



LIETUVOS
AGRARINIŲ IR MIŠKŲ
MOKSLŲ CENTRAS

Mokslinė konferencija „Dirvožemis ir aplinka 2017“

DIRVOŽEMIO GERINIMO MEDŽIAGŲ NAUDOJIMO PERSPEKTYVOS LIETUVOJE

Prof. habil. dr. Gediminas Staugaitis

Dr. Romas Mažeika

Doc. dr. Irina Kliopova (KTU Aplinkos inžinierijos institutas)

Dr. Karolina Gvildienė

ASU 2017 m. balandžio 20 d.

Kas yra dirvožemio gerinimo medžiaga?

Dirvožemio gerinimo medžiaga - į dirvožemį dedama medžiaga, kuri užtikrina arba pagerina jo fizikines savybes ir gali pagerinti jo chemines ir (arba) biologines savybes bei aktyvumą [LST CR 13456-2005].

Dirvožemio gerinimo medžiagų ir jų sudedamųjų dalių sąrašas:

durpės, kompostai, grybų auginimo atliekos, žievės, pjuvenos, medžio drožlės, šiaudai, ligninas, molis, smėlis, dirvožemis, skystas ir kraikinis mėšlas, lavos nuolaužos, panaudotos kavos pupelės ir kt. [LST CR 13456-2005].

Šiame darbe mūsų objektas buvo **kompostai ir anaerobiniai raugai**.

2015-2016 m. Aplinkos ministerija finansavo projektą „*Reikalavimų (kriterijų) iš biologiškai skaidžių atliekų pagamintiems produktams rengimas*“.

Projekto galutinė ataskaita patalpinta Aplinkos ministerijos tinklalapyje:
<http://www.am.lt/VI/files/0.184367001489675205.pdf>

Darbo tikslas - atlikti mokslinius tyrimus ir parengti reikalavimus (kriterijus) iš įvairių biologiškai skaidžių atliekų (BSA) pagamintiems produktams ir jų naudojimui.

Buvo tirtos šios bioskaidžios atliekos:

