

Solid Waste Management and Organic fertilizer in Germany

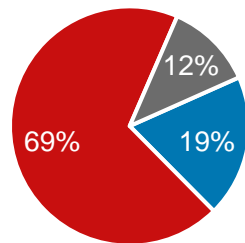
德国固废管理及有机肥质量控制体系

26.11.2020 | Xiamen 厦门

德国国际合作机构 (GIZ)

- 德国联邦企业 German Federal non-profit company
- 在德国包括全球120多个国家开展业务
Cooperating with more than 120 countries
- 企业宗旨：促进可持续发展领域的国际合作和国际教育
Service provider in the field of international cooperation for sustainable development and international education work

- 2019年业务量：31亿欧元 3.1 billion Euro
- 超过300个来自公共及私营部门的委托方 > 300 commissioners
- 全球正在执行中的项目约1,600个 1600 projects ongoing



- 在德国的员工
- 当地员工
- 派遣员工

- 全球拥有约22,000名雇员
- More than 22,000 staff globally



GIZ China waste management, circular economy and rural development

GIZ 废弃物管理、循环经济与农村发展团队



生活垃圾管理与低碳发展

中国城市生活垃圾领域
国家适当减缓行动项目
China Integrated Waste Management
NAMA

废弃物能源化与循环农业

中德生物天然气先进技术战略联盟
Sino-German Strategic Alliance for
Advanced Biomethane Technology

海洋垃圾与循环经济

塑料再思考—循环经济应对海洋垃圾
Rethinking Plastics – Circular Economy
Solutions to Marine Litter

塑料污染与农业发展

中德农村塑料垃圾升级管理项目
Sino-German Project for Upgrading
Plastics Management in Agriculture

塑料产业与循环经济

长江流域塑料产业升级项目
Upgrading of Plastic Waste Value
Chain along Yangtze River

垃圾分类与低值塑料回收

包装废弃物资源化回收项目
Waste to Resource: Improving Collection
and Recycling of Packaging Waste in China

塑料污染监测与微塑料

中德海洋环境净塑协定项目 (申请中)
Sino-German Compact for a Plastic-Free
Marine Environment (MARINE COMPACT)
(application)

电池回收与生态设计

中德电动汽车回收项目 (申请中)
Sino-German Project for Upgrading
Electronic Vehicles Recycling (application)



Outline

德国固体废弃物管理现状

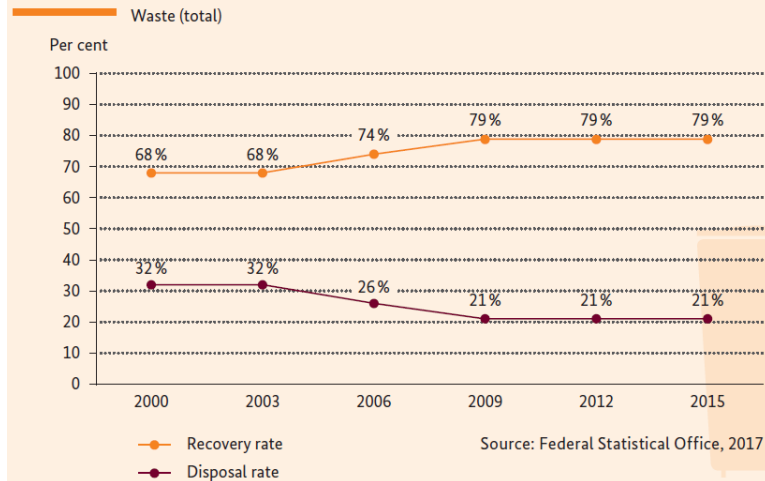
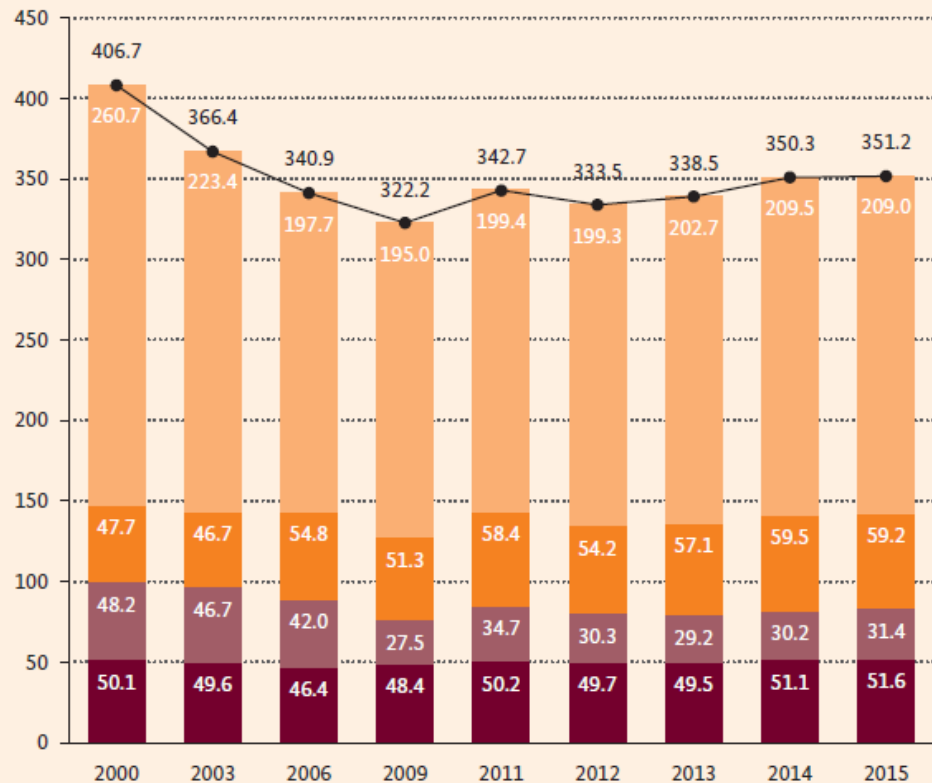
德国垃圾分类及其中有机垃圾处理

