



Technologická agentura
České republiky

Projekt TA01020744
Technologické agentury ČR

Biodegradabilní plasty v procesech nakládání s odpady II

RNDr. Mgr. Tomáš Vaněk, CSc



Technologická agentura
České republiky

PROJEKT
BIOPLAST
TAČR

01/ 2011 - 12/2015

EKO-KOM, a.s.
Vrbová Martina RNDr. Ph.D.

Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i.
Lipavský Jan Mgr. CSc

Ústav experimentální botaniky AV ČR v.v.i.
Vaněk Tomáš RNDr CSc

Cíle

- 1) Ověřit, případně vyvinout metodu měření biodegradability plastových obalů ve volné přírodě.**
- 2) Navrhnout nejlepší postup kompostování tohoto typu obalů.
Vypracovat metodiku kompostování v závislosti na typu polymeru a jeho obsahu v odpadu**
- 3) Ověřit použitelnost kompostů se složkou degradovaných plastů při přihnojování rostlin. Ověřit vliv těchto kompostů na rostliny.**
- 4) Ověřit slučitelnost biodegradabilních plastů s dnes běžně používanými technologiemi kompostování.**

Vybrané plasty

informace neúplné ????

- **Plast č.1:** Pytel 80L
- Materiál: BIOFlex 219F (**polymléčná kyselina** (PLA) + biodegradabilní kopolyester)

- **Plast č.2:** Taška s potiskem
- Materiál: PSM (pryskyřice vyrobená **modifikací kukuřičného škrobu**)

- **Plast č.3:** Kompostovací pytel zelený
- Materiál: Mater-Bi (**kukuřičný škrob 60%** + polyvinylalkohol 40% + změkčovadla)

- **Plast č.4:** Zatahovací pytle na odpadky 120L
- Materiál: Biobal (**oxodegradabilní**, HDPE + TDPA (totally degradable plastic additives))

- **Plast č. 5:** Biopytel
- Materiál: biodegradabilní (polymléčná kyselina + škrob + aditiva)

- **Plast č.6:** Biotaška
- Materiál: oxodegradabilní (polyethylen LDPE + TDPA)

- **Plast č.7:** Průhledné kelímky na studené nápoje 0,5L
- Materiál: polymléčná kyselina (PLA)

Postup řešení

- Studium degradace
- Analytické stanovení
- Kompostování
- Polní experimenty

Studium degradace

- Bioplasty byly vystaveny působení přirozených podmínek *in vivo* po dobu jednoho roku ve dvou paralelách – oxodegradace (za přístupu vzduchu) a smíšená degradace.
- **Oxodegradace** byla simulována umístěním vzorků v plechových kontejnerech za přístupu vzduchu bez kontaktu s půdou.
- **Smíšená degradace** byla umožněna volným uložením vzorků na povrch půdy.
- **Tím byla umožněna oxodegradace za přístupu vzduchu, fotodegradace za působení slunečního záření a také biodegradace díky kontaktu s přirozeně se vyskytující půdní mikroflórou.**



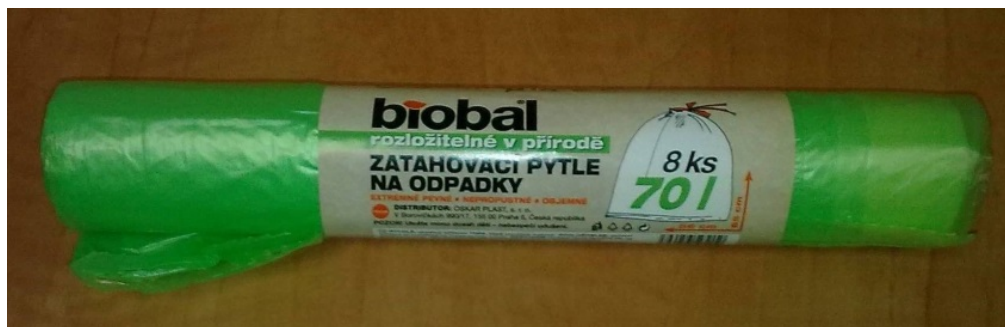
Po roce.....



Po 2 letech.....



Jediný už po roce.....