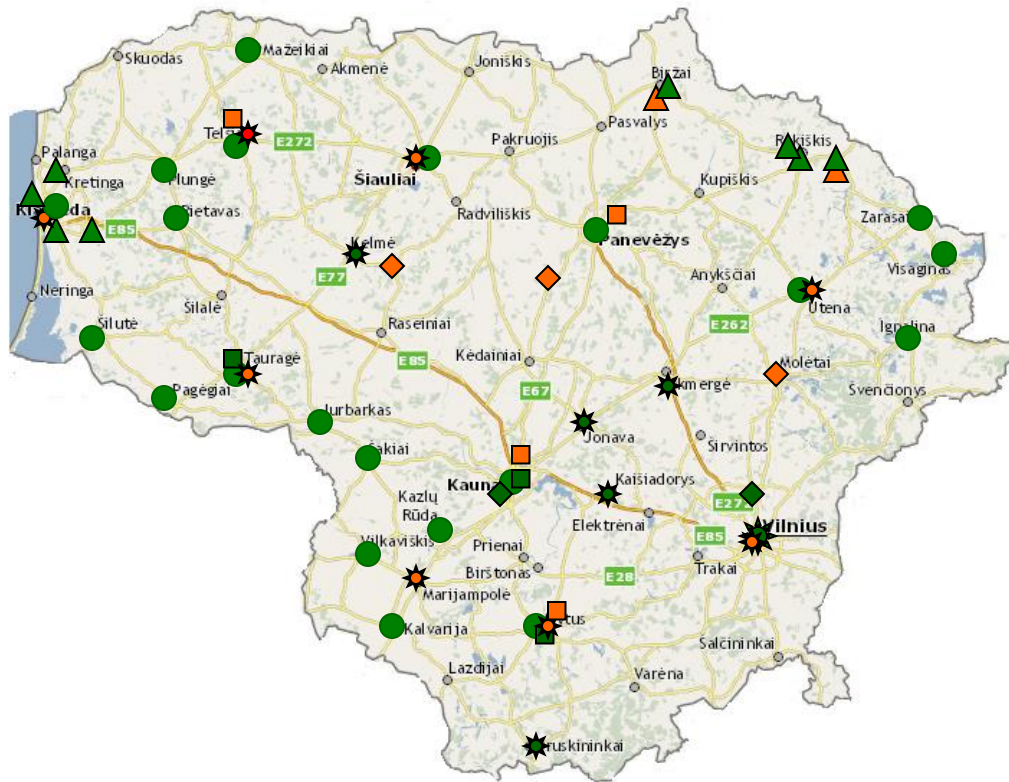
KOMPOSTAI

1. Žaliųjų atliekų (**ŽAK**)
2. Maisto atliekų (**MAK**)
3. Nuotekų dumblo (**NDK**)
4. Mišrių komunalinių atliekų (**MKAK**)
5. Mėšlo (**MK**)

ANAEROBINIAI RAUGAI (po biodujų gamybos angl. „digestate“)

1. Maisto atliekų (**MAR**)
2. Nuotekų dumblo (**NDR**)
3. Mišrių komunalinių atliekų (**MKAR**)
4. Mėšlo (**MR**)

Bioskaidžių atliekų (BSA) apdorojimo įrenginiai, kuriuose tyrimams buvo paimti ėminiai



BSA apdorojimo įrenginiai (skaičius):

- ŽAKA (21)
- ▲ Maisto atliekų kompostavimo įrenginiai (7)
- ★ Dumblo kompostavimo įrenginiai (7)
- Komunalinių BSA kompostavimo MBA įrenginiai (2)
- ◆ Mėšlo kompostavimo su kitomis BSA įrenginiai (2)
- ▲ Maisto atliekų anaerobinio apdorojimo įrenginiai (2)
- ◆ Mėšlo anaerobinio apdorojimo įrenginiai (3)
- ★ Dumblo pūdymo, nusausinimo ir džiovinimo įrenginiai (7)
- Komunalinių BSA anaerobinio pūdymo ir kompostavimo MBA įrenginiai (4)

Sutrumpinimai:

ŽAKA – žaliųjų atliekų kompostavimo aikštelės

MBA – mechaninis biologinis apdorojimas

Viso: 56 objektai

1. Surinktose bioskaidžiose atliekose nustatėme:

- cheminę sudėtį (10 rodiklių);
- fiziko-cheminius rodiklius (13);
- nepageidaujamas priemaišas (3);
- sunkiuosius metalus (7);
- organinius teršalus (2 grupės, o viso 23 junginiai);
- mikrobiologinį užterštumą (4).

Kiekviename bioskaidžių atliekų ėminyje nustatėme 39 kokybės rodiklius. Be to, nuotekų dumblo kompostuose ir rauguose nustatėme 6 formacinių produktų likučius.

2. Atsižvelgiant į gautus tyrimų rezultatus įvertinome:

- tirtų kompostų ir anaerobinių raugų kokybę ir taršą;
- suskirstėme kompostus ir anaerobinius raugus pagal klases ir kategorijas;
- pasiūlėme kompostų ir anaerobinių raugų vertinimo kokybės rodiklius, jų optimalias ir didžiausias leistinas koncentracijas, tyrimų metodus ir tyrimų dažnumą;
- palyginome gautus tyrimų duomenis ir siūlomus normatyvus su kitų šalių (21 šalies);
- parengėme kompostų ir anaerobinių raugų tręšimo rekomendacijas.

3. Aprašėme kompostų ir anaerobinių raugų gamybos arba susidarymo technologijas.

4. Įvertinome biologiškai skaidžių atliekų apdorojimo įrenginių įtaką klimato kaitai ir aplinkos oro kokybei.

Priklausomai nuo naudotų žaliavų ir gaminimo technologijos, kompostus ir anaerobinius raugus sugrupavome į grupes ir kokybės rodikliams apskaičiavome medianas, maksimalias ir minimalias vertes, 25 ir 75 % kvartilius.

