

## Projekt “Kolobeh živín pre zdravie našich detí,,

Projekt “*Kolobeh živín pre zdravie našich detí,,* bol vybraný na získanie podpory z programu JRK Srdcovka. Projektu bola poskytnutá podpora v hodnote **2 500 EUR**. Nad rámec poskytnutej sumy bol zaangažovaný externý pracovník na dohodu o vykonaní práce so znalosťami chemických postupov a experimentov.

Cieľom projektu bolo získanie nových poznatkov o korelácii fyzikálno-chemických parametrov kompostu a mikrobiálnej biomasy kompostu počas kompostovania. Špecifickým záujmom bolo nájsť praktickú a cenovo dostupnú pomôcku pre sledovanie procesu kompostovania smerom k vysokej biomase prospešného pôdneho mikrobiómu v komposte. Takýto vysoko kvalitný kompost by mal slúžiť nielen ako zdroj živín vo forme humusu ale hlavne ako kvalitný mikrobiálny inokulát pre obnovu života degradovanej pôdy alebo menej kvalitného kompostu na začiatku fázy zretia.

Projekt má prispieť k mikrobiálne zdravej pôde, ktorá je základom zdravia rastlín, zvierat, ľudí aj životného prostredia, účinne viaže a filtruje vodu, viaže atmosférický uhlík, zvyšuje poľnohospodárske výnosy a zlepšuje pripravenosť na klimatické zmeny. Mikrobiálne zdravá pôda dokáže vo veľkej miere podporiť zdravie našich detí, pre ktoré je hra na čerstvom vzduchu v tráve a v prírode prirodzená. Zdravá pôda je základom tréningu imunity našich detí a zostáva dôležitým a často podceňovaným zdrojom nášho zdravia po celý život.

V rámci projektu boli do výšky podpory zakúpené:

- CMC test kit s náplňami na meranie dusíka (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), pH (redox) a sulfidov vo vzorkách kompostu a pôdy. Dokúpená bola farebná karta na určovanie stupnice sfarbenia pri zisťovaní hladiny NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.
- Analógový meter na oxid uhličitý.
- Digitálny teplomer.
- Multikanálová pipeta pre budúce ekologické štúdie pomocou platničiek Biolog EcoPlates.

Počas projektu bola vykonaná séria meraní biologicky kvalitného kompostu, priemyselného kompostu a skládky biologického odpadu pomocou CMC test kitu (Michal Sedlák) a svetelnou mikroskopiou (Lucia Baľáková).

Zistením projektu bolo, že CMC test kitom vieme odmerať základné parametre kompostu aj keď nevieme zjednodušiť ani nahradiť pozorovania svetelnou mikroskopiou. Predovšetkým merania pH a CO<sub>2</sub> sú rýchle a vie ich využiť po krátkej ukážke každý kompost majster. Merania NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, pH (redox) a sulfidov sú náročnejšie a vyžadujú prepočty. S napísaním zjednodušeného postupu na jednotlivé metódy merania je zaučenie na použitie celého CMC test kitu rýchlejšie ako na svetelnú mikroskopiou, ktorá si vyžaduje viac vedomostí.

Srdečne ďakujeme tímu JRK a programu Srdcovka za možnosť získať skúsenosti s meraním rôznych chemických parametrov pri kompostovaní. Zadovážené meracie prístroje a príslušenstvo doplnia vybavenie na meranie dôležitých parametrov kompostu a uľahčia prácu pri skúmaní pôdneho života v komposte v budúcnosti.

Ďalej Vás pozývame na detailnejšie oboznámenie sa s meraniami, ich postupmi a výsledkami ako aj fotkami z meraní.

## Merania

### 1. Meranie fyzikálnych a chemických vlastností kompostov pomocou CMC Mini-Lab od Compost Systems GMBH (Soil and Compost Laboratory)

Dátum odberu a merania:	<b>16.06.2022</b>
Vyhotovenie správy:	<b>07.09.2022</b>
Miesto:	<b>Leopoldov</b>
Autor správy:	<b>Živá záhrada, Michal Sedlák</b>
Vzorky kompostov:	<b>1. young / mladý</b> (cca 5 týždňov) <b>2. old / vyzretý</b> (cca 1 rok) <b>3. very young / čerstvo založený</b> (2 týždne)

Postup: Príprava vzoriek prebehla podľa manuálu (CMC Testkit - Manual, Version: 1.1/08.2019) kap. 3 Sample preparation (str. 3).