Plast č.3: Kompostovací pytel zelený

Dodavatel: Ekodomov

(<http://produkty.topkontakt.idnes.cz/f/ekodomov-o-s/208837/produkty/>)

Materiál: Mater-Bi (**kukuřičný škrob 60%** + polyvinylalkohol 40% + změkčovadla)

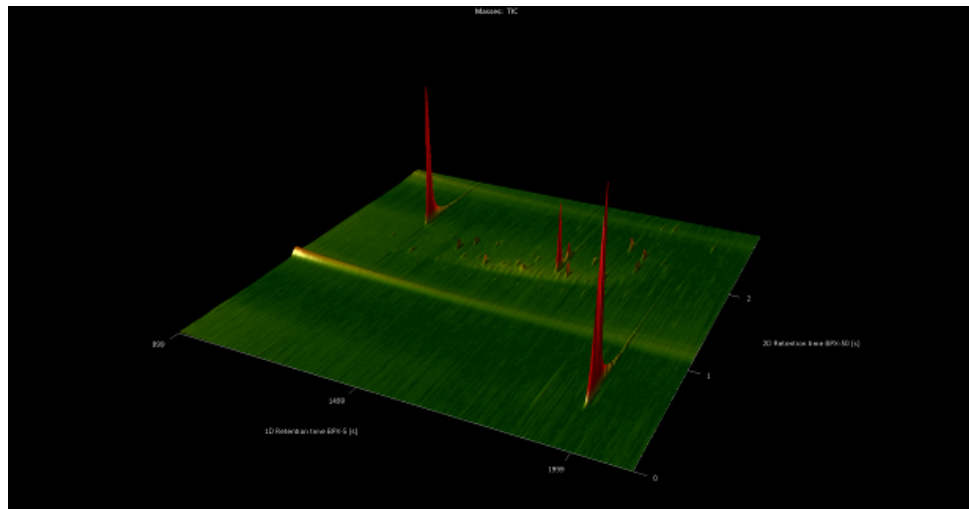
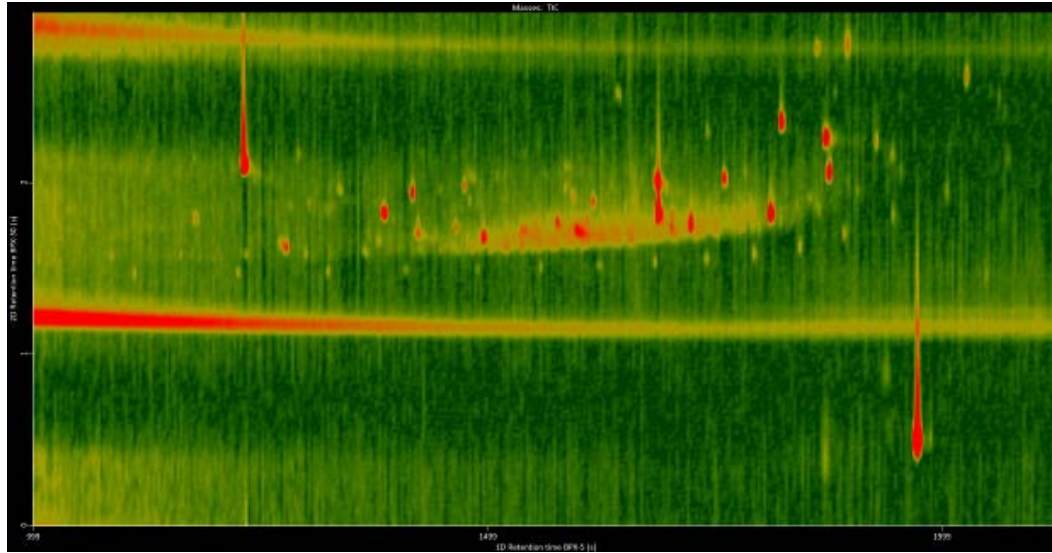
Výrobce: Novamont, Via G. Fauser 8, 28100 Novara, Italia



Analytické stanovení

- Vzorky byly analyzovány na dvojrozměrném plynovém chromatografu s time of flight hmotnostním detektorem (Leco PEGASUS 4D GCxGC TOFMS).
- V prvním rozměru byla použita nepolární kolona BPX-5 (5% phenylpolysilphenylele-siloxan, 30m, I.D. 0,25mm, film 0,25 μ m, SGE Analytical Science).
- V druhém rozměru to byla středně polární kolona BPX-50 (50% phenylpolysilphenylele-siloxan, 1,39m, I.D. 0,1mm, film 0,1 μ m, SGE Analytical Science) a mobilní fází bylo helium za konstantního průtoku 1mL/min.