Kompostų ir anaerobinių raugų kokybės vertinimą pagal grupes (labai mažai, mažai, vidutiniškai, daug, labai daug) atlikome naudodamiesi LAMMC rekomendacijomis (Knygoje „Inovatyvūs dirvotyros ir agrochemijos mokslo sprendimai“, 2015) ir užsienio šalių literatūros šaltiniais.

Su galutine ataskaita užsakovui pateikėme Excel programoje užkoduotus kompostų ir anaerobinių raugų kokybės tyrimų duomenis.

TYRIMŲ REZULTATAI

Maistinių medžiagų kiekio vertinimas tirtuose kompostuose

Kompostuose nustatyta maistinių medžiagų	Kompostų rūšis				
	ŽAK	MAK	NDK	MKAK	MK
Pagrindiniai rodikliai:					
Sausųjų medžiagų		*			
Organinių medžiagų		*			
Suminio azoto (N)		*			*
Suminio fosforo (P)		*			
Suminio kalio (K)			*		*
Papildomi rodikliai:					
Vandenyje tirpus nitratinio azoto	*	*	*	*	*
Vandenyje tirpus amoniakinio azoto	*	*	*	*	*
Vandenyje tirpus azoto (N-NH ₄ +N-NO ₃)	*	*	*	*	*
Vandenyje tirpus fosforo (P)		*	*		*
Vandenyje tirpus kalio (K)	*	*			*
Sulfatų (SO ₄)	*	*		!	*
Chloridų (Cl)	*		*	*	*
Huminių rūgščių		*			
Fulvo rūgščių					

	Labai mažai
	Mažai
	Vidutiniškai
	Daug
	Labai daug
	Ypatingai daug

* Kiekis labai varijuoja

! Gali kenkti augalams

Kompostai pagaminti iš:

ŽAK	žaliųjų atliekų
MAK	maisto gamybos atliekų
NDK	nuotekų dumblo
MKAK	bioskaidžių komunalinių atliekų
MK	mėšlo

Taršos vertinimas tirtuose kompostuose

Rodikliai	Tirti kompostai				
	ŽAK	MAK	NDK	MKAK	MK
Sunkieji metalai:					
Kadmis (Cd)					
Švinas (Pb)					
Gyvsidabris (Hg)					
Chromas (Cr)					
Cinkas (Zn)					
Varis (Cu)					
Nikelis (Ni)					
Organiniai teršalai:					
PCBs					
PAHs					
Nepageidautinos priemaišos:					
Stiklo, metalo, plastiko kiekis					
Daigios augalų sėklos					
Akmenys					
Mikrobiologinis užterštumas:					
Fekalinės žarnyno lazdelės (Es. coli)					
Anaerobinės klostridijos (Clos. perfring.)					
Helmintų kiaušinėliai ir lervos					
Salmonella bakterijos					



Taršos nėra

Neviršija DLK ar LR

Dalis viršija DLK ar LR

Viršija DLK ar LR

Ženkliai viršija DLK ar LR

Kompostai pagaminti iš:

ŽAK žaliųjų atliekų

MAK maisto gamybos atliekų

NDK nuotekų dumblo

MKAK bioskaidžių komunalinių atliekų

MK mėšlo

PCB – polichlorinti bifenilai

PAH – policikliniai aromatiniai angliavandeniliai

Maistinių medžiagų kiekio vertinimas tirtuose anaerobiniuose rauguose

Anaerobiniuose rauguose nustatyta medžiagų	Anaerobinių raugų rūšis			
	MAR	NDR	MKAR	MR
Pagrindiniai rodikliai:				
Sausųjų medžiagų		*		
Organinių medžiagų				
Suminio azoto (N)	*			
Suminio fosforo (P)	*			
Suminio kalio (K)	*			
Papildomi rodikliai:				
Vandenyje tirpus nitratinio azoto				
Vandenyje tirpus amoniakinio azoto	!	!		
Vandenyje tirpus azoto (N-NH ₄ +N-NO ₃)				
Vandenyje tirpus fosforo (P)		*		
Vandenyje tirpus kalio (K)		*		
Sulfatų (SO ₄)		!	!	
Chloridų (Cl)		*!	!	
Huminių rūgščių				
Fulvo rūgščių	*			

