

鸡粪中的有机酸及其对土壤速效养分的影晌*

王林权^{1,2} 周春菊¹ 王俊儒¹ 李生秀¹ 邵明安²

(1 西北农林科技大学资环系; 2 中国科学院水利部西北水土保持研究所国家重点开放实验室, 陕西杨陵 712100)

摘 要 通过室内模拟实验研究了鸡粪堆腐过程中有机酸的种类、含量和变化规律。结果表明, 鸡粪腐熟过程中会形成和累积大量的有机酸, 在堆腐的第 5 周, 最高含量可达 $88.3 \text{ cmol kg}^{-1} \text{ DM}$; 不挥发性有机酸在堆腐的第 3 周和第 5 周分别达到两个高峰, 挥发性有机酸在第 6 周和第 9 周分别达到高峰, 堆腐 9 周后, 鸡粪中的有机酸大大降低。鸡粪在堆腐的过程中产生大量的丁二酸及其衍生物等低级脂肪酸等。土培试验表明, 这些酸在活化土壤磷素方面具有不可忽视的作用。

关键词 鸡粪, 堆腐, 有机酸

中图分类号 S141

随着养殖业的迅速发展, 大、中型养殖场越来越多, 由此而引起的环保问题逐渐受到人们的重视。畜禽排泄物处理的主要途径是做为有机肥还田。关于有机肥料营养机理到目前为止不是十分清楚, 原因之一就是有机肥的种类多, 腐熟过程中的中间产物复杂, 其对植物生长发育及土壤养分有效性的影响不一。有机酸是有机肥腐熟过程中的一类重要产物, 在植物营养方面, 有机酸可能有两方面的作用。一是影响土壤养分的有效性, 如通过螯合作用减少磷的吸附固定, 提高 Fe、Mn、Cu、Zn 等微量营养元素的有效性; 二是直接对植物产生克生作用, 影响植物的生长和发育^[1]。近年来, 有机酸在植物营养中的作用渐受关注^[2-4]。

一方面由于有机肥的种类多, 性质差异大, 因此各种有机肥料中有机酸的种类、数量及变化规律也可能完全不同。另一方面有机酸的测定方法复杂, 而且需要一些特殊仪器设备。因此, 国内外对有机肥中的有机酸研究报道很少^[5,6]。全面研究有机肥中有机酸的种类、数量和腐熟过程中的变化规律, 对探索有机肥的营养机理, 缩短积制时间, 合理施用有机肥料是大有裨益。本研究主要针对鸡粪在堆腐过程中产生的有机酸的种类、含量及其变化规律; 通过土培试验研究其对土壤速效养分的影响。

* 国家自然科学基金项目(批准号为 339370423)

收稿日期: 2000-04-17; 收到修改稿日期: 2000-08-21

1 材料与方法

1.1 供试材料

鸡粪 取自西北农业大学畜牧站种鸡场, 基本性状为: 风干样含水量 187.4g kg⁻¹, 全氮含量 30.4g kg⁻¹, 全磷 12.3g kg⁻¹, 全钾 22.5g kg⁻¹, 碳氮比为 17.7, 粗纤维含量 84.5g kg⁻¹, 脂蜡含量 97.0g kg⁻¹, 水溶物含量 116.5g kg⁻¹。供试土壤的基本性状为: 有机质 12.1g kg⁻¹, pH 7.87, 全氮 1.2g kg⁻¹, 全磷 1.1g kg⁻¹, 全钾 17.1g kg⁻¹, 碱解氮 90mg g⁻¹, 速效磷 3mg g⁻¹, 速效钾 127mg g⁻¹。

