



EKOTOXIKOLOGICKÉ HODNOCENÍ ORGANICKÝCH HNOJIV

Mgr. Markéta Svobodová

ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ
Oddělení mikrobiologie a biochemie



ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ

- je specializovaný úřad státní správy zřízený zákonem č. 147/2002 Sb.
- je organizační složkou státu
- je správním úřadem, podřízeným Ministerstvu zemědělství
- je držitelem certifikátu ISO 9001:2015 pro výkon státní správy, úřední kontroly a souvisejícího zkušebnictví v oblasti vstupů do zemědělství

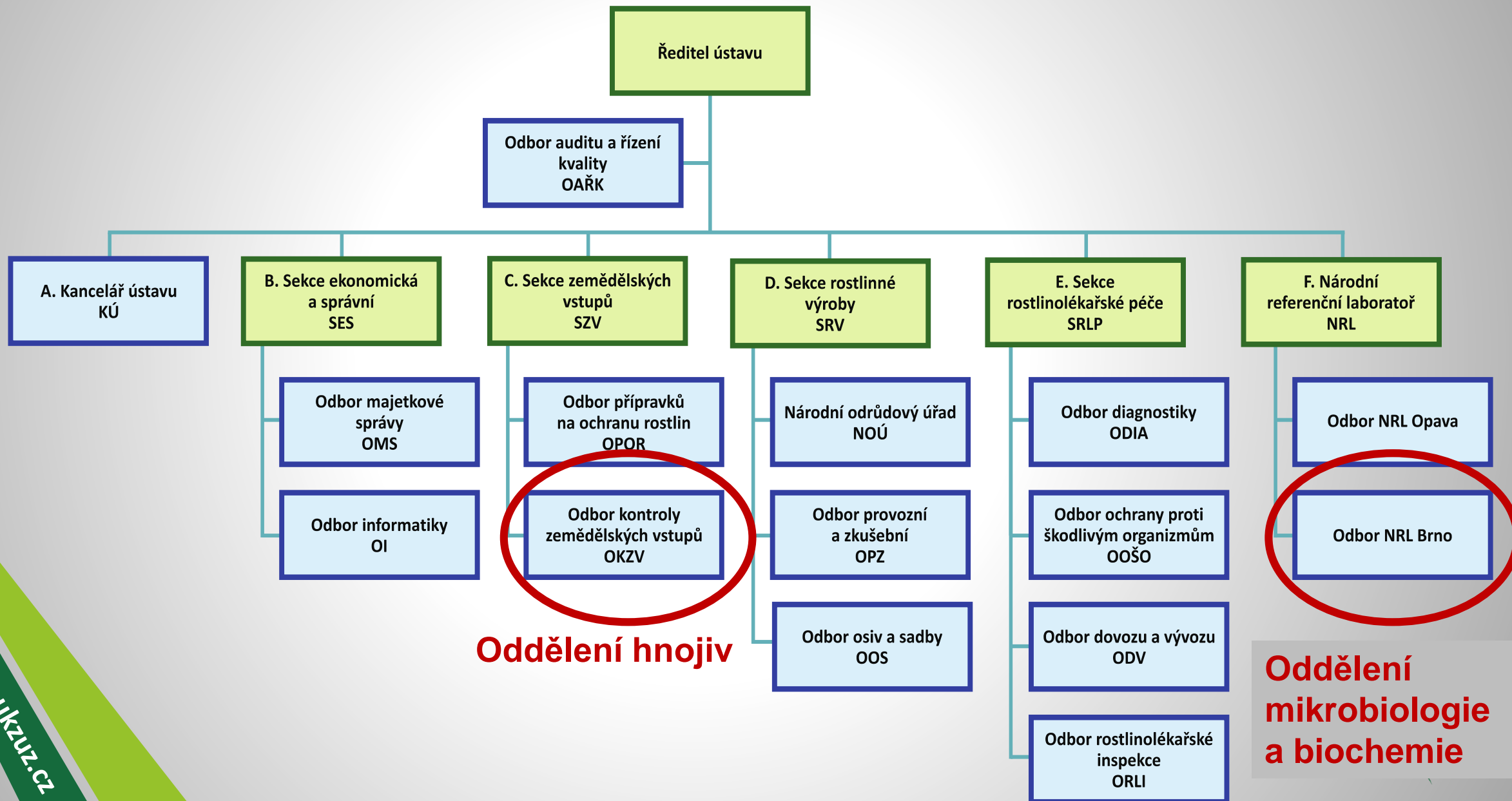
- sídlo ústavu je v Brně a jeho činnost je zabezpečována na pracovištích na území celé České republiky