经验-有机肥及相关产品质量控制体系

国内厨余垃圾制有机肥初步分析

德国固体废弃物管理现状-废弃物产生

Million tonnes

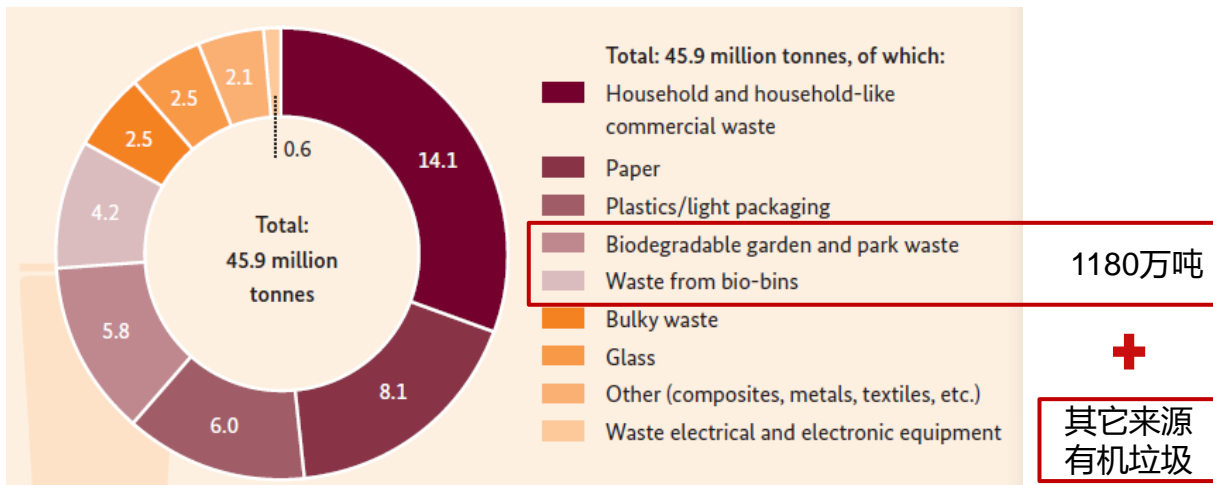


- 建筑垃圾
- 生产过程及商业废弃物
- 矿业加工废弃物
- 家庭废弃物
- 总计

人均:

7.16 kg/d
2.03 kg/d
1.08 kg/d
1.77 kg/d
12.04 kg/d

德国垃圾分类及其中有机垃圾处理



超过1300万吨
人均有机垃圾：
118kg/a; 约0.32kg/d

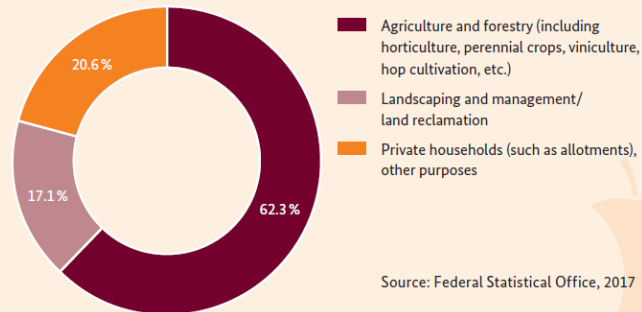


德国垃圾分类及其中有机垃圾处理

有机垃圾处理方式	设施数量	处理量 (万吨)	产品 (万吨)
堆肥	868	737	396
厌氧消化 (含厌氧+堆肥协同)	1392	648	409

Fig. 9: Use of compost 2015

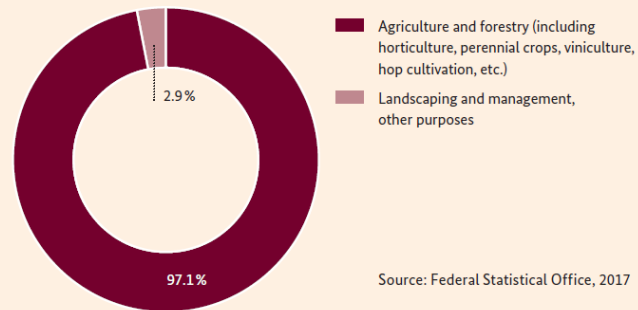
As a percentage



Source: Federal Statistical Office, 2017

Fig. 10: Use of digestate 2015

As a percentage



Source: Federal Statistical Office, 2017

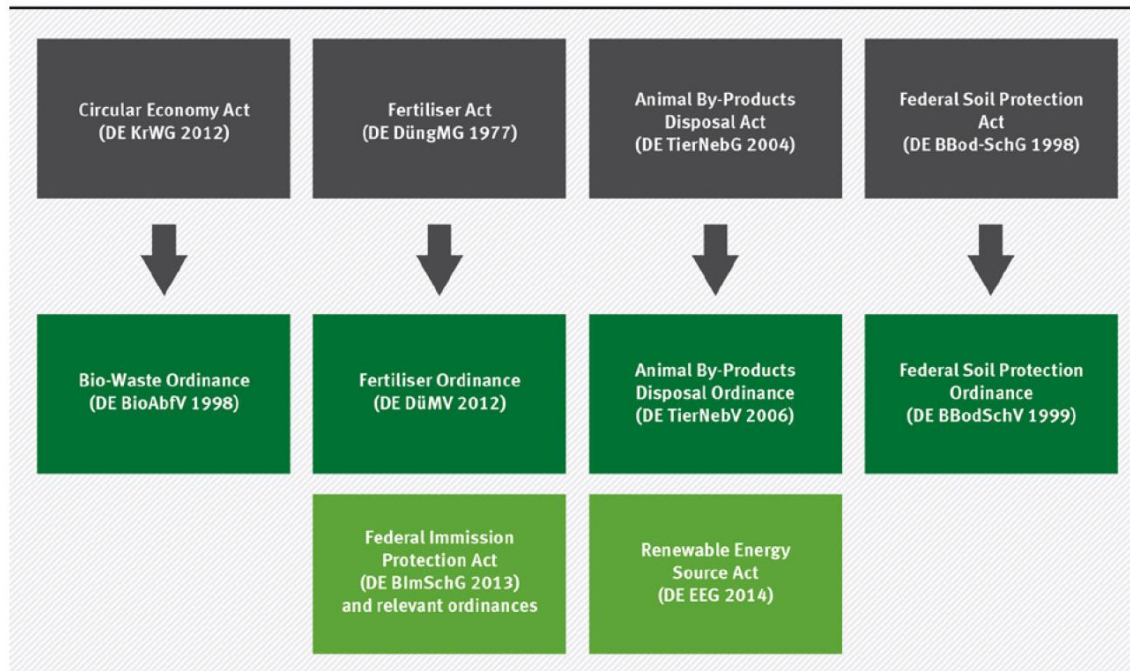
有机垃圾管理-欧盟法律框架

Waste Framework Directive 废弃物管理法令	Animal By-Products Regulation 动物副产品管理条例	Fertilizer Regulation 有机肥管理条例
General waste management requirements 废弃物管理基本要求	Specific requirements for input material and for the use of compost or digestate 堆肥产品和沼渣使用的管理说明	Specific requirements to the production, the composition and the labelling of fertilizers 有机肥产品的生产过程、成分及标识体系的管理说明
The MS are required to promote the separate collection of bio-waste in order it to be treated according to the waste hierarchy 不同原料的分类收集，保证原料的品质	Specifies, which animal by-products are allowed to be composted or digested and, after this, used in agriculture 对于动物副产品，如畜禽粪便，可以通过堆肥及消化过程，回用于农业	Specifies the permitted input material, the content and the efficacy of nutrients, and limits the quantity of undesirable substances 不同原料，营养元素要求，品质控制指标等