1.2 研究方法

1.2.1 堆腐方法 将取回的新鲜鸡粪, 拣去杂质, 混合均匀, 在通风处阴干至含水量分别为 70.91%。将处理好的堆腐材料混合均匀, 分别装入直径 8.5cm, 高 12.5cm 的塑料盒中, 每盒装鸡粪 600g, 然后将盒子套上塑料袋, 放入恒温恒湿箱中模拟堆肥条件堆腐, 调节温度使恒温箱的温度始终比粪肥低 1℃~2℃, 避免粪肥热量损失和防止人为升温的影响。每天定时观察粪肥温度和调节培养箱温度。重复 30 次。每周取粪肥两盒, 测定有机酸、pH 等项目。

1.2.2 有机酸的提取 参考 Thomas^[7] 等人的方法, 简要过程如下: 称取 10.00g 的粪肥样品, 用 pH 值为 11 的碱性乙醇溶液浸提 24h, 振荡 30min 后离心; 上清液过 731 型阳离子交换树脂柱, 酸化至 pH 值为 2 左右。用蒸馏法提取挥发性有机酸; 用蒸馏的残液提取不挥发性有机酸。将残液用 NaOH 溶液中中和后, 在水浴上蒸干; 用饱和 NaHSO₄ 溶液酸化残渣, 再用 1:1 的氯仿-正丁醇溶液反复浸提数次, 浸提液用浓氨水调至 pH 值为 8~9, 再用少量蒸馏水萃取数次, 将萃取液置于 P₂O₅ 干燥器中浓缩至 2~3ml, 再转入含浓盐酸的干燥器中沉淀腐殖酸, 离心; 将上清液置于含 P₂O₅ 和钠石灰的干燥器中除去水分和 HCl。将结晶用乙醚连续提取 24 小时, 将乙醚提取液蒸干, 残渣用 70% 的乙醇溶解并定容至 5ml。

1.2.3 培养试验 土壤培养试验 I 主要研究鸡粪对石灰性土壤的 N、P、K 等养分的有效性的影响。用装土 0.5kg 的塑料盒在恒温培养箱中进行培养。试验共设 3 个处理: CK 不加有机肥; 鸡₁ 每盒加鸡粪 16.7g; 鸡₂ 每盒加鸡粪 33.3g。将土壤和有机肥混匀后, 装入盒中, 加水至含水量 200g kg⁻¹, 用塑料袋封口, 防止水分过度蒸发。然后放入 25℃ 培养箱中培养。每处理重复 10 次。每隔一周测定一次含水量、速效 N、P、K 及土壤 pH 值, 并补加水分。土壤培养试验 II 用分析纯的琥珀酸、乳酸、柠檬酸和草酸分别配制两种浓度的有机酸及其混合液溶液培养土壤, 试验处理见表 1。称取过 0.5mm 的风干土 2.5g, 各加入 5ml 有机酸溶液, 重复 5 次, 在 25℃ 条件下培养 24h, 然后用 Olsen 法测定土壤速效磷含量。培养液中各加入 10g L⁻¹ 的 HgCl₂ 和 NaN₃ 抑制土壤微生物和酶的活性。

表 1 各种有机酸的浓度

Table 1 The concentration of organic acids (g L⁻¹)

处理水平	蒸馏水	琥珀酸	乳酸	柠檬酸	草酸	混合酸
Treatment	Distilled water	Succinic acid	Lactic acid	Citric acid	Oxalic acid	Mixed acid
处理 1(T ₁)	—	5.0	1.5	0.5	0.5	5.0+ 1.5+ 0.5+ 0.5
处理 2(T ₂)	—	10.0	3.0	1.0	1.0	10.0+ 3.0+ 1.0+ 1.0

1.3 测定方法

有机酸总量的测定、挥发酸总量的测定, 将蒸馏液装入带有长玻璃管的橡皮塞的三角瓶中, 加热沸腾 10min, 除去 CO₂。然后, 加一滴酚酞指示剂, 用 0.005mol L⁻¹ 的 NaOH 标准液滴定。不挥发酸总量的测定, 取 1ml 提取液, 加 10ml 蒸馏水, 然后用 NaOH 标准液滴定。