Poznámka: podľa tabuľky v CMC test kite je za „old“ / starý kompost považovaný už > 4 týždne, ale 5 týždňový (vz. č. 1) sme pre potreby merania považovali kvôli odlíšeniu za „young“ mladý.

#### Tabuľka 1: Popis vzoriek

Č. vz.	Typ kompostu	Doba od založenia	Navážka Vzorky [g]	Solvent (KCl/dest. voda) [ml]	Riedenie
1	young	5 týždňov	30	90	1:5
2	old/finished	1 rok	50	100	1:3
3	very young	2 týždne	30	120	1:5

Pomocou kitu sa dá orientačne stanoviť koncentrácia:

Dusíka vo forme  $\text{NO}_2^-$  (dusitany = nitrite, anión),  $\text{NO}_3^-$  (dusičnany = nitrate, anión) a  $\text{NH}_4^+$  (amónny/amoniakálny dusík = ammonium, kation) vo výluhu KCl vodného roztoku (0,1 mol/L).

**$\text{NO}_2^-$  (dusitany) a  $\text{NO}_3^-$  (dusičnany)** sa stanovujú pomocou testovacích prúžkov (v tej tube). Po namočení do výluhu sa čaká 1 min (reakčný čas). V priebehu nasledujúcej minúty sa odčítajú hodnoty. Porovnáva sa zafarbenie na prúžku s farebnou škálou na boku tuby.

**$\text{NH}_4^+$  (amónny/amoniakálny dusík)** sa stanovuje postupným zreagovaním s 3 reakčnými činidlami podľa postupu v manuáli (str. 5).

Zafarbenie bolo odhadnuté len pomocou farebnej škály na internete. Dodatočne bol objednaný originálny výtlačok farebnej karty na správne stanovenie farby od firmy Merck (produktové [114657](#)).

Nevýhodou pri stanovovaní hodnôt kvalitných kompostov bohatých na humínové kyseliny je, že už samotný výluh je sfarbený do sýtej hnedej farby, takže vzorku treba viac zriediť, aby bolo možné

porovnať sfarbenie a potom prepočítať podľa riedenia, čím narastá chyba stanovenia, lebo každý má iné oko.

**H<sub>2</sub>S (sulfán=hydrogen sulfide)** pri prvom meraní stanovené neboli. Podľa manuálu na (str. 6) treba do prikrytého pohárika vložiť 2 lyžice vlhkého kompostu, vložiť 2 prúžky „lead acetate paper“. Jeden je ako referencia (vonku), druhý (vo vnútri) na stanovenie. Pridá sa tam 50 ml 18%-nej HCl a prikryje sa petriho miskou. Trochu premieša a po 10 min sa porovná zafarbenie s farebnou škálou na tube. Tu v podstate ide o to, či už je kompost stabilný z hľadiska neprodukcie sulfánu, ktorý by ale malo byť trochu aj cítiť a vzniká za anaeróbných podmienok.

**pH** bolo zmerané pomocou pH-metra ponorením elektródy do príslušného výluhu.

**Potenciálne pH** (potencial pH) - vo výluhu roztokom KCl.

**Aktuálne pH (actual pH)** - vo výluhu čistou destilovanou vodou.

Tu som si pripravil rozpustením farebných kapsulí pufrované roztoky **pH 4 (oranžová)** a **pH 7 (zelená)** do 100 ml dest. vody. Treba to vysypať z kapsule (aby sa rýchlejšie rozpustilo) a potom hodiť aj tú kapsuľu, aby sa roztok zafarbil (to trvá trochu dlhšie).

pH meter nemal priložený návod na kalibráciu a bez neho nebolo možné zistiť, ako ho kalibrovať. Bolo by dobré ho získať od výrobcu pre konkrétny model pH metra v CMC test kite. Premeriavaním pufrov (pH 7 a 4), to cca sedelo. pH meter by mal byť ale nastaviteľný, ak by sa časom rozladil.