1. BIOFlex 219F (polymléčná kyselina (PLA) + biodegradabilní kopolyester)



Po ročním působení přírodních podmínek

- Pokles některých aditiv se zejména nasycených a nenasycených **alifatických uhlovodíků**.
- (2-ethyl-oktadecylester hexanové kyseliny, bis(2-ethylhexyl)esteru hexandiové kyseliny, 1,6-dioxacyclododekan-7,12-dionu, 9-oktadecenamidu, oktokrylenu) 1,6-dioxacyclododekan-7,12-dionu a bis(2-ethylhexyl)esteru hexandiové kyseliny byl pozorován velmi výrazný pokles.
- **Ftaláty byly ve vzorcích stále přítomny** a nevykazovaly jednoznačný trend. Koncentrace některých dokonce stouply po roční expozici přírodním podmínkám

Běžné plasty pro srovnání

- Plast K: Sáček
- Materiál: low density polyethylene (LDPE)

- Plast K1: Sáček potravinářský
- Materiál: Mikroten – high density polyethylene (HDPE)

- Plast K2: Odnosná taška
- Materiál: medium density polyethylene (MDPE)

- Plast K3: Stretch folie na multipack
- Materiál: polyethylene terephthalate – low density polyethylene (PET – LDPE)

- Plast K4: Folie stretch
- Materiál: linear low density polyethylene (LLDPE)

- Plast K5: Materiál na kelímky - sýr
- Materiál: polystyren (PS)

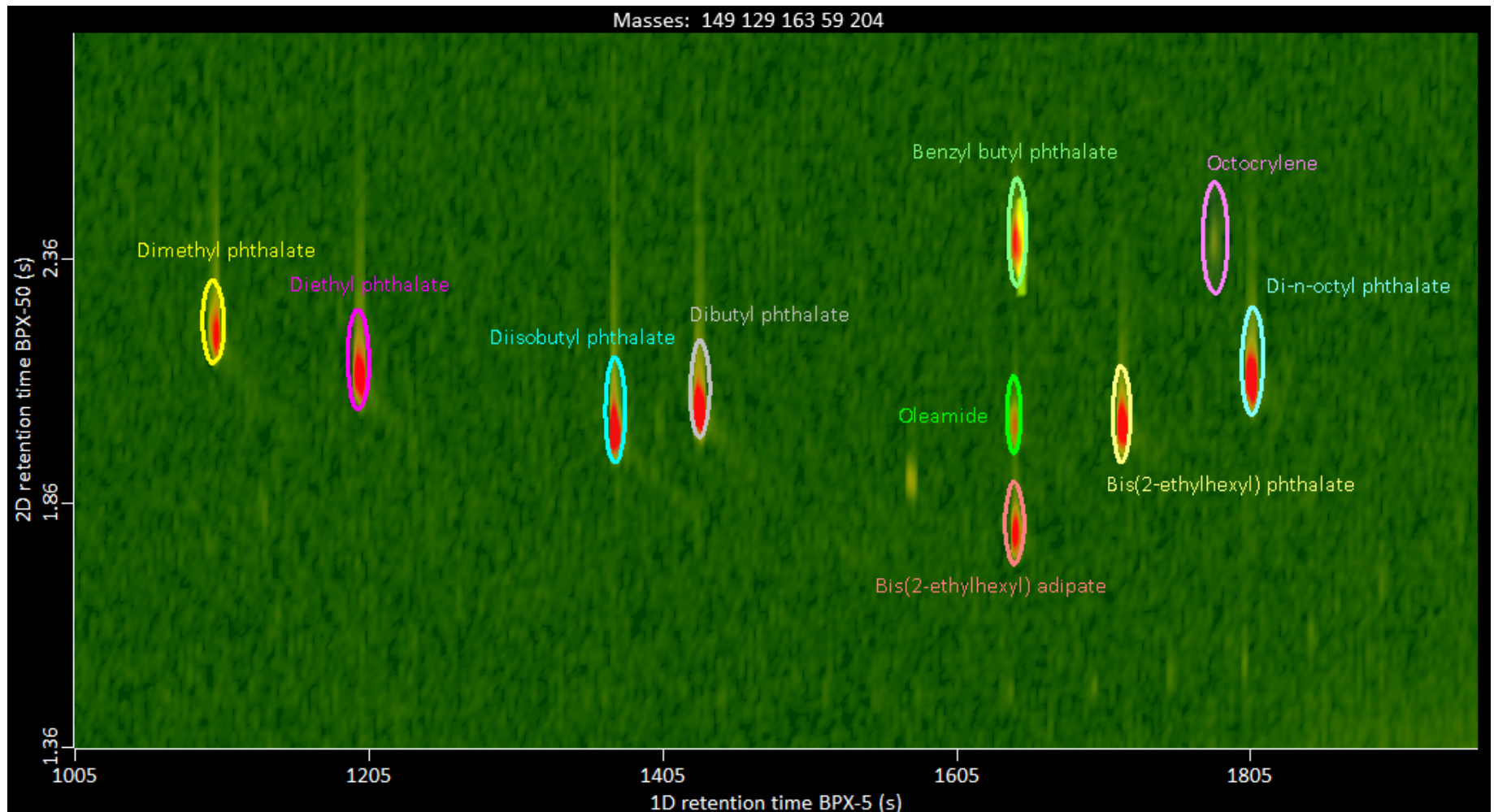
- Plast K6: Miska
- Materiál: polypropylene (PP)