ÚKZUZ provádí správní řízení a vykonává jiné správní činnosti, odborné a zkušební úkony, kontrolní a dozorové činnosti v oblastech:



ORGANIZAČNÍ STRUKTURA ÚSTAVU



BIOLOGICKY ROZLOŽITELNÝ ODPAD → ORGANICKÉ HNOJIVO

= odpad, který je schopen aerobního nebo anaerobního rozkladu

ZDROJE

- zemědělství
- potravinářství a lesnictví
- zpracování dřeva, kůží
- papírenský a textilní průmysl
- biologicky rozložitelná složka komunálních odpadů

**Tvoří zhruba 23% veškeré
produkce odpadů**

ORGANICKÉ ODPADY VYUŽITELNÉ V ZEMĚDĚLSTVÍ

- **Statková hnojiva**
- **Komposty**
- **Digestáty**
- **Upravené kaly z ČOV**
- **Sedimenty**



PROSPĚCH X RIZIKA

- **Přeměna odpadů na produkt** (druhotnou surovinu)
- Zachování či obnovení půdní kvality a úrodnosti
- **Zvýšení obsahu organické hmoty** v půdě
- Zvýšení kapacity pro zadržování vody v půdě
- **Zvýšení obsahu živin** v půdě pro růst zemědělských plodin
- Snížení potřeby anorganických hnojiv

X

- **Zvyšování obsahu těžkých kovů** v půdě
- **Vnášení cizorodých (toxických) látek** do půdy
- Patogenní mikroorganismy
- Zvýšení emisí CO₂ a N₂O
- Amoniak - může inhibovat růst kořene rostlin
- Dusičnany - vyplavování do povrchových a podzemních vod
- Snížení půdní kvality v důsledku **negativního vlivu na půdní ekosystém**



LEGISLATIVA HNOJIV



- **Zákon č.156/1998 Sb. o hnojivech**, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech)
- **Vyhláška Ministerstva zemědělství č.474/2000 Sb. o stanovení požadavků na hnojiva**
 - Limitní hodnoty rizikových prvků
- **Vyhláška Ministerstva zemědělství č.273/1998 Sb. o odběrech a chemických rozborech vzorků hnojiv**
 - Chemické rozbory – živiny, rizikové látky a prvky
 - Biologické zkoušky – výživa rostlin
 - Mikrobiologické zkoušky – patogenní mikroorganismy

+ Ekotoxikologické zkoušky (připravuje se)



EKOTOXIKOLOGICKÉ TESTY X CHEMICKÁ ANALÝZA

- Chemická analýza je požadována legislativou před aplikací hnojiv na půdu

CHEMICKÉ ANALÝZY samotné NEDOKÁŽOU postihnout reálné riziko pro živé organismy:

- reálná expozice se liší podle **biodostupnosti** toxických prvků a látek v dané situaci
- jde vždy o **směs toxikantů**, která působí jinak než jednotlivé toxikanty
- spektrum analytických metod (tedy i limitních hodnot) je omezené a ve vzorku mohou být přítomny **neanalyzované** významně toxické látky
- negativní **vlivy matrice** samotné bez ohledu na obsah toxikantů na živé organismy či interakce vlivu matrice s efekty toxikantů

EKOTOXIKOLOGICKÝ PŘÍSTUP hodnotí celkový efekt hnojiv na půdní biotu ve spojení s vlastnostmi prostředí



PROČ PŮDNÍ EKOTOXIKOLOGICKÉ TESTY?

Biotesty jsou vhodné pro **hodnocení komplexních směsí** jako jsou odpady, kaly ČOV, sedimenty, komposty, hnojiva apod.