**Tabuľka 2: Namerané hodnoty („readouts“)**

Č. vz.	Doba od založ.	Riedenie	Faktor vlhkosti	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> [mg/kg]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/kg]	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/kg]	pH <sub>act</sub>	pH <sub>pot</sub>	Re-dox	H <sub>2</sub> S
1	5 t	1:5	1,3	0	75	180	8,97	8,25		
2	1 r	1:3	1,3	0	100	500	8,67	8,19		
3	2 t	1:5	1,3	1	150	150	9,16	8,46		

**Tabuľka 3: Konečné výsledky („final results“)**

Č. vz.	Doba od založ.	Riedenie	Faktor vlhkosti	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> [mg/kg]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/kg]	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ** [mg/kg]	pH <sub>act</sub>	pH <sub>pot</sub>	pH <sub>act - pot</sub>	Re-dox	H <sub>2</sub> S
1	5 t	1:5	1,3	0	487,5	1170	8,97	8,25	0.72		
2	1 r	1:3	1,3	0	390	1950	8,67	8,19	0.48		
3	2 t	1:5	1,3	6,5	975	975	9,16	8,46	0.7		

\* Na meranie NH<sub>4</sub><sup>+</sup> boli potrebné dodatočné riedenia cca 1:2 kvôli príliš tmavému sfarbeniu humínovými kyselinami + porovnávacie farby boli odčítané len z obrazovky PC.

Poznámka:

- Rozdiel medzi pH<sub>act</sub> a pH<sub>pot</sub> u kompostov musí byť < 0,3
- Rozdiel medzi pH<sub>act</sub> a pH<sub>pot</sub> u pôdy musí byť < 0,5
- Kompost s pH hodnotou > 8 (act aj pot) nie je dokončený, t.j. žiaden z kompostov, ani rok vyzretý kompost, „nesplnil“ parametre stanovené v test kite

**Redox** a **CO<sub>2</sub>** neboli zmerané z časových dôvodov. Redox Treba namerať pomocou Redox sondy a potom vypočítať pomocou vzorca v príručke. CO<sub>2</sub> je možné zmerať pomocou sondy v kufríku.

## 2. Meranie fyzikálnych a chemických vlastností kompostov pomocou CMC Mini-Lab od Compost Systems GMBH (Soil and Compost Laboratory)

Dátum odberu a merania: **07.10.2022**  
 Miesto: **Leopoldov**  
 Autor správy: **Živá záhrada, Michal Sedlák**  
 Vzorky kompostov: **1. Šesť-mesačný biologicky kvalitný kompost, Leopoldov**  
**2. Čerstvý 4 týždňový priemyselný kompost, Výčapy-Opatovce**  
**3. Skládka biologického odpadu, Leopoldov - páchnuca tráva**

Postup: Príprava vzoriek a jednotlivé merania prebehli podľa manuálu (CMC Testkit - Manual, Version: 1.1/08.2019) kap. 3 Sample preparation (str. 3).

Meranie CO<sub>2</sub> pomocou prístroja Brigon-CO<sub>2</sub>-Indicator Testoryt (0-20 %)

Poznámka: podľa manuálu je: 1-old; 2-young a 3-very young kompost

**Tabuľka 4: Popis vzoriek**

Č. vz.	Typ kompostu	Doba od založenia	Navážka Vzorky [g]	Rozpúšťadlo (KCl/dest. voda) [ml]	Riedenie faktor	Vlhkosť faktor
1	old/finished	6 mesiacov	50	100	3	2 (wet)
2	young	Cca 4 týždne	30	90	4	1,5 (moist)
3	very young	Cca 3 dni	30	120	5	2 (wet)

**Tabuľka 5: Namerané hodnoty („readouts“)**

Redox-kalibrácia = 228 mVH

Č. vz.	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	pH <sub>act</sub> (Aq.)	pH <sub>pot</sub> (KCl)	Redox	H <sub>2</sub> S
1	0	50	0,25	9,24	8,22	83	0
2	5	25	0,5	8,96	8,46	100	0
3	0	0	0	8,94	8,55	97	0