德国的相关法律法规要求

Bio-waste legislation in Germany



Source: BiPRO GmbH 2016

生物质废物管理条例

- 明确了生物质废物的利用情景，包括在农业情景下、植树造林情景下以及园林景观情景下的使用要求；
- 涉及到生物质产生、收集、运输、处理和使用的各个利益相关方；
- 包括产品品质相关要求、过程控制、添加剂的使用、安全及卫生方面的考虑，以及对上述要求的强制执行条款

1998年执行，2013年修订



生物质废物管理条例

过程控制

所有的处理单位必须满足过程控制的要求，确保人身、动物及植物安全，避免环境风险。

堆肥技术的过程控制（包括直接堆肥及消化的沼渣）

- ❑ 55°C的温度维持2周以上
- ❑ 65°C（密闭堆肥设施60°C）1周以上

对于过程控制开展三种不同方式的监测：

- 运行初期的现场核证（一次）
- 不定期的过程监督（在运行期持续性开展）
- 最终产品检测分析（在运行期持续性开展）



生物质废物管理条例

环境影响控制指标

欧盟相关标准

Parameter	Class Type 1	Class Type 2	欧盟有机农场适用标准	欧盟 ECO标准
Impurities (glass, metals, plastics) % dm	≤ 0,5	≤ 0,5	-	≤ 0,5
Lead (Pb) mg/kg dm	100	150	45	100
Cadmium (Cd) mg/kg dm	1,0	1,5	0,7	1,0
Chromium (Cr) mg/kg dm	70	100	70	100
Copper (Cu) mg/kg dm	70	100	70	100
Nickel (Ni) mg/kg dm	35	50	25	50
Mercury (Hg) mg/kg dm	0,7	1,0	0,4	1,0
Zinc (Zn) mg/kg dm	300	400	200	300

Source: Dr. Stefanie Siebert and Dipl.-Ing. Agr. Maria Thelen Jüngling, German Quality Assurance Organisation for Compost (BGK) 2009; Joachim Clemens 2018

法律法规要求的执行——质量控制体系QAS

为什么要做QAS? – 确保堆肥及沼渣产品品质，能够符合相关法律法规及标准要求，进而促进其产品市场

什么时候建立QAS? – 1989年，建立了德国质量控制体系 (QAS).

怎么执行QAS? – 两个执行机构：德国质量认证中心 (RAL)，以及自发成立的德国堆肥产品质量控制协会 (BGK)