KONTAKTNÍ (půdní) **X NEKONTAKTNÍ** (výluhy)

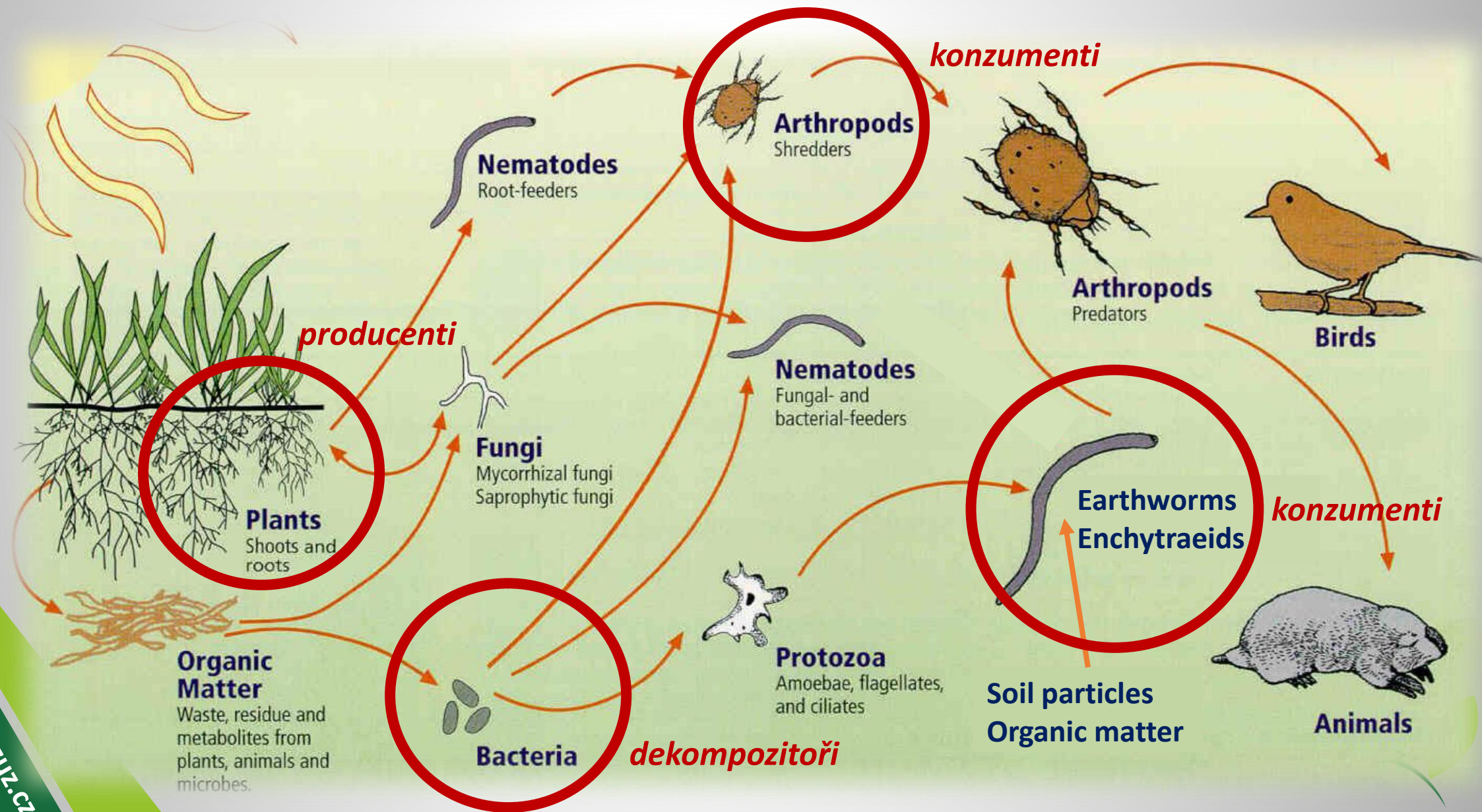
Hodnocení toxicity výluhů:

- test s dafnií
- řasový test
- test s okřehkem
- test s luminiscenční bakterií
- účinky na půdní organismy **nelze zcela extrapolovat z testů akvatických** (osud kontaminantu v půdním prostředí, vliv na reálnou **biodostupnost** pro půdní organismy, **vlivy samotné matrice**)

Kontaktní testování má pro pevné odpady (hnojiva) nesrovnatelně **vyšší vypovídací schopnost**