**Tabuľka 6: Konečné výsledky („final results“)**

Č. vz.	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> [mg/kg]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/kg]	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ** [mg/kg]	pH <sub>act</sub> (Aq.)	pH <sub>pot</sub> (KCl)	pH <sub>act</sub> - pH <sub>pot</sub>	Redox	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub> [%]
1	0	300	3	9,24	8,22	1,02	28,85	Level 0	9
2	30	150	6	8,96	8,46	1,5	28,82	Level 0	?
3	0	0	0	8,94	8,55	0,39	28,71	Level 0	20+

\* Na meranie NH<sub>4</sub><sup>+</sup> som musel riediť dodatočne cca 1:2 lebo boli vzorky príliš tmavé, napriek tomu sa zle odčítalo kvôli zákalu. Bude treba vzorky ešte lepšie prefiltrovať.

Poznámka: Podľa návodu na CMC Testkit by mal mať dokončený kompost tieto parametre:

- Rozdiel medzi pHact a pHpot u kompostov musí byť  $< 0,3$  u pôdy  $< 0,5$ .
- Kompost s pH hodnotou  $> 8$  (act aj pot) nie je dokončený.
- Ak je test na sulfidy 0-lový, tak kompost nemá detekovateľné hodnoty, a preto sa môže aplikovať na pôdu, ak všetky ostatné testy sú vyhovujúce.
- REDOX hodnota vyzretého kompostu musí byť medzi 27,00 a 29,00.

Záver a zhrnutie merania:

- Rozdiel medzi pHact a pHpot u všetkých kompostov bol  $> 0,3$  čím by podľa CMC Testkitu nemali byť vyhovujúce. Paradoxne najnižší rozdiel bol u zahŕňajúcej trávy (3), ktorá smrdela.
- Všetky 3 komposty mali hodnotu pHact aj pHpot  $> 8$  čím by znova nevyhoveli kritériám daným v manuály pre CMC Testkit, pritom 6-mesačný kompost (1) by už mal byť dávno vyzretý.
- Sulfidy neboli preukázané ani u páchnucej trávy (3). Zrejme treba veľmi silné anaeróbne podmienky, aby došlo k takému hnilobnému procesu, aby vzniklo dostatok detekovateľných sulfidov.
- Redox hodnoty vyhoveli u všetkých vzoriek. Prekvapivo vyhovela aj páchnuca tráva, ktorá sa určite nedá považovať za vyzretý kompost. Neprijemný zápach mal aj kompost vzorky (2) a napriek tomu mal vyhovujúcu Redox hodnotu.

Je možné konštatovať, že zvládnutie všetkých meraní CMC Testkitu napriek ukončenému štúdiu fyzikálnej chémie na Prírodovedeckej fakulte UK v BA a napriek praxi s podobnými činidlami z laboratória nebolo samozrejmé. V návode na meranie Redox hodnoty boli nájdené nedostatky. Namiesto samotného potenciálu v mV hodnotách sa mal merať Redox voči vodíkovej, teda pH elektróde teda v jednotkách mVH a nie len samotný Redox v mV.

V tomto teste boli použité 3 rozdielne komposty: 1. vyzretý, 2. mladý ešte nevyzretý a, 3. veľmi čerstvý ešte rozbiehajúci sa anaeróbny. Väčšine kritérií by nevyhoveli ani jeden z kompostov.

Používanie celého kitu je netriviálne a údržba náročná na to, aby ho bežne používali v obecných, alebo mestských kompostárniach. Jednoduchšie a účinnejšie môže byť zapojiť zmysly ako čuch a zrak. Pri správnom zložení základky, udržiavaní vlhkosti, prístupe kyslíka a kontrole teploty by mal byť výsledný kompost vyhovujúci. Relevantnejší test na toxicitu by bol test klíčivosti.