BGK的标准要求较高，因此BGK的成员可以跳过生物物质管理条例的一些相关要求



质量控制体系

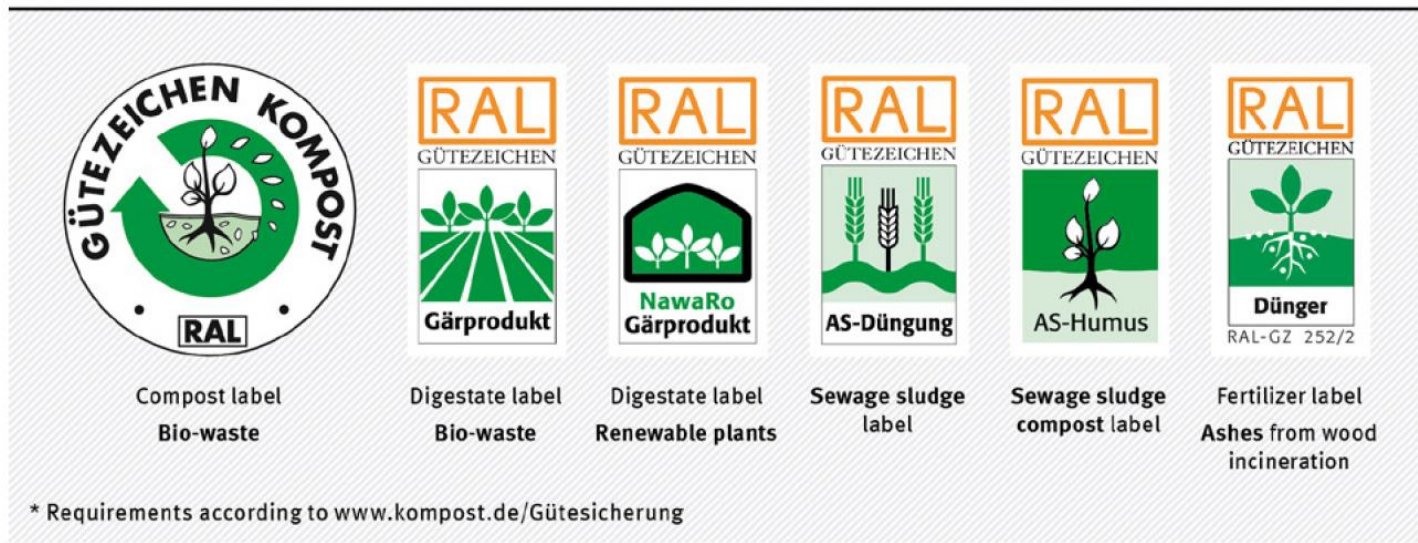


Source: Adapted from BGK 2016a

Source: UBA 2017

质量控制体系

RAL quality labels*



Source: BGK

生物质废
物沼渣

能源作物沼
渣产品

市政污泥

市政污泥堆
肥产品

有机肥
生物质电厂
底灰

质量控制体系

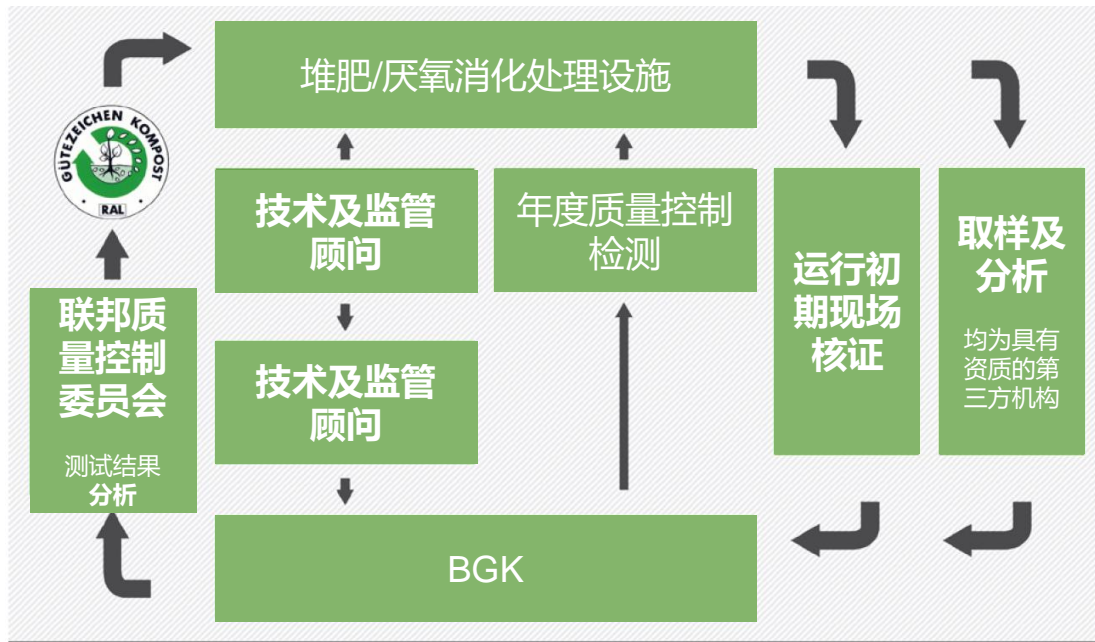
主要控制指标:

- ▶ **过程控制**——是否符合生物质废物管理条例及有机肥管理条例的相关要求
- ▶ 植物营养元素
- ▶ 判断是否满足肥料的要求以及腐殖质的含量
- ▶ **腐熟度**，密度，干物质等物理特性
- ▶ 生化指标特性，病原菌，臭气等
- ▶ 重金属含量

同时，针对产品的品质对可能的农用及景观使用提出合理的使用方法及用量



质量控制体系——过程



Source: Adapted from BGK 2016a

样品数量要求:

0-8000吨/年, 至少4个样品

8000-24000吨/年, 每2000吨一个样品

超过24000吨/年, 最多12个样品

质量控制体系——费用

编号	检测项目	费用 日处理30吨 年处理10000吨	费用 日处理100吨 年处理36000吨
1	过程控制核查（一次）	8500欧	8500欧
2	年度样品检测-取样费	1050欧	2400欧
3	年度样品检测-检测费 (300欧一个样品)	1500欧	3600欧
4	BGK注册费（年度）	1560欧	3770欧
5	总计	第一年：12610欧 后续每年：4110欧	第一年：18270欧 后续每年：9770欧
	折合吨成本	0.41欧/吨	0.27欧/吨
*BGK注册费：710欧基本费用+0.085*处理能力（可变费用）			



经验

- ▶ 如何进行废弃物管理：统筹考虑，协同处理，是一个系统问题！
- ▶ 为什么要分有机垃圾：有机垃圾分类收集处理可以实现**物质循环**
- ▶ 如何实现物质循环：有机肥/堆肥产品/沼渣回到土地利用
- ▶ 如何实现土地利用：**质量控制+政策准入**



样品特性

- ◆ 本研究对易腐有机垃圾进行取样并对原料及产品pH值、电导率、E4/E6、含水率、C/N比、阳离子交换量、挥发性固体质量分数、重金属含量等指标进行检测分析，检测结果如下表。

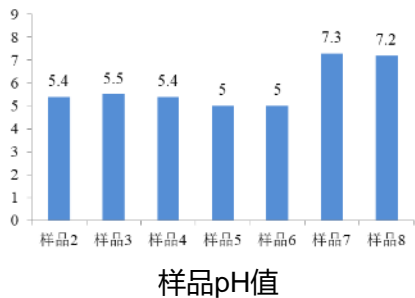
易腐垃圾特性分析

样品标号	处理工艺	pH	电导率 (ms)	E4/E6	含水率	VS (%)	C/N	阳离子交换量 (mol/kg)	重金属 (mg/kg)
1	—	4.4	0.89	1.65	79.746	1.595	11.411	26.94	Cu: 8.745; Zn: 69.138; Cd: 0.048; Pb: 0.484
2	高温好氧	5.6	5.54	4.78	13.091	78.429	10.209	36.89	Cu: 4.134; Zn: 58.761; Pb: 2.126
3	高温好氧	5.5	7.10	6.93	7.188	73.727	11.233	50.34	Cu: 38.333; Zn: 254.323; Cd: 0.297; Pb: 7.123
4	微生物好氧	5.7	6.23	5.64	18.822	65.625	10.294	57.24	Cu: 12.666; Zn: 89.816; Cd: 0.260; Pb: 3.993
5	高温好氧	5.6	7.48	7.35	11.840	76.898	10.226	55.41	Cu: 6.309; Zn: 61.503; Cd: 0.026; Pb: 1.913
6	高温好氧	5.5	6.62	8.33	5.749	82.150	9.877	37.44	Cu: 43.980; Zn: 137.747; Cd: 0.072; Pb: 5.376
7	高温厌氧	7.3	2.35	1.68	75.919	19.302	9.227	231.2	Cu: 18.174; Zn: 106.135; Cd: 0.366; Pb: 0.436
8	高温厌氧	7.2	3.74	1.91	97.485	1.664	—	—	Cu: 4.618*10 ⁻³ ; Zn: 95.453*10 ⁻³ ; Pb: 9.725*10 ⁻³

