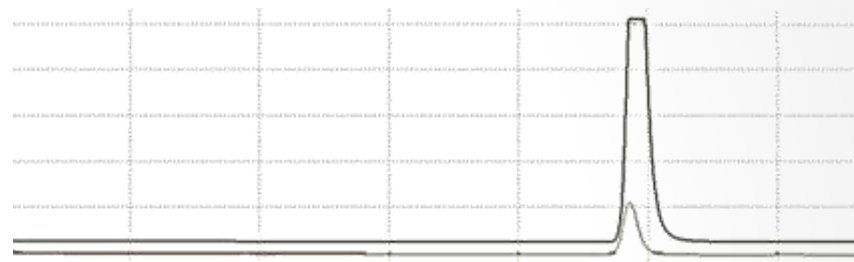


Stanovení ukazatelů BSK₅ a CHSK

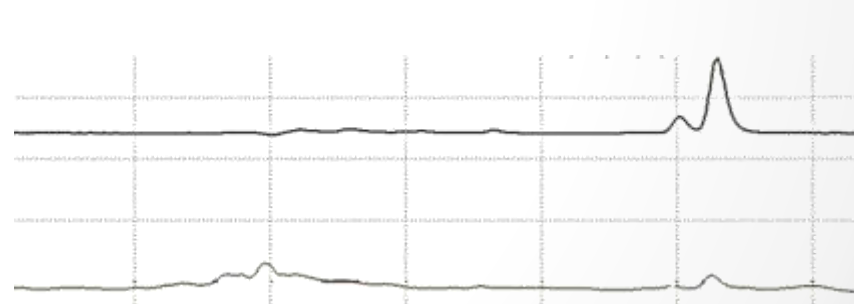
Naproxen



t= 0 min

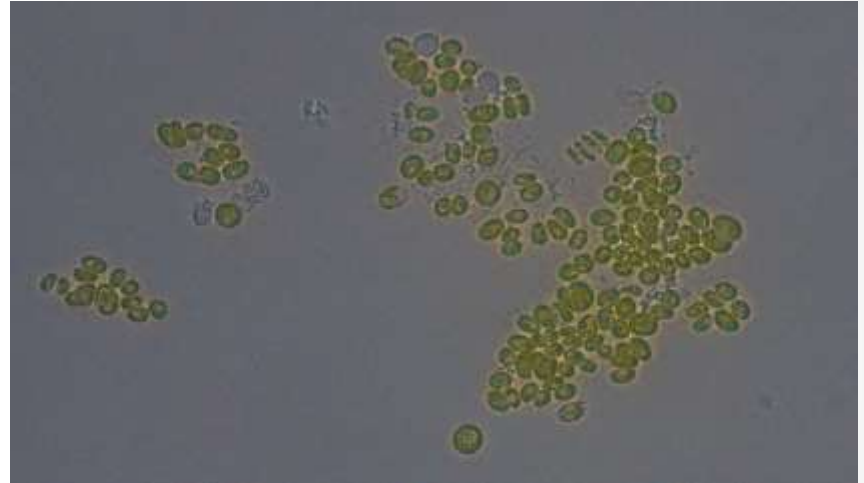


t= 60 min

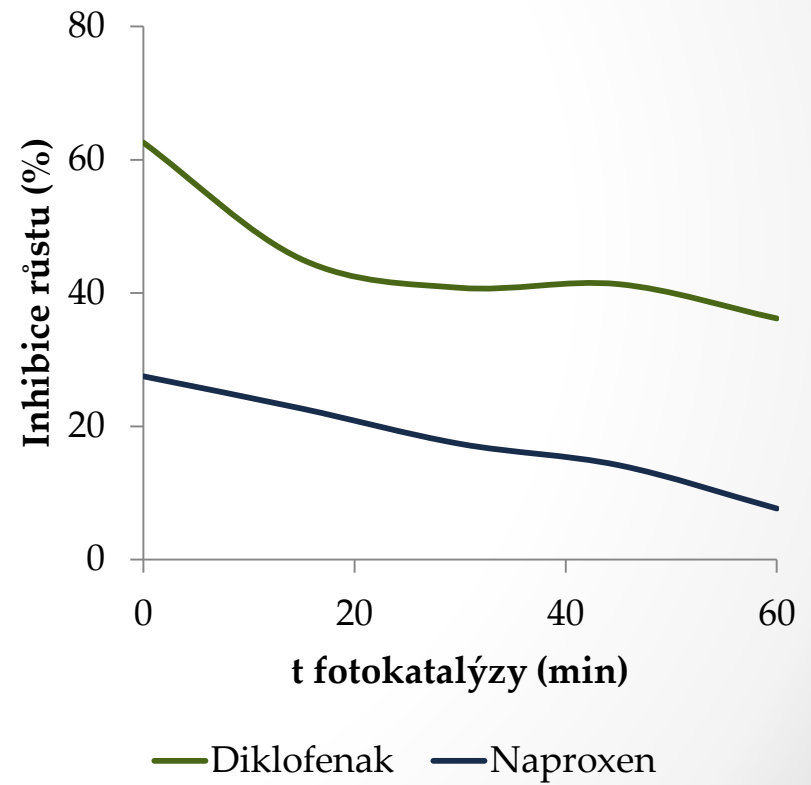
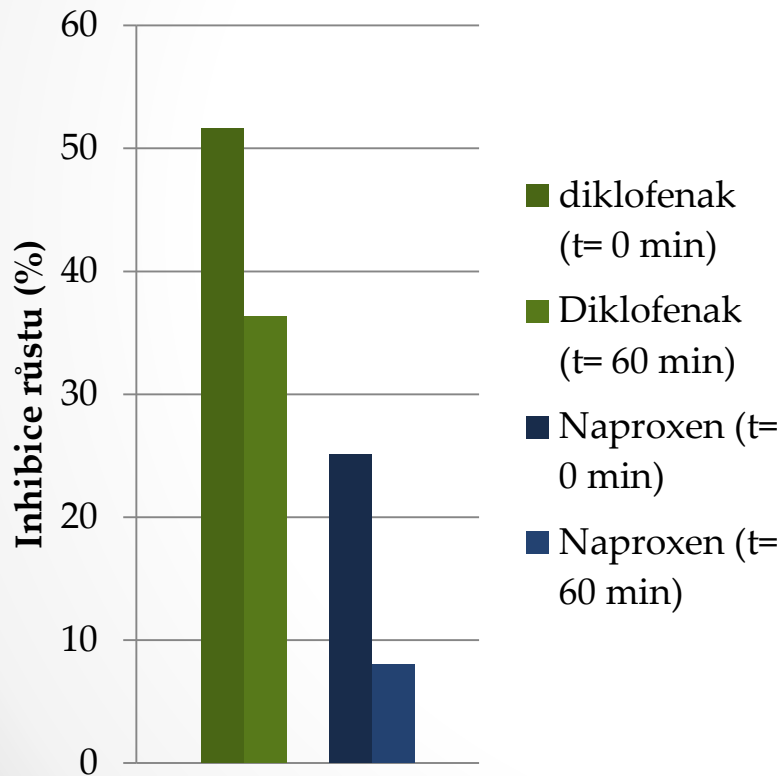


Test inhibice růstu řasy *Parachlorella* *kessleri*

- Cílem testu je zjistit účinek diklofenaku a naproxenu na růst jednobuněčné řasy *Parachlorella kessleri*
- 72 hodinová expozice suspenze řasy roztoku léčiv před a po fotokatalytickém procesu
- Redukce růstu je spektrofotometricky vyjádřena množstvím celkového chlorofylu oproti kontrole



Test inhibice růstu řasy *Parachlorella kessleri*



Závěr

- Během heterogenní fotokatalýzy bylo odstraněno přes 90 % diklofenaku a naproxenu
- CHSK bylo sníženo o 37 % a 23 % pro diklofenak a naproxen
- Biodegradabilita léčiv se zvýšila díky poklesu CHSK a zvýšením hodnot BSK₅
- Po hodině ozařování byla snížena toxicita pro řasu *Parachlorella kessleri* o 42 % a 71 % pro diklofenak a naproxen

Děkuji za pozornost