### 3. Meranie obsahu prospešného pôdneho mikrobiómu vo vzorkách kompostu svetelnou mikroskopiou

Dátum odberu a merania:	<b>07.10.2022</b>
Miesto:	<b>Leopoldov</b>
Autor správy:	<b>Živá záhrada, Lucia Baláková</b>
Vzorky kompostov:	<b>1. Šesť-mesačný biologicky kvalitný kompost, Leopoldov</b> <b>2. Čerstvý 4 týždňový priemyselný kompost, Výčapy-Opatovce</b> <b>3. Skládka biologického odpadu, Leopoldov - páchnuca tráva</b>

#### Postup:

Obsah prospešného pôdneho mikrobiómu bol vyhodnotený metodikou Soil Food Web pomocou mikrobiologického optického mikroskopu.

Predmetom analýzy bolo:

- Kvantifikácia biomasy **baktérií** pri 400x zväčšení a pri riedení 1:1000
- Kvantifikácia biomasy **aktinobaktérií** pri 400x zväčšení a pri riedení 1:10,
- Kvantifikácia biomasy prospešných **húb** a **oomycét** pri 400x zväčšení a pri riedení 1:10,
- Kvantifikácia **prvokov** pri 400x zväčšení a pri riedení 1:10,
- Kvantifikácia **nematód** pri 100x a 400x zväčšení a riedení 1:10,
- Určenie pomeru huby : baktérie,
- Určenie prítomnosti anaeróbných baktérií,
- Určenie prítomnosti patogénnych baktérií.

Základné riedenie 1:10 bolo spravené pridaním 1 ml prípravku/kompostu/pôdy do 9 ml vody. Do analýzy sú započítané živé štádiá baktérií, húb, prvokov a nematód, nepočítajú sa ich dormantné/spiace štádiá akými sú cysty, spóry a vajíčka.

Na kvantifikáciu mikrobiálnej biomasy, počtu prvokov a nematód bol použitý optický mikroskop Bresser BIOSCIENCE Trino s možnosťou zväčšenia 40-1000x, s Koehlerovým osvetlením a s Abbe kondenzorom. Mikrofotografie boli zaznamenané digitálnou kamerou Bresser MicroCam II 12mp.

**Tabuľka 7: Výsledky mikrobiálnej analýzy kompostov svetelnou mikroskopiou**

Číslo vzorky:	1	2	3	Minimálne odporúčané hodnoty pre biologicky kvalitný kompost (Dr. Elaine Ingham, Soil Food Web)
Názov vzorky:	Vyzretý kompost	Cerstvy kompost	Skládka	
Typ vzorky:	Kompost	Kompost	Kompost	
Plodina:	-	-	-	
GPS N:	-	-	-	
GPS E:	-	-	-	
Prítomnosť anaeróbných baktérií	Nie	Áno	Nie	Nie
Prítomnosť patogénnych baktérií	Nie	Nie	Nie	Nie
<b>Prospešné mikroorganizmy</b>				
Bakteriálna biomasa (µg/g)	258	6 908	1 937	> 135 µg/g
Aktinobakteriálna biomasa (µg/g)	1,7	0,4	0,6	< 10 µg/g ak chceme rozvoj mykorízy > 10 µg/g ak chceme mykorízu potlačiť (kapustoviny)
Hubová biomasa (µg/g)	468	0	18	> 135 µg/g
Vážený priemer hubových vlákien (µm)	3,8	0,0	4,0	
Pomer HUBY : BAKTÉRIE	1,801	0,000	0,009	> 0,3-0,8
Prospešné prvoky (počet/g)	3 694 487	0	35 869	> 10.000 /g
Bičíkovce (počet/g)	35 869	0	0	
Améby (počet/g)	3 658 618	0	35 869	
Prospešné nematódy (počet/g)	440	0	0	> 100 /g
Nematódy živiace sa baktériami (počet/g)	440	0	0	
Nematódy živiace sa hubami (počet/g)	0	0	0	
Nematódy dravé (počet/g)	0	0	0	
<b>Nežiadúce mikroorganizmy</b>				
Oomycéty biomasa (µg/g)	0	0	30	< 10% biomasy húb
Vážený priemer vlákien oomycét (µm)	0	0	3	
Nálevníky (počet/g)	0	0	0	< 40.760 /g
Nematódy živiace sa koreňmi (počet/g)	0	0	0	0