- Plast K7: Lahev na detergenty
- Materiál: high density polyethylene (HDPE)

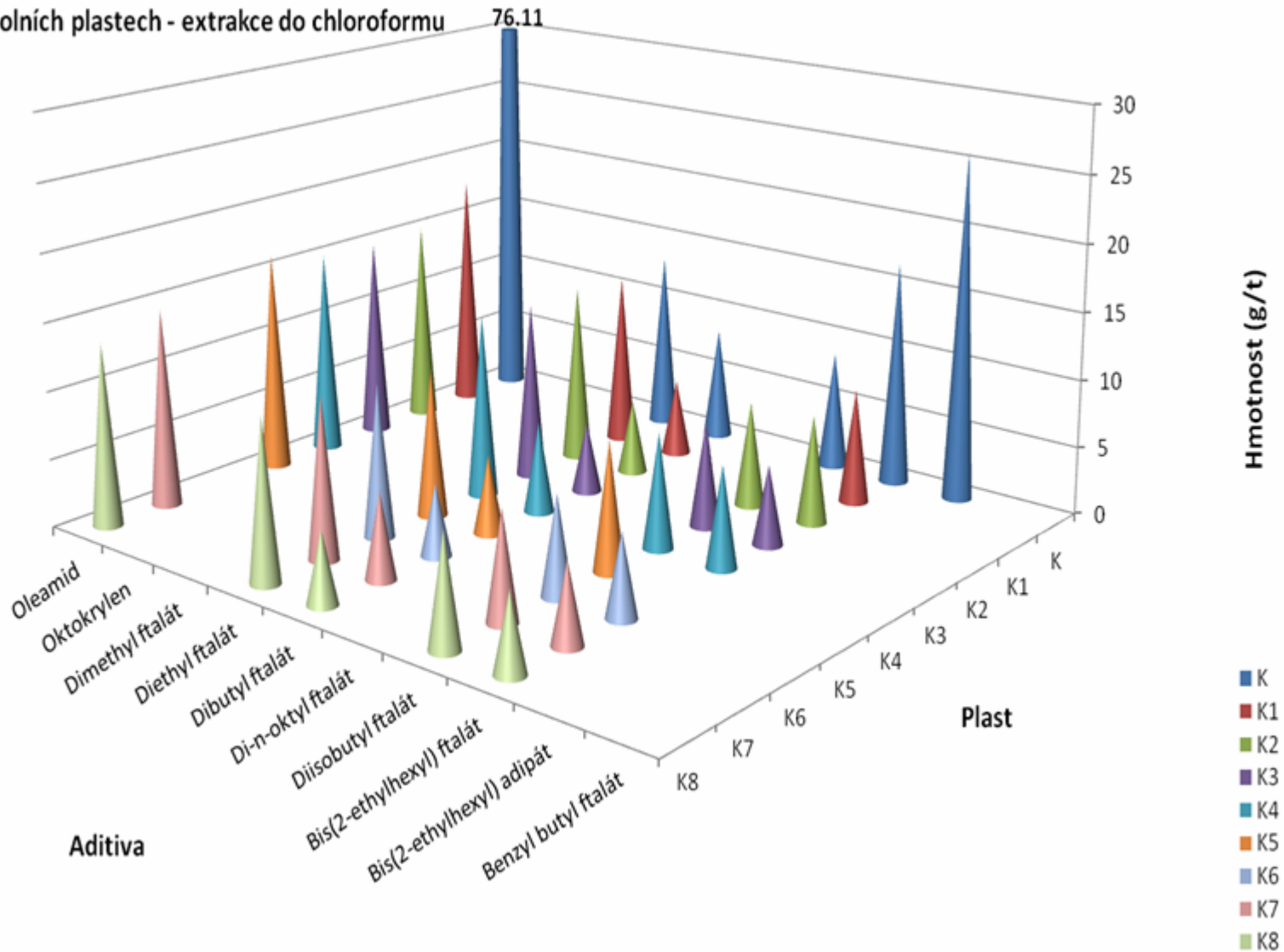
Zkoumané látky

- Benzyl butyl ftalát
- Bis(2-ethylhexyl) adipát
- Bis(2-ethylhexyl) ftalát
- Di-n-oktyl ftalát
- Dibutyl ftalát
- Diethyl ftalát
- Dimethyl ftalát
- Di-iso-Butyl ftalát (TraceCERT, Sigma-Aldrich, USA)
- Oktokrylen (Sigma-Aldrich, USA)
- Oleamid (Sigma-Aldrich, USA)