	Labai mažai
	Mažai
	Vidutiniškai
	Daug
	Labai daug
	Ypatingai daug

* Kiekis labai varijuoja

! Gali kenkti augalams

Anaerobiniai raugai pagaminti iš:

MAR	maisto gamybos atliekų
NDR	nuotekų dumblo
MKAR	bioskaidžių komunalinių atliekų
MR	mėšlo

Taršos vertinimas tirtuose anaerobiniuose rauguose

Rodikliai	Anaerobiniai raugai			
	MAR	NDR	MKAR	MR
Sunkieji metalai:				
Kadmis (Cd)				
Švinas (Pb)				
Gyvsidabris (Hg)				
Chromas (Cr)				
Cinkas (Zn)				
Varis (Cu)				
Nikelis (Ni)				
Organiniai teršalai:				
PCBs				
PAHs				
Nepageidautinos priemaišos:				
Stiklo, metalo, plastiko kiekis				
Daigios augalų sėklos				
Akmenys				
Mikrobiologinis užterštumas:				
Fekalinės žarnyno lazdelės (Escherichia coli)				
Anaerobinės klostridijos (Clostridium perfringens)				
Helmintų kiaušinėliai ir lervos				
Salmonella bakterijos				



Taršos nėra

Neviršija DLK ar LR

Dalis viršija DLK ar LR

Viršija DLK ar LR

Ženkliai viršija DLK ar LR

Anaerobiniai raugai pagaminti iš:

MAR maisto gamybos atliekų

NDR nuotekų dumblo

MKAR bioskaidžių komunalinių atliekų

MR mėšlo

PCB – polichlorinti bifenilai

PAH – policikliniai aromatiniai angliavandeniliai

Kompostų ir anaerobinių raugų suskirstymas į klases pagal užterštumą sunkiaisiais metalais

Darbe siūloma:

1. Pakeisti terminą „**kategorija**“ į terminą „**klasė**“.

2. Palikti tik 2 kompostų ir anaerobinių raugų klases:

I klasė. Kompostai ir anaerobiniai raugai, kurie gali būti naudojami žemės ūkio augalams, t. y. maisto grandinėje „**augalas-gyvūnas-žmogus**“.

II klasė. Kompostai ir anaerobiniai raugai, kurie gali būti naudojami rekultivuojamuose plotuose ir miško želdinių plantacijoms bei trumpos rotacijos želdiniams energetinės biomasės auginimui, t. y. energetinėje grandinėje „**augalas-kuras**“.

Kokios yra naujai siūlomos sunkiųjų metalų DLK kompostuose ir anaerobiniuose rauguose?

2011 m. rekomendacijos (Staugaitis ir kt., 2011)

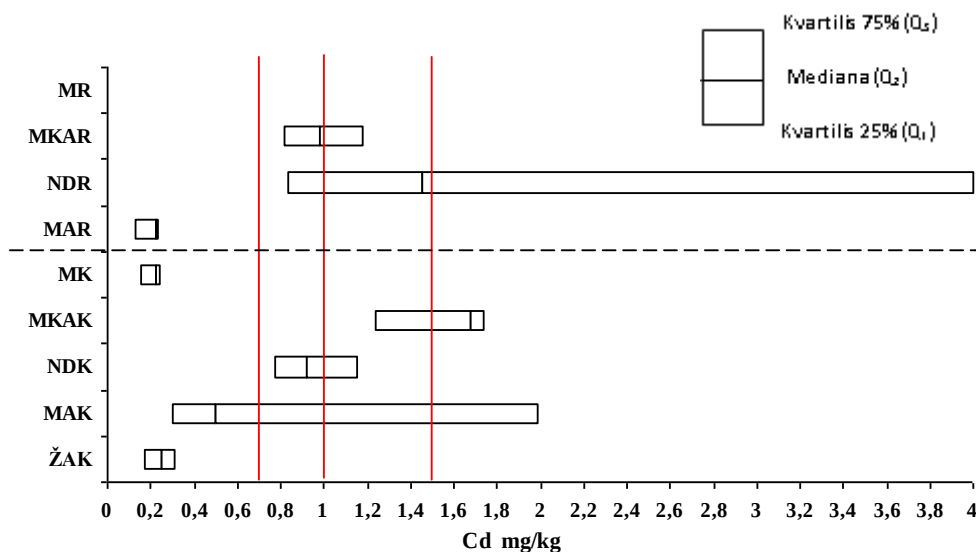
Klasės*	Cd	Pb	Hg	Cr	Zn	Cu	Ni	As
I	≤0,7 1,0	≤45 50	≤0,4 0,4	≤70 70	≤200 400	≤70 100	≤25 40	≤10 ?
II	≤1,3 2,0	≤130 100	≤1,0 1,0	≤100 100	≤400 600	≤110 200	≤40 60	≤15 ?
III	≤3,0	≤180	≤2,0	≤120	≤600	≤300	≤60	≤25

