

VALIDACE METODY AEROBNÍ OXIDACE ODPADŮ

Svatopluk Krýsl

Svatopluk.Krysl@zuusti.cz

Biologický odpad

- **biologicky rozložitelný odpad** ze zahrad a parků, potravinářský a kuchyňský odpad z domácností, restaurací, stravovacích a maloobchodních zařízení a srovnatelný odpad ze zařízení potravinářského průmyslu.
- **biologická stabilita** - důležitý parametr: nestabilní odpady jsou možným zdrojem **skleníkových plynů**, **pachových látek** a mohou se stát i **ohniskem patogenních organismů**.
- **příklady**: komunální odpad, komposty, sedimenty, aktivovaný kal a pod.
- **legislativní shrnutí** problematiky biologických odpadů - viz Metodický návod o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady, literatura ve sborníku přednášek

Test respirační aktivity (AT₄)

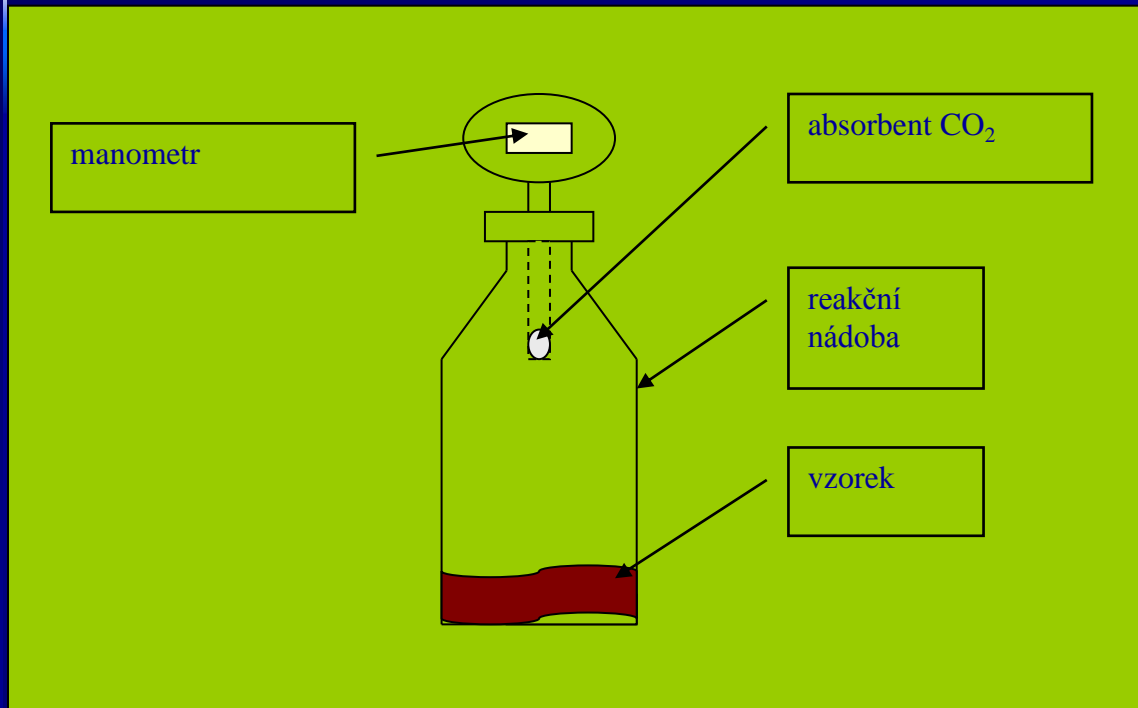
- Požadavek na provedení testu - viz vyhláška č.61/2010 Sb.
- AT₄: test respirační aktivity na základě měření spotřeby kyslíku za 4 dny.
- parametr AT₄ se v naší legislativě objevil již ve vyhlášce č.341/2010 4, kde v tab. č.5.1, je uvedena hodnota parametru AT₄, který musí *stabilizovaný biologicky rozložitelný odpad* splňovat: *<10 mg O₂/g sušiny*.
- zaměření Zkušební laboratoře Plzeň – pracoviště Klatovy:
- kontrola účinnosti hygienizace odpadů prováděné na základě sledování indikátorových mikroorganismů
- stanovení parametru AT₄

Metody sledování biologické stability odpadů

- Používané metody pro sledování biologické stability:
- Respirační aktivita za 4 dny (AT_4),
- Dynamický respirační index za 4 dny (DRI)
- Potenciál vzniku plynů za 21 dní (GB_{21})
- nejpoužívanější metody v Německu, Rakousku, Anglii.
- V naší legislativě je zakotvena metoda AT_4 tak, jak ji popisuje rakouská norma S 2027-1:2004-8.
- **Princip stanovení** respirační aktivity (AT_4) vychází z postupu manometrického stanovení biologické spotřeby kyslíku ve vodách (BSK_5).
- vzorek spotřebovává kyslík a produkuje oxid uhličitý, uvolňuje se teplo (ΔH) a vzniká stabilizovaná biomasa (B) - viz obecně napsaná rovnice:

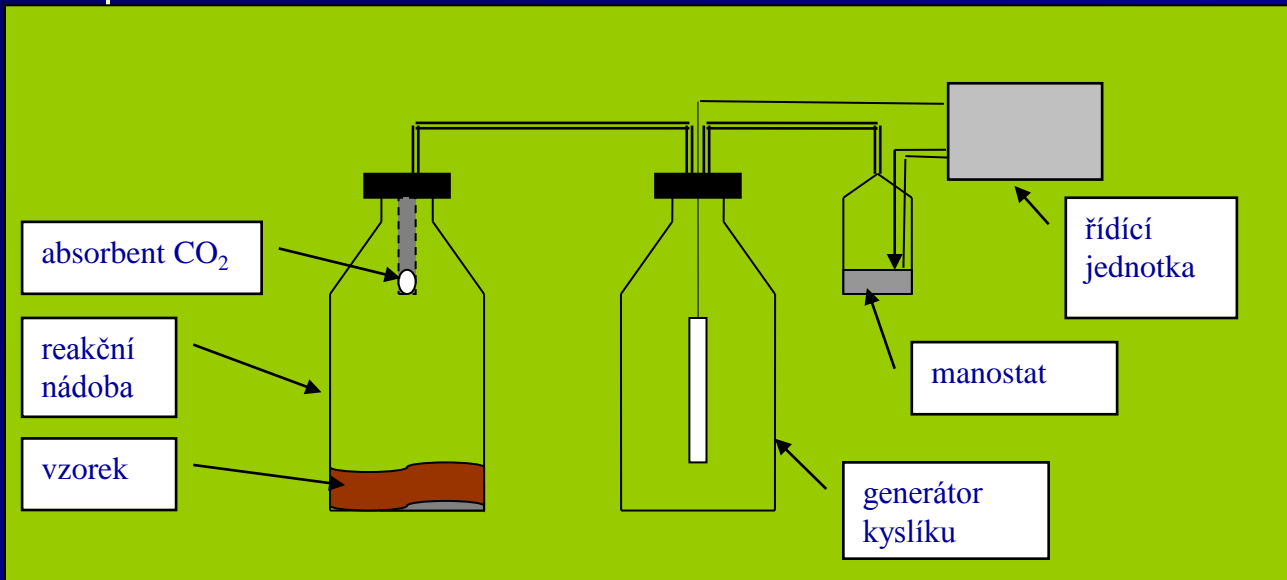


Metody sledování biologické stability odpadů - metoda OxiTop®



Jestliže je do tohoto uzavřeného systému vložen vhodný adsorbent pohlcující uvolňovaný oxid uhličitý (NaOH), vzniká zde podtlak a jeho měřením můžeme zjistit spotřebu kyslíku.

Metody sledování biologické stability odpadů - metoda Sapromat®



kyslík je automaticky generován a doplňován na hodnotu nastaveného tlaku v reakční nádobě, spotřeba elektrického proudu na výrobu kyslíku odpovídá spotřebě O₂

Metody sledování biologické stability odpadů

- **výhody metody OxiTop® :**
jednoduchost provedení, na druhé straně kolísání obsahu kyslíku během měření, nutno doplňovat otevřením nádoby
- **Výhody metody Sapromat®**
relativně přesné stanovení, avšak finančně náročné a méně produktivní
- Metody jsou navzájem **velmi dobře srovnatelné**, mírné snížení výsledků pro některé typy vzorků u OxiTopu.



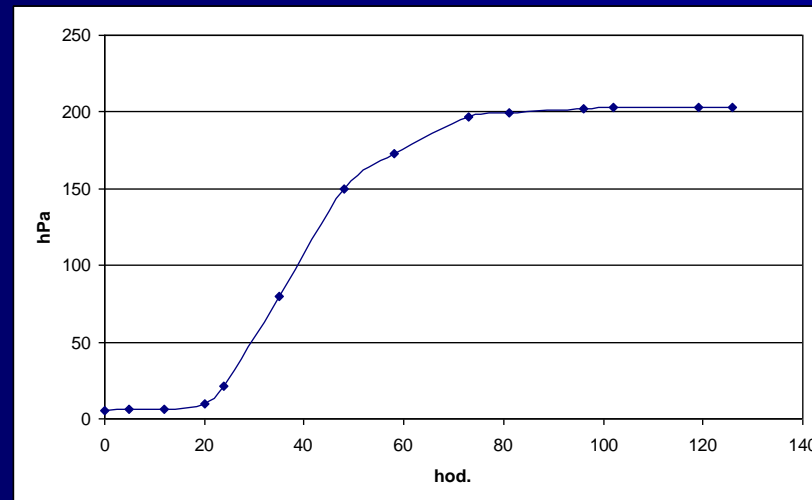
Metody sledování biologické stability odpadů v naší laboratoři