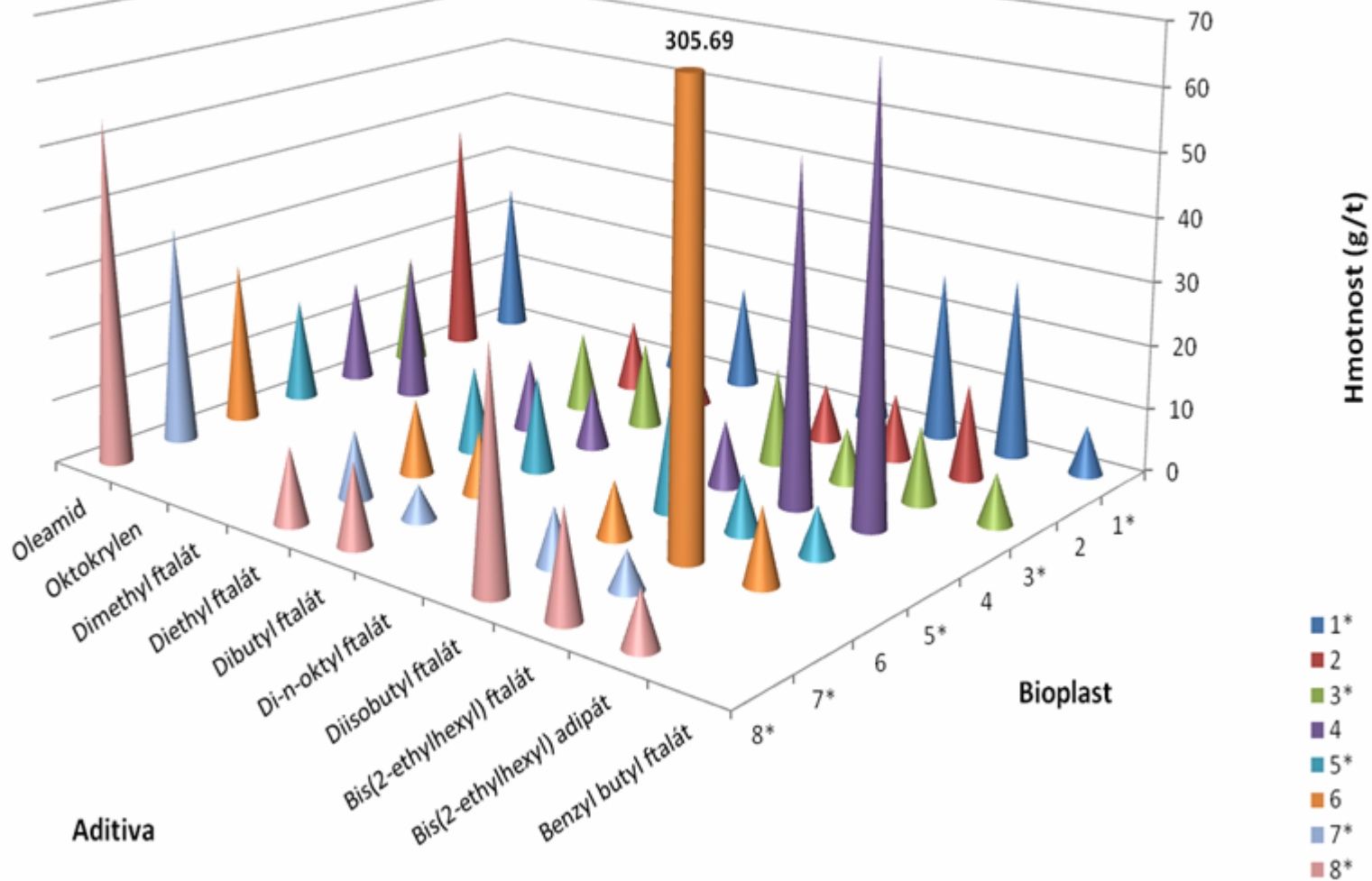
2D GC-MS



Aditiva v kontrolných plastech - extrakce do chloroformu



Aditiva v bioplastech - extrakce do chloroformu



Největší koncentrace aditiv

Aditivum	Nedegradibilní		Degradibilní	
	g/t	vzorek	g/t	vzorek
Benzyl butyl ftalát	0.38	K4	7.57	1
Bis(2-ethylhexyl) adipát	26.4	K	27.94	1
Bis(2-ethylhexyl) ftalát	16.79	K	305.69	6
Diisobutyl ftalát	8.77	K	36.16	8
Di-n-oktyl ftalát	0.20	K	0.24	1
Dibutyl ftalát	8.45	K	20.60	5
Diethyl ftalát	13.60	K4	13.42	5
Dimethyl ftalát	0		0.32	3
Oktokrylen	0.93	K	22.94	4
Oleamid	62.96	K	54.04	8

Toxicity vybraných látek

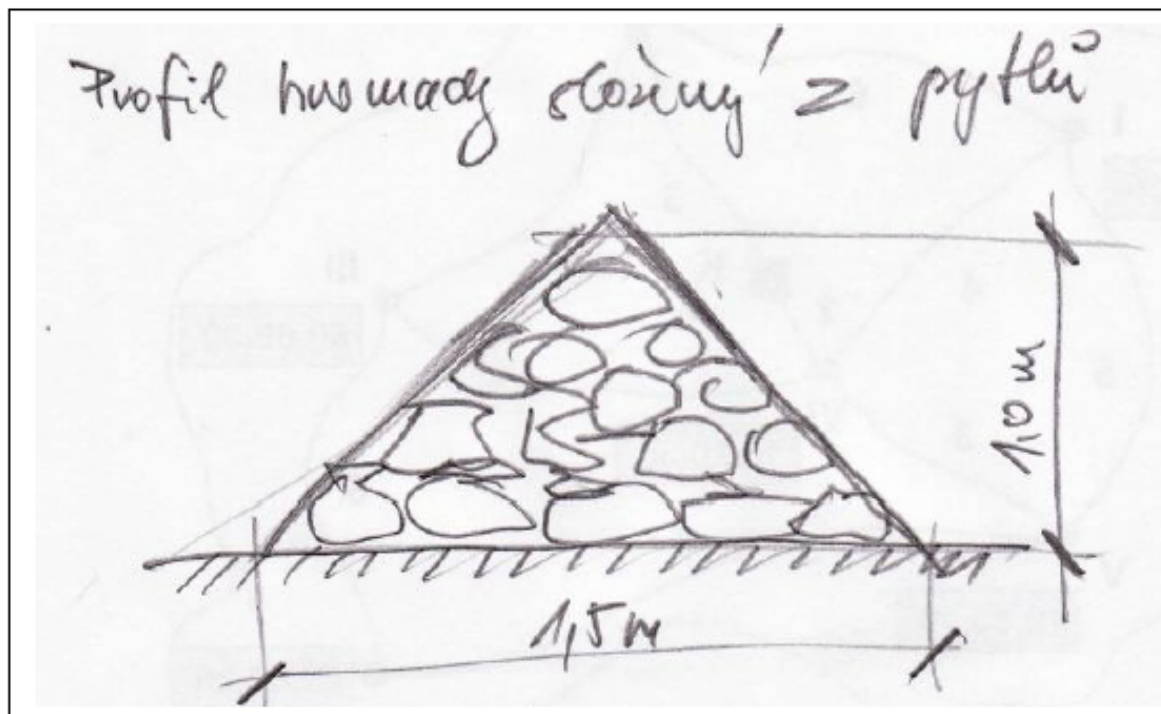
Bis(2-ethylhexyl) adipát	R36/38 - dráždí oči a kůži.	Dráždivost pro kůži (Kategorie 2), H315; Podráždění očí (Kategorie 2), H319.	H315 - dráždí kůži; H319 - způsobuje vážné podráždění očí.
Bis(2-ethylhexyl) ftalát	R61 -může poškodit plod v těle matky; R60 -může poškodit reprodukční schopnost.	Toxicita pro reprodukci (Kategorie 1B), H360FD.	H360FD - může poškodit reprodukční schopnost. Může poškodit plod v těle matky.