不挥发酸组分的分析用英国 VG 公司生产的 TRI02000 型 GC/MS/DS(气相色谱-质谱信息系统)进

行。上机前,样品用重氮甲烷法甲酯化。分析条件,柱型:SE-54 30m × 0.25mm 石英毛细管柱;柱温:60~300℃,程序升温 7℃ min⁻¹,并在 300℃ 保持 20min;进样口温度:290℃;电子轰击源,倍增器电压:650V;发射电流:0.25mA;电子能量 70eV;源温:180℃;扫描范围:30~500amu。通过计算机检索系统,进行未知物的鉴定,根据分子离子峰面积计算各种物质的相对含量。

多元羧酸的测定,用 NIHON WATERS LTD 型高效液相色谱仪测定。分析条件,柱高:Microbondapak C18;流动相:2.5% NHAH PO (pH2.50);流速:2ml min⁻¹;纸速:0.5cm min⁻¹;UV 波长:200nm;灵敏度:0.05AUES。

土壤速效氮,用扩散皿法测定;土壤速效磷,用 Olsen 法测定;土壤速效钾,用 NH₄Ac 浸提,火焰光度计法测定。

2 结果与分析

2.1 鸡粪堆腐过程中有机酸的变化

姚政等认为鸡粪堆腐过程中产生的有机酸可能是影响种子萌发的主要因素^[8]。鸡粪

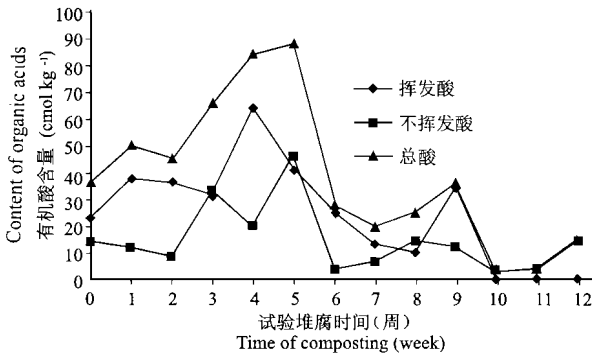


图 1 鸡粪堆腐过程中有机酸含量的变化

Fig. 1 The content of organic acids in the compost of chicken feces

堆腐过程中的有机酸变化趋势见图 1。鸡粪堆腐过程中,有机酸的变化比较复杂。挥发性有机酸有两个高峰,分别在堆腐的第 5 周和第 9 周。最多为 64.57cmol kg⁻¹干样。第 11 周后基本消失。不挥发性有机酸分别第 3 周和第 5 周出现高峰,最高值为 46.5cmol kg⁻¹干样。有机酸总量在第 5 周时达最高,为 88.3cmol kg⁻¹干样,此时挥发性和不挥发性有机酸含量均较高,可能是鸡粪中水溶性物质和脂蜡转化产物。挥发性有机酸的

高峰期与不挥发性有机酸的低谷相耦合,说明两类有机酸可能相互转化。到第 6 周后,易分解物质减少,有机酸的生产量也减少。

2.2 鸡粪肥堆腐过程中芳香族有机化合物的变化

芳香族有机酸作为化学克生物质,受到了人们的普遍关注^[9]。它们对植物的生长和发育具有刺激和抑制作用。我们用气相色谱-质谱分离检测,计算机检索研究了不挥发性的化合物组成。结果见表 2,含量为各组分在本时期的相对量。堆腐开始时鸡粪中不挥发性酸的种类较少,第一周只有 23 种,随着堆腐的进行,鸡粪中的不挥发性酸的种类大大增加, J₃ 为 52 种, J₆ 为 47 种, J₉ 为 53 种。各阶段中的主要组分见表 2。

从有机酸的组成看,鸡粪中除含有大量的芳香族有机酸,如苯甲酸、苯乙酸、苯二羧酸、氯化肉桂酸及吡啶羧酸等外,腐熟过程中还产生了大量的多元羧酸,如丁酸,丁二酸,戊二羧酸及其衍生物,并产生了许多长链脂肪酸,如三十烷酸等。