BATERIE EKOTOXIKOLOGICKÝCH TESTŮ



BATERIE EKOTOXIKOLOGICKÝCH TESTŮ

Kategorie	Organismus	Hodnocený parametr	Reference
Akutní	Heterotrofní mikroorganismy	inhibice respirace	ISO 17155
Akutní	Nitrifikační bakterie oxidující amoniak	inhibice rychlosti nitrifikace	ISO 15685
Akutní	<i>Lactuca sativa</i> (salát)	inhibice růstu kořene	ISO 17126
Chronický	<i>Folsomia candida</i> (chvostoskok)	inhibice reprodukce	ISO 11267
Chronický	<i>Enchytraeus crypticus</i> (roupice)	inhibice reprodukce	ISO 16387



KONCENTRAČNÍ ŘADA

Chceme zjistit, zda je doporučená dávka bezpečná

- Vycházíme z **nejvyšší doporučené dávky** (t/ha, l/ha)
- Množství testovaného materiálu pro aplikaci na půdu se přepočítává podle reálného modelu, kdy se předpokládá standardní hloubka při zapravování hnojiv do půdy (obvykle kolem 30 cm) – v laboratorních podmínkách 10 cm (možný horší scénář)
- Pro výpočet aplikačních dávek se počítá s hodnotou hustoty půdy 1,5 g/cm³
- Koncentrační řada se volí tak, **aby doporučená dávka ležela uprostřed + kontrolní varianta**
- Ředící faktor **2**
- **Homogenní aplikace** přípravku do půdy
 - Standardní půda (písek 50-75%, pH 5,5-7,5, OC 0,5-1,5%, C mikrobiální biomasy min. 1% z celkového OC)
 - Artificiální půda (rašelina 10%, kaolin 20%, písek 70%, CaCO₃, pH 5,5-6,5)



INHIBICE SUBSTRÁTEM INDUKOVANÉ RESPIRACE

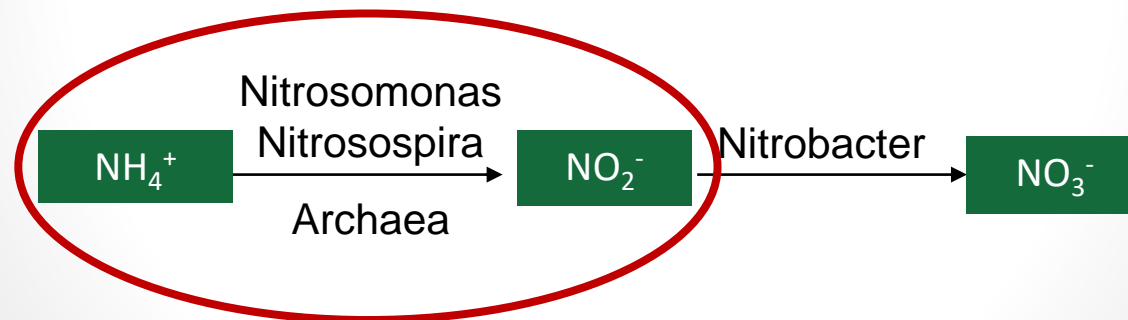
- **Mineralizace substrátu mikrobiálním společenstvem**
- Dlouhodobý inkubační pokus: 28 - 98 dní
- Testované koncentrace: kontrola, DD a 2DD
- Standardní půda
- Přídavek glukózy jako substrátu
- Spotřeba O₂ měřená poklesem tlaku

- Inhibice respirace 28.den **menší než 25%**
 - test je ukončen a testovaný materiál je považován za **netoxický**



KRÁTKODOBOU NITRIFIKAČNÍ AKTIVITU - SNA

- Inkubace 2 a 6 hodin
- Standardní půda
- Substrát $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- Příklad NaClO₃ inhibuje oxidaci NO_2^- na NO_3^-
- **Nitrifikační bakterie**



- Koncentrace dusitanových iontů se stanoví **spektrofotometricky**



INHIBICE REPRODUKCE CHVOSTOSKOKA

CHOV

- Druh *Folsomia candida*
- Ovlhčený substrát ze sádry a aktivního uhlí
- Krmení sušeným droždím