Diisobutyl ftalát	R61 -může poškodit plod v těle matky; R62 -možné nebezpečí poškození reprodukční schopnosti.	Toxicita pro reprodukci (Kategorie 1B), H360Df; Akutní toxicita pro vodní prostředí (Kategorie 1), H400; Chronická toxicita pro vodní prostředí (Kategorie 2), H411.	H360Df - může poškodit plod v těle matky. Podezření na poškození reprodukční schopnosti; H411 -toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky; H400 -vysoce toxický pro vodní organismy.
Oktokrylen	R52 - škodlivý pro vodní organismy.	Chronická toxicita pro vodní prostředí (Kategorie 4), H413.	H413 - může vyvolat dlouhodobé škodlivé účinky pro vodní organismy.
Oleamid	R36/37/38 -dráždí oči, dýchací orgány a kůži.	Dráždivost pro kůži (Kategorie 2), H315; Podráždění očí (Kategorie 2), H319; Senzibilizace kůže (Kategorie 1), H317; Toxicita pro specifické cílové orgány-jednorázová expozice (Kategorie 3), Dýchací systém, H335..	H315 - dráždí kůži; H319 - způsobuje vážné podráždění očí; H317 -může vyvolat alergickou kožní reakci; H335 -může způsobit podráždění dýchacích cest.