2.3 鸡粪中多元羧酸的变化

许多研究表明,二元和三元羧酸对土壤磷素的有效性影响较大,可减少土壤对磷的吸

表 2 鸡粪堆腐过程中的主要大分子酸性化合物及相对含量¹⁾

Table 2 The main organic acids and their contents in the compost of chicken feces

堆腐时间(周) Time(week)	化合物名称 Organic acids	相对含量 Relative content (%)	堆腐时间(周) Time(week)	化合物名称 Organic acids	相对含量 Relative content (%)
J ₁ ²⁾	呋喃羧酸	1.46	J ₃	3-羟基-3-甲基-丁酸	0.11
	4-甲氧基苯甲酸	1.48		4-异丙基丁酸	1.65
	3-甲氧基苯甲酸	3.81		丁二酸	9.51
	苯甲酸-2-(4-甲基苯基)	2.69		甲基丁二酸	0.74
	1,2-苯二羧酸	2.93		乙基丁二酸	12.8
	1,2-苯二羧酸丁酯	1.01		9-十八碳烯酸, 12-乙酰基, R-(Z)-	3.30
	苯二羧酸-双(2-甲氧基乙基)酯	4.86		2-丁烯酸-3-乙基硫-S-(1-甲基乙基)酯	0.36
	1,2-苯二羧酸, 双(2-甲氧基乙基)酯	11.8		戊二酸-2-甲基, 双(1-甲基丙基)酯	2.25
	7-甲基壬酸	1.26		2-戊烯二酸	1.37
	十二乙酰基-9-十八碳烯酸	4.43		3-(4-甲氧基苯)丙酸乙酯	0.23
	二十七烷酸	5.54		4-甲氧基苯甲酸	0.12
	6H-二苯基 B. D 吡喃醇,	3.06		丁二酸, 2,2-二甲基, 双(1-甲基丙基)酯	0.20
	3-己基-6A, 7, 8, 10A-四氢-6, 6			三甲氧基苯甲酸	0.08
	1-甲氧基-2-乙氧基苯	14.0		4-甲氧基苯丙酸	0.53
	1H-吡啶并-3,4-吡啶乙	3.17		苯丁酸	0.36
	酸-1-酮, 2, 3, 4, 9-四氢-6-甲氧基-			1,2-苯二羧酸	0.36
				1,2-苯二羧酸, 双(2-甲氧基乙基)酯	5.26
				1,2-苯二羧酸, 丁基-8-甲基壬基酯	1.39
				15-甲基-十七烷酸	5.61
				二十七烷酸	0.56
				2,6-二甲基十一烷酸	5.60
				4-吡啶羧酸-4-苯基-1-2-(四氢-2-呋喃)	0.52
				1H-吡啶-2-羧酸, 1-(三甲基硅烷)-乙酯	1.06
				氯化肉桂酸, P-甲氧基-β-甲苯	0.25
J ₆	3-羟基丁酸	0.08	J ₆	甲氧基乙酸	7.89
	4-异丙基丁酸	1.91		丁二酸	2.42
	丁二酸	17.2		甲基丁二酸	1.08
	亚甲基丁二酸	3.40		乙基丁二酸	1.31
	丁二酸乙酯	7.50		乙基丁二酸单酯	0.88
	戊二酸	5.49		3-甲氧基丁二酸	0.58
	2-甲基戊二酸	0.13		亚甲基丁二酸	1.69
	苯乙酸	3.90		丁二酸, 2,2-二甲基, 双(1-甲基丙基)酯	2.52
	戊二酸乙酯	5.72		2-丁烯二酸, 2,3-二甲基-	2.62
	己二酸	0.43		戊二酸乙酯	1.68