TEST

- Dospělí jedinci staří 11-12 dnů



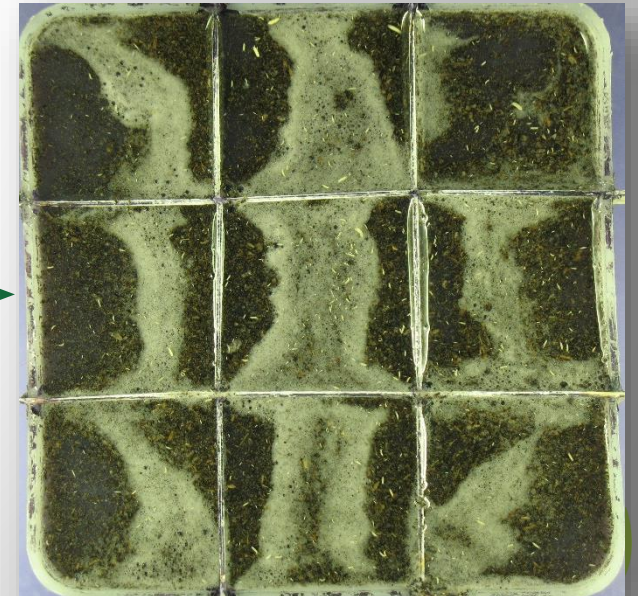
10 chvostoskoků



30g artificiální půdy
50% WHC



32 dní
20 ± 2°C
16:8
(světlo:tma)



flotační metoda

INHIBICE REPRODUKCE ROUPICE

CHOV

- Druh *Enchytraeus crypticus*
- Bakteriální agar
- Krmení autoklávovanými mletými ovesnými vločkami

TEST

- Dospělí jedinci s viditelným opaskem



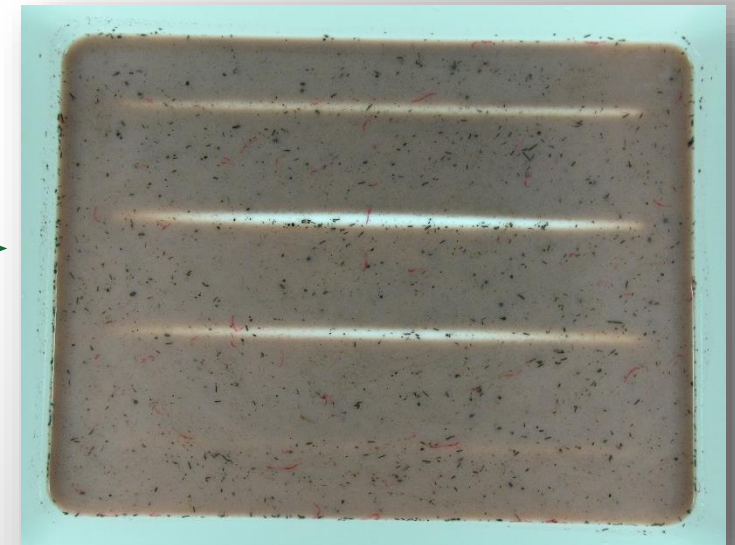
10 roupic



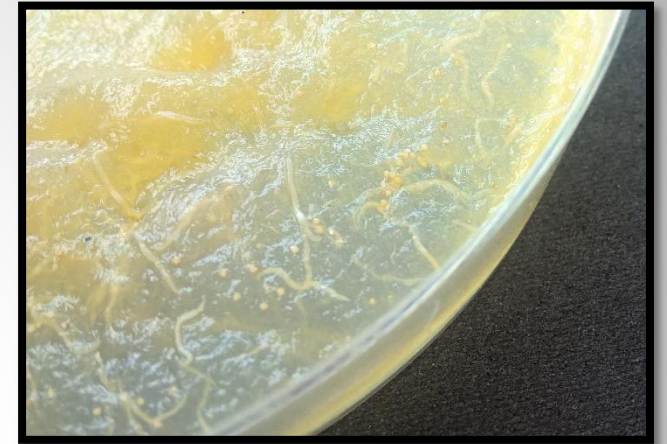
20g *artifická* půdy
50% WHC



28 dní
20 ± 2°C
16:8
(světlo:tma)