Naikinti

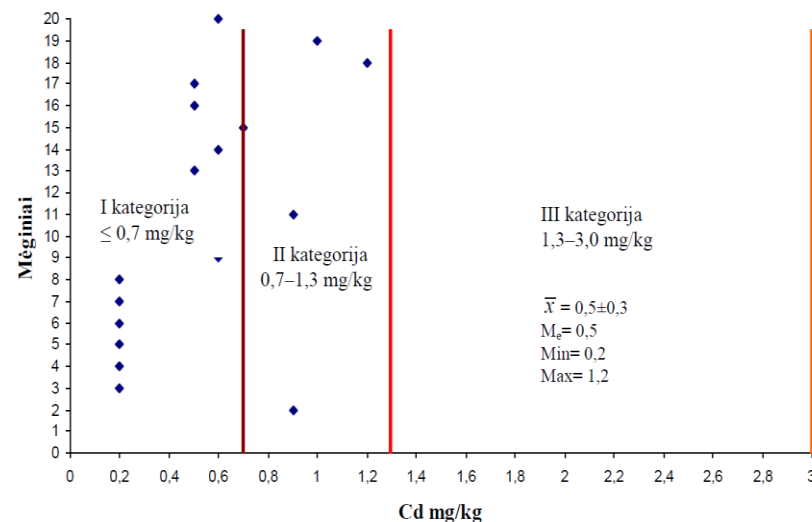
Pastaba: raudona spalva žymimos naujai siūlomos rekomendacijos.

Klasės*: **I** – naudoti žemės ūkyje, **II** – auginti tik energetinius augalus, **III** – naudoti rekultivuojamuose plotuose.

Cd, mg/kg



LAMMC ATL, 2015-2016 m.



LAMMC ATL, 2010-2011 m.

Europos Sąjungos šalyse kompostams ir anaerobiniams raugams **kadmio** DLK:

0,7-0,8 mg/kg - IE, SI, DK, LT, organinės žemdirbystės ūkiams - AT, UK, EC 889/2008;

1,0 mg/kg - NL, SE;