?????

- Není částečně pozorovaná „degradace“ způsobena jen únikem plastifikátorů?
- I „bioplasty“ kontaminují životní prostředí ftaláty a dalšími látkami...
- Jakou tedy představují reálnou zátěž pro ŽP v porovnání s ostatními plasty?

Kompostování VURV

Hromada č.	Objemová hmotnost
1	400,8 kg/m ³
2	480,5 kg/m ³
3	655,5 kg/m ³
4	552,7 kg/m ³
5	563,8 kg/m ³
6	486 kg/m ³
7	622,2 kg/m ³
8	577,7 kg/m ³
9	577,7 kg/m ³
10	594,4 kg/m ³



V realitě...

Proces kompostování.

profil hromady- plocha 0,75 m², délka 4m, objem 3 m³, hmotnost cca 900 kg.



obsah plastů - cca 50 : 1 tj. cca 18 kg na jednu hromadu.



Problémy základání...



Sledování kompostování

Datum	Veličina	hromada č.										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Venk.
23/7	Teplota (°C)	53	58	50	46	47	59	61	60	59	57	20
	Kyslík (%)	7.2	6.8	9.1	7.6	8.8	6.2	4.5	6.3	7.1	5.4	
24/7	Teplota (°C)	54	56	51	45	46	56	56	61	60	53	20
	Kyslík (%)	6.2	6.4	8.3	8.2	7.4	6.2	5.9	6.9	5.9	5.9	

(ne) Rozklad 2012

(3 měsíce)

2013 – žádné zásadní změny

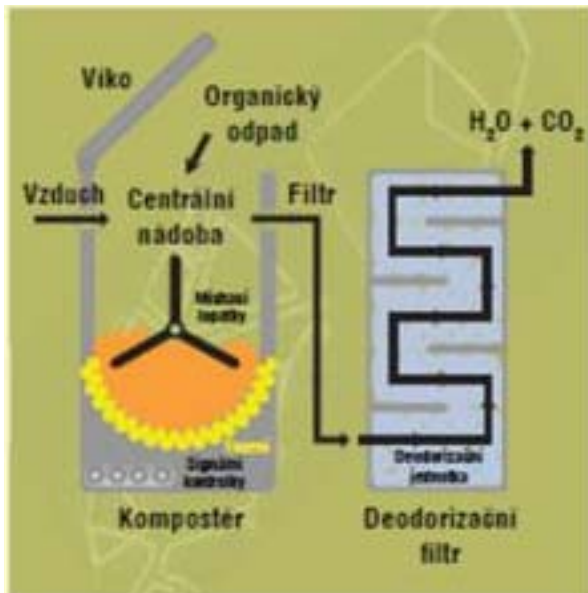


Výsledky kompostování

- 2011 – nízká teplota, k rozpadu nedošlo ani po 1 roce
- 2012 přes podstatně lepší průběh kompostovacího procesu co se týká dosažené teploty (v řadě případů přes 60° C, ve všech případech přes 50° C) i provzdušnění (obsah kyslíku) a dodržení potřebné teploty **nedošlo** za období téměř tří měsíců k úplnému rozpadu u žádného vybraného plastu.
- Největší stupeň rozpadu byl u vzorku Ekodomov-kompostovatelný pytel.
- Žádné zásadní změny 2013