flotační metoda



INHIBICE RŮSTU KOŘENE SALÁTU *LACTUCA SATIVA*

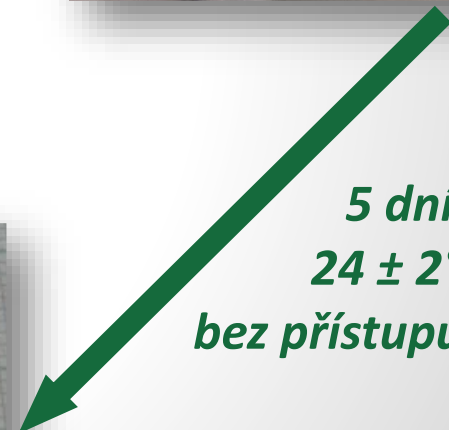


*předklíčení semínek salátu 20-30h
kořínek 2 mm*

*200g artificiální půdy
60% WHC*



15 naklíčených semínek



*5 dní
24 ± 2°C
bez přístupu světla*

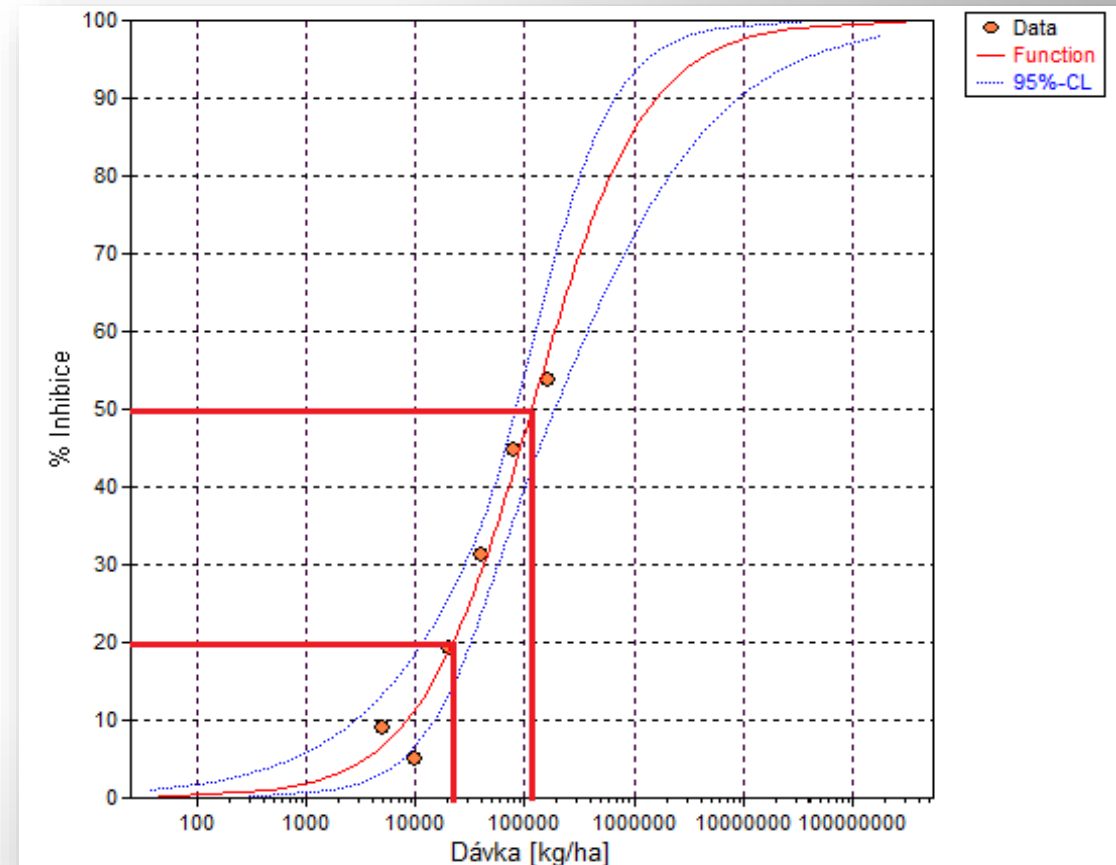


VYHODNOCOVÁNÍ EKOTOXIKOLOGICKÝCH TESTŮ