续表

堆腐时间(周) Time(week)	化合物名称 Organic acids	相对含量 Relative content (%)	堆腐时间(周) Time(week)	化合物名称 Organic acids	相对含量 Relative content (%)
J ₆	己二酸单乙酯	0.22	J ₉	2,3-戊二烯酸, 2-甲基-4-苯基, 乙基酯	0.77
	3-甲氧基苯甲酸	1.18		戊二酸, 3-甲基-二丁基酯	1.90
	4-甲氧基苯甲酸乙酯	0.62		2-甲基-2-丙基-己酸	0.11
	4-甲氧基-苯乙酸	6.89		苯丁酸	0.70
	苯丙酸	4.84		3-甲氧基苯甲酸	1.35
	2-甲氧基苯丙酸	1.11		3,4-二甲氧基苯甲酸	0.60
	4-甲氧基苯丙酸	5.33		苯甲酸, M-(亚黄酸氨基)-	0.38
	3,4-二甲氧基苯丙酸	2.09		α -甲氧基苯乙酸	0.72
	4-甲氧基苯丁酸	0.99		4-甲氧基苯乙酸	0.70
	1,2-苯二羧酸	0.29		α -甲氧基苯乙酸	0.72
	苯, 1-(1,3-二甲基-3-丁基)-4-甲氧基-	1.03		1,2-苯二羧酸	0.56
	P-辛基甲氧基苯	5.14		1,2-苯二羧酸, 双(2-乙基己基)酯	10.2
	氯化肉桂酸, P-甲氧基 β -甲基-	1.21		1,2-苯二羧酸, 丁基-2-甲基丙基酯	2.69
	2,5-戊二烯酸, 2-甲基-4-苯基-乙基酯-	0.70		1,2-苯二酸, 双(2-甲氧基乙基)酯	3.62
	9-十八碳烯酸, 12-乙酰基-R-(Z)-	1.00		1,2,3-三羧酸-2-羟基丙烷	0.64
	1,2-苯二羧酸, 双(2-甲氧基乙基)酯	0.40		2,6-吡啶二羧酸	0.18
	苯并呋喃, 5-甲氧基-6,7-二甲基-	3.61		2-氧-萘酸	0.58
				壬酸	0.89
				9-十八碳烯酸, 12-(乙酰基)	1.80
				十九烷酸乙酯	2.02
		三十烷酸	0.78		

1) 相对含量指的是各组分在总量中占的百分比例; 2) J代表鸡粪, 下角码代表堆腐周。

表3 鸡粪堆腐过程中几种多元羧酸的含量变化

Table 3 The contents of organic acids during feces composting (g kg^{-1})

多元羧酸 Polybasic carboxylic acid	不同堆腐时间的多元羧酸含量 ¹⁾ Content of polybasic acids in compost			
	1	2	6	12
草酸(Oxalic acid)	0.227	1.687	3.351	0.308
苹果酸(Malic acid)	1.650	—	—	—
乳酸(Lactic acid)	10.139	9.220	5.438	0.835
柠檬酸(Citric acid)	—	3.624	2.043	1.434
琥珀酸(Succinic acid)	1.222	11.335	30.241	—
总量(Total)	13.233	25.866	41.073	2.577

1) 堆腐时间单位为周。

附和固定, 提高磷素有效性^[10, 11]。因此我们用反相高压液相色谱测定了第 2、4、6、13 周时提取液中几种多元羧酸的含量(表 3)。

鸡粪中的 5 种有机酸含量高, 变幅大。在堆腐的前一个月, 有机酸的总量呈上升趋势, 到第 6 周时, 达 41.073 g kg^{-1} , 为最高值。但到堆腐结束时, 5 种酸的总量大幅度下降至 2.577 g kg^{-1} 。5 种有机酸的含量和变化趋势不一致, 乳酸和琥珀酸的含量较多, 其余 3 种酸的含量较少; 乳酸、柠檬酸和苹果酸在堆腐过程中呈现下降趋势, 而草酸和琥珀酸先升后降。