**Záver a zhrnutie merania:**

- Vzorka 1 obsahuje okrem baktérií aj všetky ostatné skupiny prospešných organizmov ako huby, prvoky a nematódy. Kompost je vhodný na oživenie degradovanej pôdy.
- Vzorka 2 obsahuje iba baktérie. Rozvoj húb, prvokov a nematód počas fázy zretia by umožnila inokulácia chýbajúcimi skupinami organizmov.
- Vzorka 3 obsahuje s výnimkou nematód všetky ostatné skupiny prospešných organizmov, a obsahuje aj nežiadúce oomycéty/plesne. Materiál, z ktorého bola vzorka odobraná treba urýchlene prevzdušniť.
- Výsledky chemických a biologických meraní rovnakých vzoriek zo dňa 7.10.2023 nám dávajú separátne sety dát bez vzájomnej korelácie.

Foto



Obr. 1: Predstavenie CMC kitu a cieľa projektu podporeného programom JRK Srdcovka návštevníkom kompostárne





Obr. 2: Meranie obsahu CO<sub>2</sub> na skládke biologického odpadu, 7.10.2022



Obr. 3: Meranie obsahu CO<sub>2</sub> v kompostovej zakládke, 7.10.2022, foto: Michal Sedlák



Obr.4 : Meranie obsahu CO<sub>2</sub> v kompostovej zakládke, 7.10.2022, foto: Michal Sedlák



Obr. 6: Využitie teplomera počas stretnutia ku kompostovaniu s poľnohospodármi



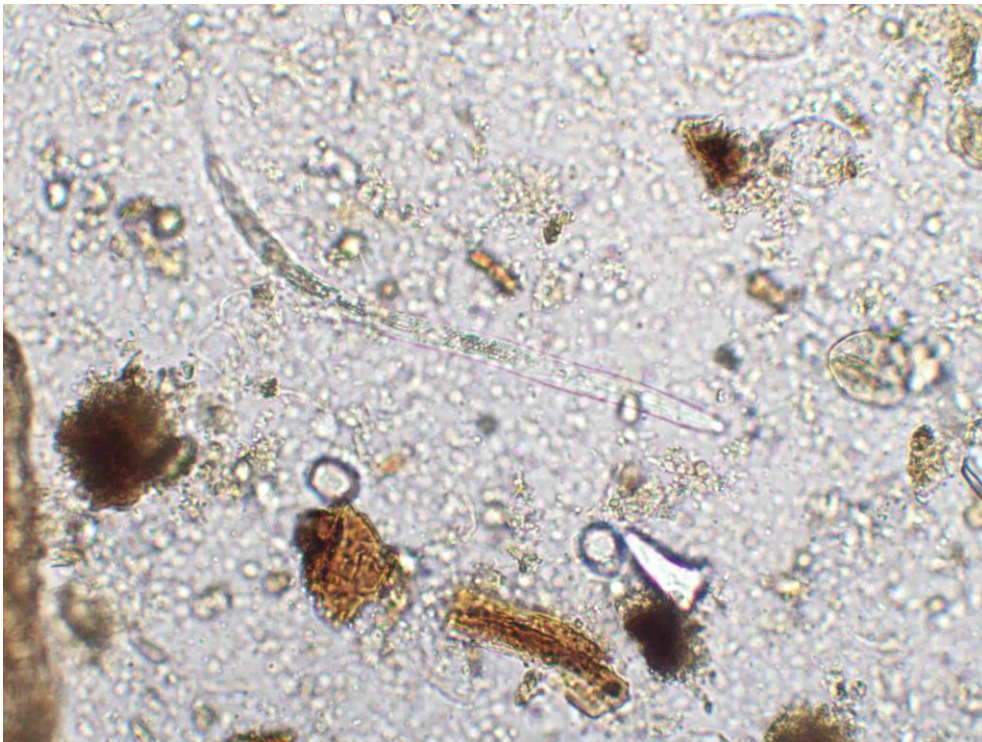
Obr. 7: Meranie rôznych foriem dusíka, foto: Michal Sedlák