- respirometr BSB 1010T (od firmy WTW) na stanovení BSK₅
- vývoj vhodné **reakční nádoby** - běžné láhve se šroubovacím uzávěrem, které umožnily využít komerčně dodávaný adapter na připojení k manometru



Postup stanovení parametru AT4

- vzorek je upraven na zrnitost <20 mm (podle aktualizace S 2027-1:2004-8 z dubna 2012)
- stanovena sušina
- zvlhčení na optimální obsah vody podle popsaného postupu (odpovídá cca obsahu vody 40-50%)
- pre-aerace po zvlhčení po dobu 5 – 7 h (snížení tzv. lag-fáze)
- navážka 30 g vzorku inkubována při 20 ± 1 °C (1 g NaOH vložen pod hrdlo nádoby)
- v pravidelných intervalech sledována hodnota tlaku uvnitř nádoby



Postup stanovení parametru AT4

Výpočet:

$$AT_4 \text{ mgO}_2 / \text{g} = \frac{\Delta p \times M_{O_2} \times V_g}{R \times T \times m_{\text{suš.}}}$$

Δp rozdíl tlaků za 4 dny, M_{O_2} molární hmotnost kyslíku, V_g objem vzduchu v nádobě, R konstanta ideálního plynu, T teplota ve stupních Kelvina, $m_{\text{suš.}}$ hmotnost vzorku přepočtená na sušinu.

Výhody:

- možnost sériového měření pro více vzorků
- využití různých velikostí lahví
- možnost termostatování na $20 \pm 1^\circ\text{C}$

Nevýhody:

- nutné v určitých časových intervalech manuálně sledovat průběh podtlaku v nádobě a spolu s časovým údajem jej zapisovat

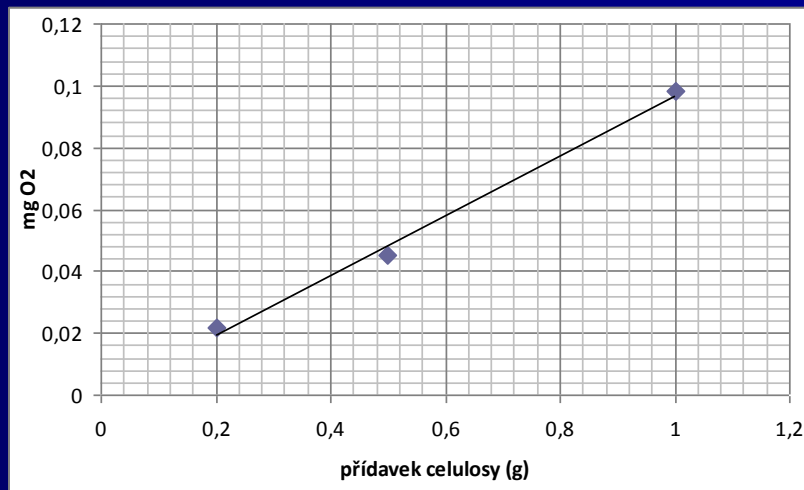
Validace metody AT₄

- **opakovatelnost:** využito triplicitní měření 15 různých vzorků, které se lišily jak složením materie (komposty, aktivované kaly, zeminy), tak i heterogenitou, která především ovlivňovala rozptyl jednotlivých dosažených výsledků.
- **průměrná hodnota směrodatné odchylky** opakovatelnosti byla $\pm 7,2\%$. Výsledky parametru AT₄ se přitom pohybovaly v rozsahu od 1,0 – 50 mg O₂/1g sušiny vzorku.
- **rozšířená nejistota** vycházela jak z hodnot opakovatelnosti, tak z kolísání atmosférického tlaku, nepřesnosti odečtu objemu nádoby a celkově byla vyčíslena na $\pm 20\%$.
- **mez stanovitelnosti** určena na základě výsledků opakovatelnosti: <1 mg O₂/1g sušiny

Validace metody AT₄

Pravdivost

- není k dispozici vhodný referenční materiál s danou vztažnou hodnotou
- vytvoření obdobného systému kontroly, jaký je používán u stanovení BSK₅ - substrát, jehož spotřeba by pomohla určit správnost zjištěného výsledku měření
- vhodným materiálem pro tyto účely se ukázala být celulóza, která v přítomnosti vhodné očkovací substance (v našem případě aktivovaného kalu) vykazuje odpovídající spotřebu kyslíku



Validace metody AT₄

Ze závislosti spotřeby kyslíku na přídavku celulózy vyplývá, že nebylo dosaženo spotřeby kyslíku, která by stechiometricky odpovídala vložené hmotnosti uhlíku (v celulóze je stechiometricky 44,4% C). Její skutečnou spotřebu lze určit pouze stanovením uhlíku na začátku a konci 4 denního testu. Nicméně se lze domnívat, že celulózu lze využít jako vhodný kontrolní vzorek pro respirační stanovení aktivity biologického odpadu.