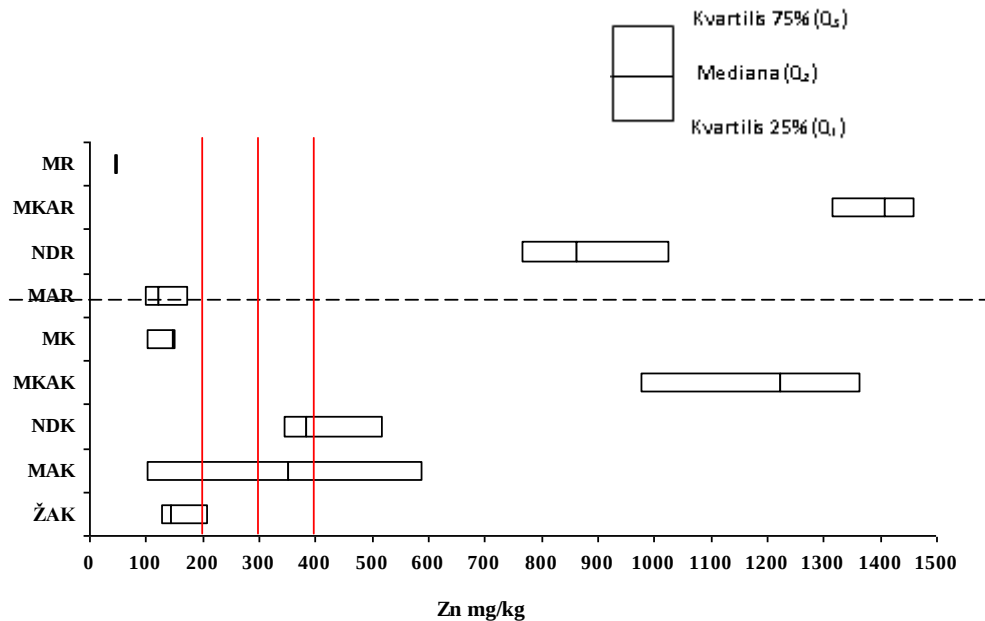
1,5-2,0 mg/kg - DE, FI, BE, SK, CZ, UK, IT, LU.

Siūloma DLK:

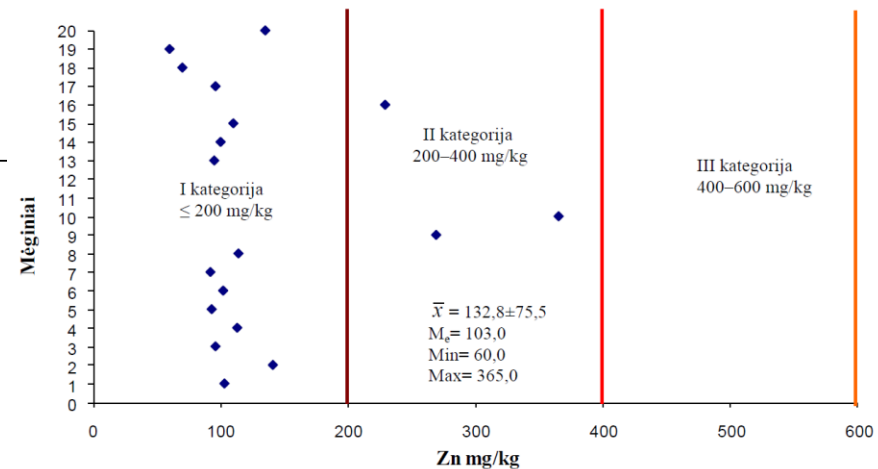
1 klasė: 1 mg/kg SM;

2 klasė: 2 mg/kg SM.

Zn, mg/kg



LAMMC ATL, 2015-2016 m.



LAMMC ATL, 2010-2011 m.

Europos Sąjungos šalyse kompostams ir anaerobiniams raugams **cinko** DLK:

200 mg/kg - ES, IE, SI, ekologiniams ūkiams - EU (Reg. N° 889/2008);

290-300 mg/kg - SK, CZ, NL, SE;

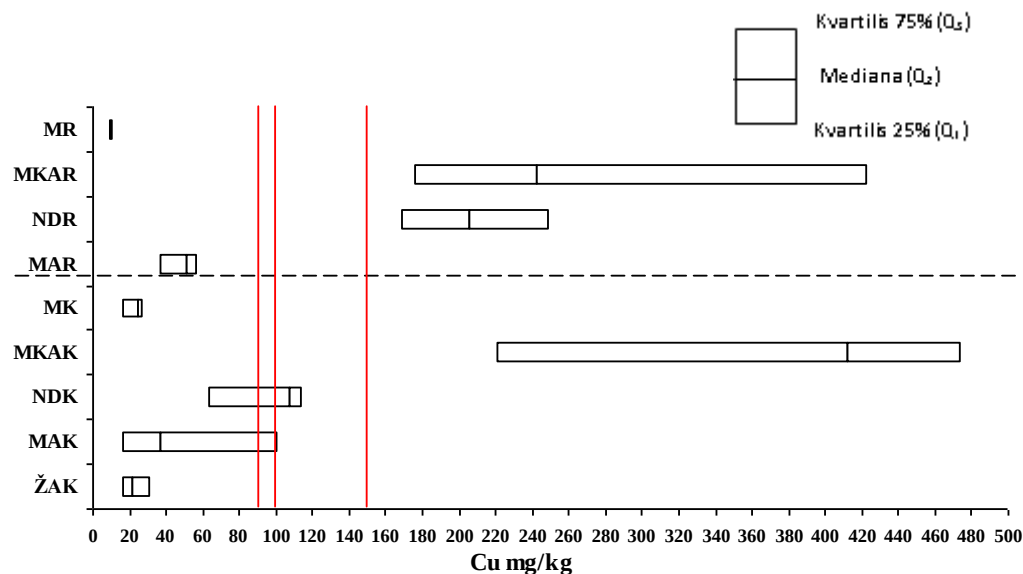
400 mg/kg - BE, DE, LU, UK.