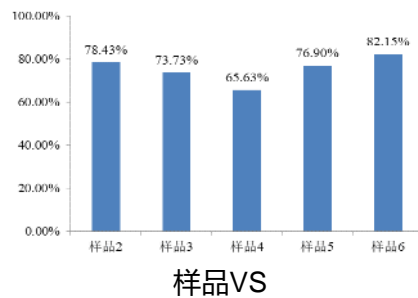
样品1: 车坊农贸原料; 样品2: 车坊农贸堆肥; 样品3: 白马桥西沼渣肥; 样品4: 湖州堆肥1; 样品5: 湖州堆肥2; 样品6: 湖州堆肥3; 样品7: 华行环境沼渣; 样品8: 华行环境沼液。

样品特性

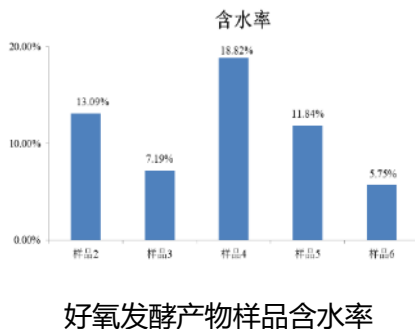
◆ pH值、含水量、质量分数、C/N比等指标，符合垃圾处理以及制备有机肥料的相关要求。



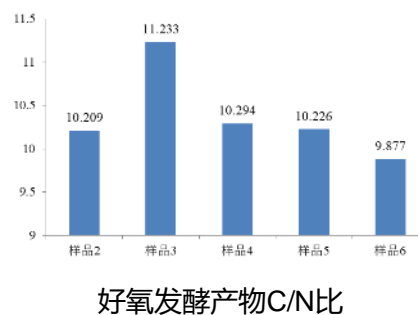
- ✓ 好氧发酵处理后样品pH值处于**5~5.5**之间，**偏酸性**；
- ✓ 厌氧发酵工艺处理后的沼液沼渣pH值**呈中性**。
- ✓ **符合有机肥料的（pH值）5.5~8.5**相关指标要求。



- ✓ 堆肥产物有机质含量较高，有机质含量在**65%~85%**之间；
- ✓ 氮磷钾等营养元素含量高，**含氮量**高达**3%~5%**以上。
- ✓ **符合制备有机肥产品有机质含量>45%**的质量指标，是**绿色生产理想肥料**。



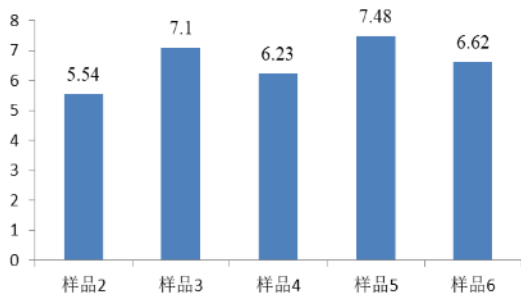
- ✓ 易腐有机垃圾原样品的**含水率在80%左右**；
- ✓ 采用好氧发酵堆肥处理后产品含水率**20%以下**。
- ✓ **达到了垃圾减量化的目标**。



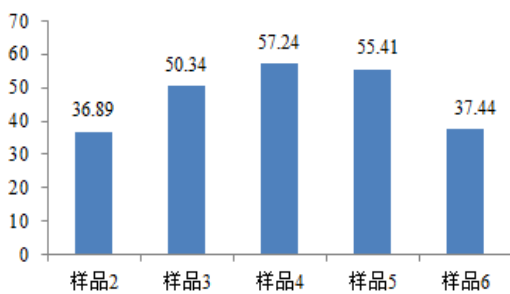
- ✓ 所取堆肥样品的**C/N比在9.8~11.5**之间，均控制在**20:1**以下。
- ✓ **C/N比适宜**，符合堆肥产品**C/N比例<20:1**的要求。