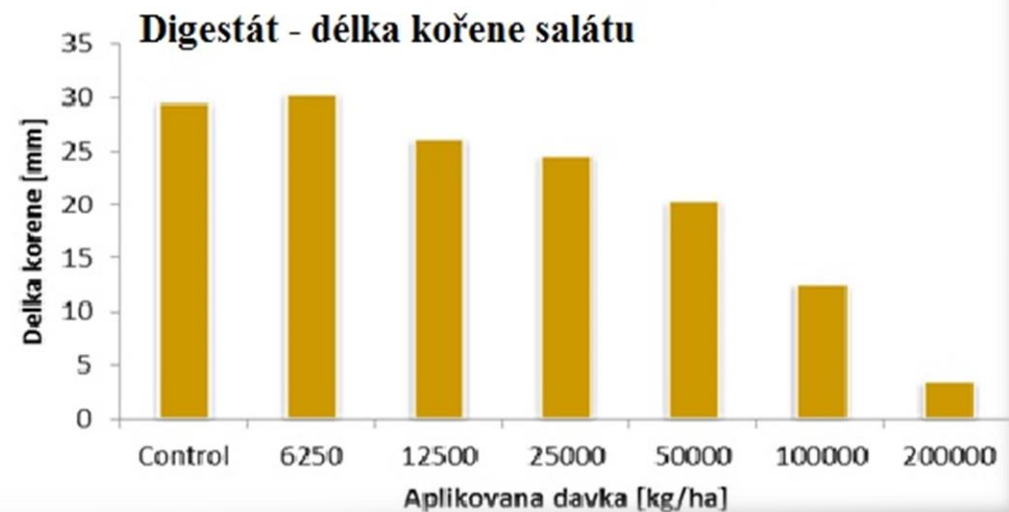
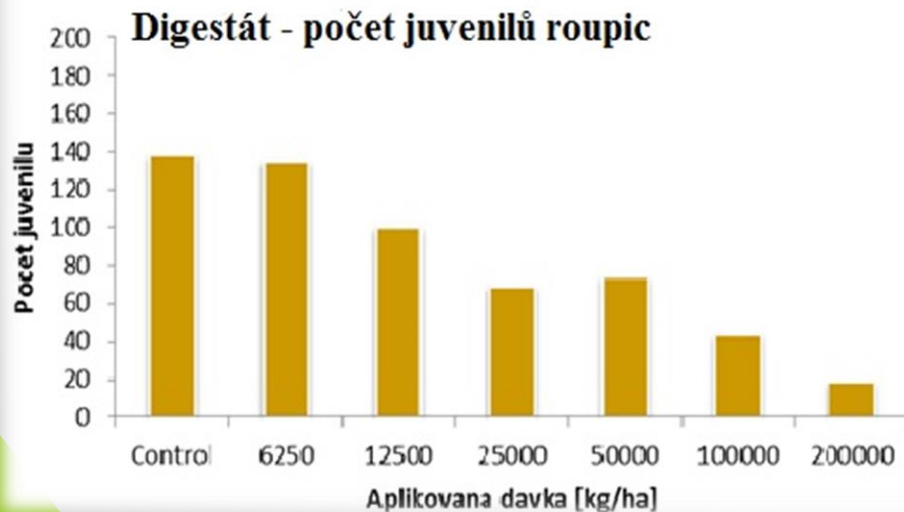
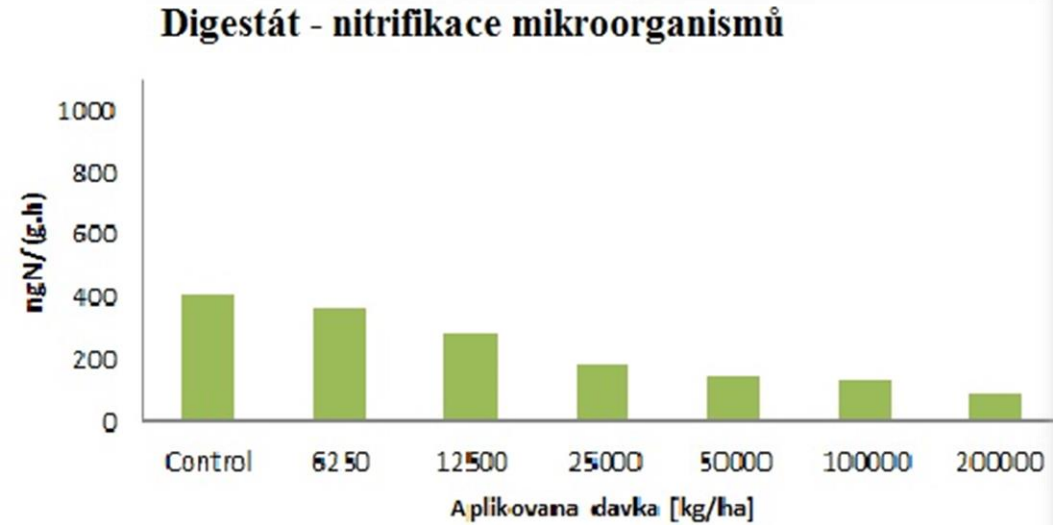
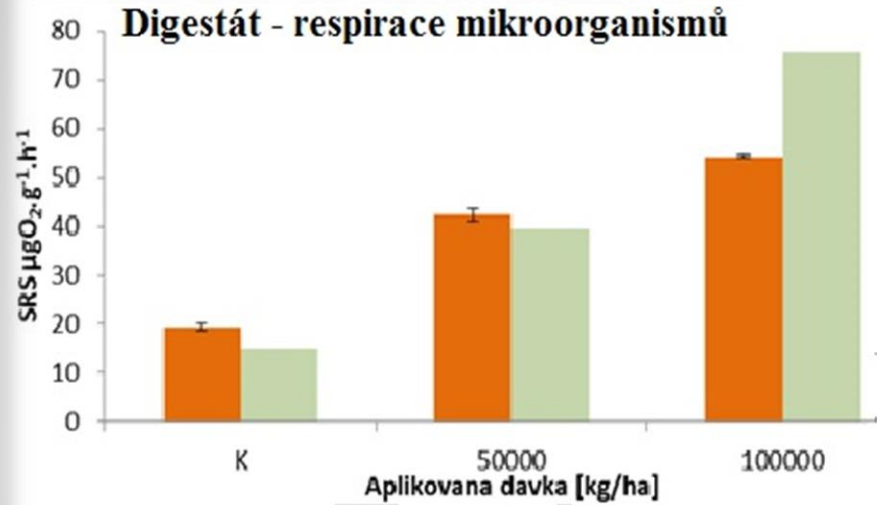
- Výsledky musí **splňovat kritéria validity**
- Vyhodnocení pomocí softwaru *ToxRat Professional 3.3*
- Sigmoidní křivka **DÁVKA - ODPOVĚĎ**
- Kontrola X různé dávky hnojiva