Siūloma DLK:

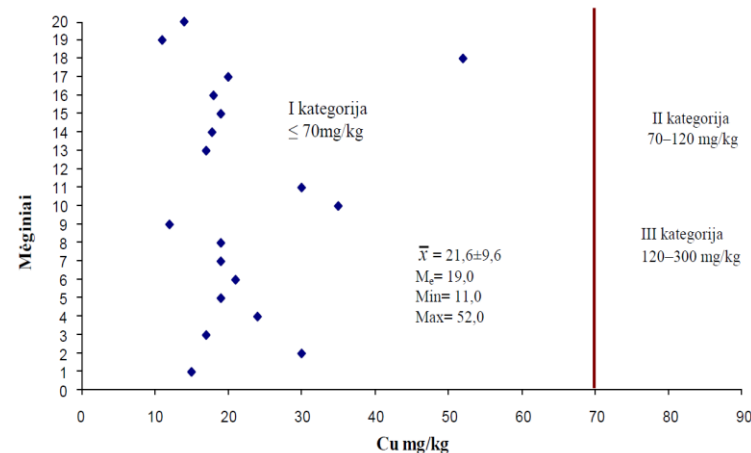
1 klasė: 400 mg/kg SM;

2 klasė: 600 mg/kg SM.

Cu, mg/kg



LAMMC ATL, 2015-2016 m.



LAMMC ATL, 2010-2011 m.

Europos Sąjungos šalyse kompostams ir anaerobiniams raugams **vario** DLK:

70 mg/kg - ES, LT, organinės žemdirbystės ūkiams - AT, EU (Reg. N° 889/2008);

90 mg/kg - NL;

100 mg/kg - CZ, DE, HU, IE, LU, SU, SI, SK;

150 mg/kg - AT.

Siūloma DLK:

1 klasė: 100 mg/kg SM;

2 klasė: 200 mg/kg SM.

Pasiūlymai dėl kompostų ir anaerobinių raugų taršos organiniais teršalais

Organiniai teršalai	Siūloma DLK
PCBs	<0,2 mg/kg SM
PAHs	<4 mg/kg SM

2011 m. rekomenduota DLK
<0,4 mg/kg SM
<4 mg/kg SM

Siūlome atlikti tyrimus ir įvertinti ES kompostų asociacijos rekomenduojamas DLK:

PCDD/F	30 ng/kg SM
PFC	<0,1 mg/kg SM

PCB – polichlorinti bifenilai

PAH – policikliniai aromatiniai angliavandeniliai

PCDD/F – polichlorinti dibenzo-p-dioksinai /dibenzofuranai

PFC – perfluorinti junginiai

Pasiūlymai dėl kompostų, anaerobinių raugų užterštumo ir kokybės tyrimų vykdymo dažnumo

Pagaminama komposto ar anaerobinio raugo, t/metus	Laboratoriniams tyrimams būtinas paimti ėminių skaičius, vnt./metus
iki 50	1
51-250	1
251-1000	2
1001-2000	4
2001-4000	6
> 4000	8

Kompostų ir anaerobinių raugų vidutinės tręšimo normos

neviršijant 170 kg/ha azoto (N) ir 40 kg/ha fosforo (P)

Kompostų tręšimo normos, t/ha					Anaerobinių raugų tręšimo normos, t/ha			
ŽAK	MAK	NDK	MKAK	MK	MAR	NDR	MKAR	MR
41	15	7	15	8	49	5,6	15	53

Pastaba: MKAK, NDR IR MKAR dėl didelės taršos žemės ūkio augalų tręsimui nenaudojami.