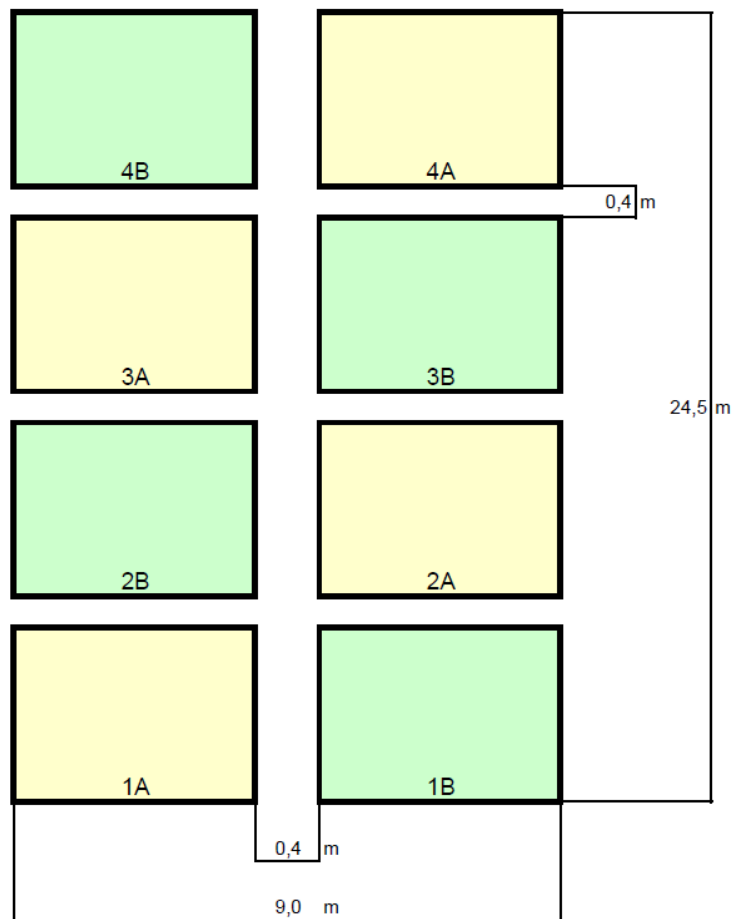
Laboratorní kompostér

polyextremofilní organismy, z kmene *Firmicutes*



- Po nastartování a aktivaci mikroorganismů a otestování práce komposteru bylo do substrátu přidáno 160 g na drobné kousky nastříhaného bioplastu
- Do komposteru byl průběžně přidávány rostlinné (zeleninové) zbytky (kuchyňský odpad). Za dobu experimentu tak bylo postupně přidáno cca 20kg zeleninových zbytků.
- Aktivní aerace a teplota mezi 60ti a 70ti stupni C
- Přesto tento proces trval více než 2 týdny.
- Rozklad pouze u vzorku 3.

Polní pokusy





Kompost se vzorkem 3. významné rozdíly nenalezeny



Uváděné údaje

- Základní výhodou kompostovatelného plastu je, že jej **lze v suchém prostředí skladovat**, přičemž pokud se dostane na kompost, do prostředí, kde jsou přítomny aerobní bakterie a vlhkost, **"ZMIZÍ"** - **rozloží se** (biodegraduje).
- *Důležité je nezaměňovat 100% biologicky rozložitelné (biodegradabilní) plasty s tzv. oxodegradabilními plasty. Oxodegradabilní plasty nejsou kompostovatelné, degradují pouze na základě přednastavené chemické reakce probíhající bez vazby na kompostování, tudíž se vám **za pár měsíců** rozpadnou ve skříni. Jsou vyráběné z ropy.*

Výsledky souhrn

- Rozpad biodegradabilních plastů za reálných podmínek probíhá **zásadně (řádově?) pomaleji**, než slibují jejich výrobci.
- Na druhé straně jsou tyto plasty zdrojem celé řady chemikálií (měkčidel, ftalátů) uvolňovaných do životního prostředí.
- Experimenty budou probíhat i v dalším roce s cílem stanovení reálné doby rozpadu plastů dalších výrobců.

Děkuji za pozornost