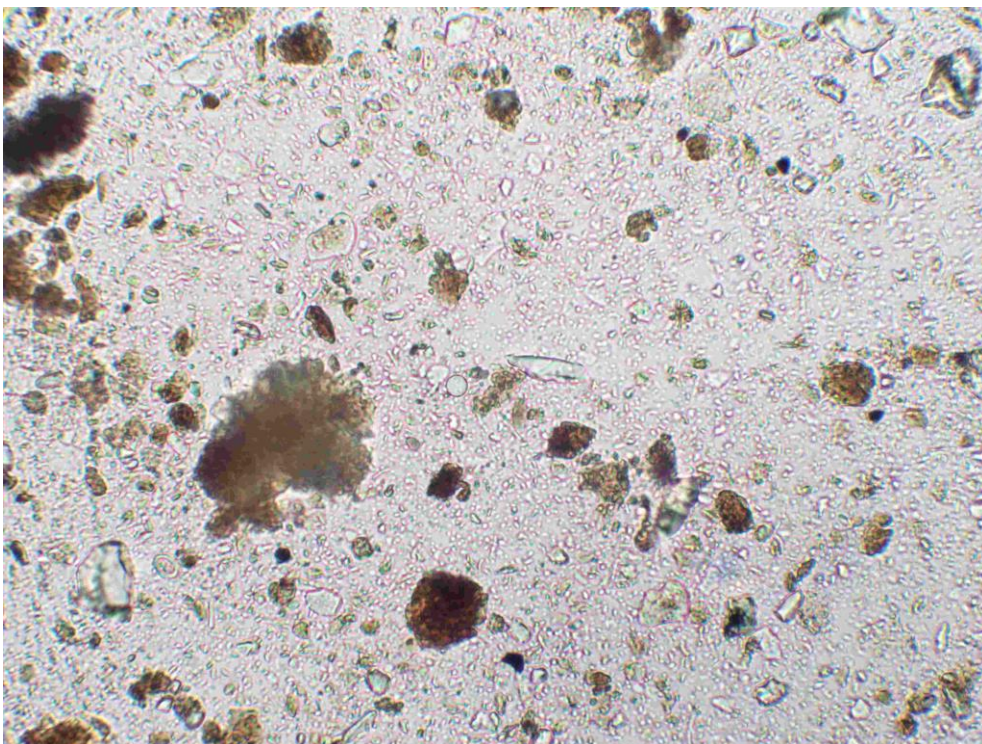
Obr. 8: Meranie sulfánu H<sub>2</sub>S, foto: Michal Sedlák



Obr. 9: Meranie sulfánu H<sub>2</sub>S, foto: Michal Sedlák



Obr. 10: Biologicky kvalitný kompost, 400x zväčšenie



Obr. 11: Priemyselný kompost, 100x zväčšenie



Obr. 12: Skládka s páchnucou trávou, 400x zväčšenie

## Udržateľnosť projektu

Zadovážené meracie prístroje a príslušenstvo (CO<sub>2</sub> meter) doplnia vybavenie na meranie parametrov kompostu pri skúmaní kompostu a pôdy. Vybrané merače (pH, teplomer) a nástroje (multikanálová pipeta) sa stanú aktívnou súčasťou práce na kompostárni a skúmania života pôdy a kompostu. Vybrané merania CMC test kitom bude možné poskytnúť ako službu alebo po zjednodušení návodu a zaučení personálu zapožičať kompostárni. CMC test kit nebude vhodný na experimentálnu prácu s kompostom s deťmi základných a stredných škôl.

Srdečne ďakujeme tímu JRK za možnosť zúčastniť sa programu Srdcovka!!!

14.02.2023, Živá záhrada, s.r.o., [zivazahradaSK@gmail.com](mailto:zivazahradaSK@gmail.com), Lucia Baľáková, +421 917 454497

[www.zivazahrada.sk](http://www.zivazahrada.sk)

[www.pedavita.sk](http://www.pedavita.sk)

[www.facebook.com/zivapoda](https://www.facebook.com/zivapoda)

Živá záhrada s.r.o. je registrovaný sociálny podnik v Leopoldove s dlhodobým cieľom obnovovať mikrobióm a biodiverzitu pôdy a integrovať zdravotne znevýhodnených a zraniteľných.