样品特性

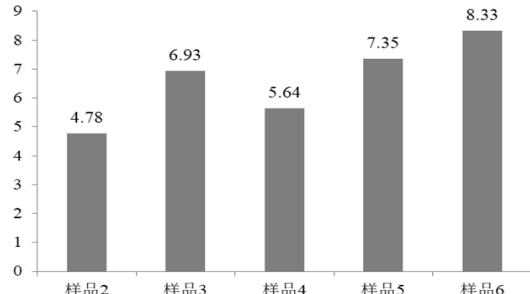
- ◆ 易腐有机垃圾处理产品，含盐量低、土壤保肥性高，是绿色生产、改良土壤的理想肥料；但产品腐熟程度相对较低，受堆肥技术影响，质量有待提高。



好氧发酵产物电导率



好氧发酵产物阳离子交换量

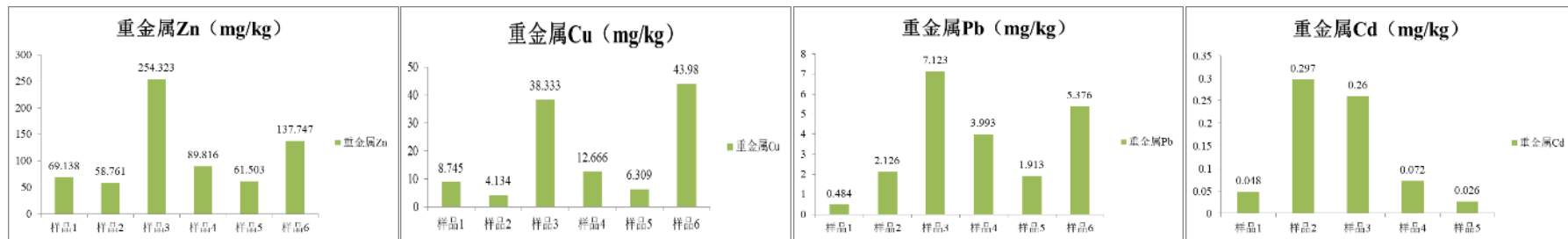


好氧发酵产物E4/E6

- ✓ 好氧堆肥处理后的有机垃圾电导率处于 5.5~7.5ms 之间，**含盐量较低**。
- ✓ **最终堆肥产品不会对作物产生盐分毒害。**
- ✓ 阳离子交换量**均高于35**，样品4的阳离子交换量高达57.24。
- ✓ **易腐有机垃圾处理后的堆肥产品具有较好的土壤缓冲性能，是改良土壤的良好原料。**
- ✓ 处理后产品E4/E6值总体偏高，腐熟度相对较低。
- ✓ **腐熟程度相对较低，堆肥产品品质质量有待提高。**

样品特性

- ◆ 易腐有机垃圾处理产品，重金属含量相对较低，Pb含量满足有机肥重金属Pb <150mg/kg的限量要求，Cd含量满足有机肥重金属Cd<50mg/kg的限量要求。
- ◆ Cu、Zn重金属含量相对较高，但其金属形态、对土壤的毒害作用较低，且并未明确的重金属限量要求，需要进一步确定其环境污染的影响效应，明确有机肥中金属限量。



结论

◆ 城市源易腐有机垃圾处理产品多数重要指标已达到有机肥等标准，初步具备作为农林使用的条件；但目前我国相关政策标准仍不完善，产品成分属性尚不清楚，生化处理工艺及技术有待完善。



政策方面

- ✓ 生活垃圾分类立法进程加快，但相关法律法规、管理规范、实施方案等多为一般表述，缺少易腐有机垃圾处理与利用的可操作性方案及内容。

- ✓ 现行标准多为生活垃圾、餐厨垃圾处理相关标准，产品相关标准则是参考固废、粪便处理相关标准，易腐有机垃圾处理及利用产品的专项标准缺失。

标准方面



指标方面

- ✓ 两种处理工艺的产品满足多项肥料产品标准。具备酸碱度适宜、重金属含量低，有机质含量高、含盐量低、保肥性高等特点，



期待交流合作!

钱名宇

GIZ中国废弃物与循环经济领域主任

mingyu.qian@giz.de

+86 (0)10 8527 5589 转105

13810529780