Pasiūlymai dėl kompostų, anaerobinių raugų užterštumo ir kokybės tyrimų rodiklių

Komposto ar anaerobinio raugo, kaip trašos, kokybės vertinimo rodiklius tikslinga grupuoti į dvi grupes:

- ***pagrindiniai kokybės rodikliai***, kurie turi būti nustatyti visiems tiriamiems kompostams ar anaerobiniams raugams: pH_{KCl} , sausosios ir organinės medžiagos, organinė anglis, suminis azotas (N), suminis fosforas (P), suminis kalis (K), elektrinis laidis, vandenyje tirpus azotas ($\text{N-NH}_4 + \text{N-NO}_3$), vandenyje tirpus fosforas (P), vandenyje tirpus kalis (K), C:N santykis;
- ***papildomi kokybės rodikliai***, kurie turi būti nustatyti kompostams ar anaerobiniams raugams, skirtiems mėgėjiškai sodininkystei, naudojimui šiltnamiuose ar auginimo substratų sudarymui: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, suminis kalcis (Ca), suminis magnis (Mg), suminė siera (S), vandenyje tirpus kalcis (Ca), vandenyje tirpus magnis (Mg), sulfatai (SO_4), chloridai (Cl), judrusis boras (B), judrioji geležis (Fe), judrusis manganas (Mn).

ORO TARŠA

1. Didžiausias neigiamas poveikis klimato kaitai ir daugiausiai oro teršalų susidaro, kai BSA atliekos tvarkomos tradiciniais metodais: šalinamos sąvartynuose, komunalinių nuotekų valymo įrenginių dumbblas saugomas poligonuose ir po tam tikro laiko be kompostavimo paskleidžiant laukuose. BSA tvarkymas, kai gaminami įvairūs kompostai, biodujos ir anaerobiniai raugai, daro mažesnį poveikį oro taršai.
2. Maksimali oro tarša susidaro atvirai kompostuojant BSA atliekas, o minimali – kai naudojami biofiltrai arba kompostuojama po plėvele. Tuomet NH_3 sumažėja nuo 90 iki 97 %, LOJ (lakūs organiniai junginiai) – iki 50 %, KD (kietosios dalelės) – iki 100 %. Mažiausias poveikis aplinkai daromas, kai atliekos tvarkomos kuo arčiau jų susidarymo šaltinio.
3. Didelis neigiamas poveikis orui ir klimato kaitai daromas centralizuotai kompostuojant atskirai surinktas maisto atliekas be biofiltrų. Tyrimai rodo, kad biofiltrai gali sumažinti CH_4 kiekį nuo 50 iki 82 %, N_2O - iki 90 %.

Ačiū už dėmesį!



Prof. habil. dr. Gediminas Staugaitis

tel.: 8 37 311561

el. paštas: staugaitis@agrolab.lt



Dr. Romas Mažeika

mob.: 8 687 13754

el. paštas: mazeika@agrolab.lt



Dr. Irina Kliopova

KTU Aplinkos inžinerijos instituto docentė

UAB Ecolri Solution direktorė

mob.: 8-687-49877

el. paštas: irina.kliopova@ktu.lt

<http://ktu.edu/lt/aplinkos-inzinerijos-institutas/>



Dr. Karolina Gvildienė

tel.: 8 603 03811

el. paštas: gvildiene@agrolab.lt

Ačiū LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijos Analitiniam skyriui!

Dėkojame doktorantei Karolinai Barčauskaitei padėjusiai įsavinti formacinių produktų likučių nustatymo metodikas ir juos nustatyti!