STANOVENÍ

- **NOEC**
- **LOEC**
- **EC_x** (EC₁₀, EC₂₀, EC₅₀)



GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ VÝSLEDKŮ TESTŮ



VÝSLEDKY EKOTOXIKOLOGICKÝCH TESTŮ

- Otestováno přibližně **50 vzorků organických hnojiv**
 - Kejdy
 - Digestáty
 - Komposty
 - Lihovarnické výpalky
 - Masokostní moučky
- Testy toxicity poskytují **informaci o pozitivních či negativních efektech** zvolených aplikačních dávek hnojiva
- Testy toxicity obvykle **neposkytují informaci, která z přítomných látek nebo vlastností materiálu by mohla působit škodlivě**
- Rozhodující vliv na ekotoxicitu konkrétního hnojiva může mít:
 - **složení vstupních surovin**
 - **technologie zpracování**
 - **stabilita hnojiva**
 - **optimálně zvolená aplikační dávka**



ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

- **Vhodně zvolená sada testů** dokáže odhalit ekotoxické vlastnosti hnojiv před jejich aplikací na půdu
- Avšak ekotoxikologické testy **neodhalují příčinu toxicity**
- Z dosud získaných výsledků **nelze formulovat obecné závěry** pro jednotlivé skupiny organických hnojiv
- **Individuální hodnocení hnojiv** na základě:
 - Různorodé skladby **vstupních surovin**
 - **Optimální aplikační dávky**
 - **Chemické analýzy**
 - **Výsledků ekotoxikologických testů**