2.4 施用鸡粪对土壤速效养分含量的影响

鸡粪对土壤速效养分的影响见表 4。由表 4 可以看出, (1) 施用鸡粪后, 土壤的速效养分含量增加, 且施入量越多, 增加量也愈大。(2) 在培养期内, 速效磷和速效钾的增加幅度大于速效氮; 在培养的前 4 周, 随着培养时间的延长, 速效磷和速效钾的含量呈上升趋势。既然施入有机肥后能提高土壤速效养分的含量, 那么这种养分的变化是由于施肥带入的, 还是由于施肥引起了土壤原有养分的活化呢? 我们比较了土壤速效养分的增加量与施肥带入的速效养分。(1) 土壤速效氮和速效钾的增加量减去粪肥的带入量为负值, 说明土壤速效氮的增加量不是由于活化了土壤中的氮素和钾素, 而是施肥带入的; 并且随着

表 4 鸡粪对土壤速效养分含量的影响

Table 4 The effect of feces on available nutrients in the soil

速效养分 Available nutrients	试验处理 Treatment	培养时间 ¹⁾ Time of culture (week)					
		0	1	2	3	4	5
速效氮 Available N(mg kg^{-1})	CK	90	90	100	103	75	61
	鸡 1	90	147	124	119	100	78
	鸡 2	90	151	145	146	131	121
速效磷 Available P(mg kg^{-1})	CK	3	3	6	9	13	11
	鸡 1	3	44	43	46	89	58
	鸡 2	3	47	75	128	141	88
速效钾 Available K(mg kg^{-1})	CK	127	127	129	146	246	293
	鸡 1	127	240	331	264	417	492
	鸡 2	127	297	228	387	598	695

1) 培养时间单位为周。

表 5 有机酸对土壤磷的活化作用

Table 5 The effect of organic acids on available phosphorus in the soil

处理水平 Treatment	不同有机酸处理土壤中磷(Olsen)含量($\mu\text{g g}^{-1}$) The content of Olsen P in the soil treated with different organic acids					
	蒸馏水 Distilled water	琥珀酸 Succinic acid	乳酸 Lactic acid	柠檬酸 Citric acid	草酸 Oxalic acid	混合酸 Mixed acid
处理 1(T ₁)	6.45±0.11	11.37±0.32	9.00±0.95	7.62±0.11	7.43±0.54	8.39±0.59
处理 2(T ₂)	6.45±0.11	12.62±0.50	7.98±1.21	8.25±0.56	6.82±0.77	9.95±1.70

培养时间的延长,氮素的差值愈大,说明氮素有损失或转化。(2)磷素差值为正值,说明了鸡粪具有活化土壤磷的作用,间接的证明了鸡粪中的有机酸对土壤中磷的活化作用。为进一步证实有机酸的活化作用,笔者根据鸡粪中的几种主要有机酸的含量,用土壤培养的方法,研究了琥珀酸、乳酸、柠檬酸、草酸等对土壤磷的活化效果,结果见表5。由表5可见,有机酸处理后的速效磷含量都有增加,几种有机酸均有活化土壤中磷的作用,其中琥珀酸和乳酸的作用较大,草酸的作用较小,各种有机酸并无加合作用。

3 讨论

一般情况下,淀粉、纤维、糖类、果胶等发酵或水解过程中产生低级脂肪酸;脂蜡类分解产生长链脂肪酸如蜡酸,辛酸等;木质素虽不易分解,但一经转化即形成各种酚酸。氨基酸在分解过程中产生侧链脂肪酸^[1]。鸡粪中粗纤维的含量较少,木质素更低,而水溶性有机物质和脂蜡的含量较丰富,因此鸡粪堆腐过程中形成有机酸的数量和速度都较大,特别是挥发性脂肪酸和二元羧酸。这些酸数量多,酸性强,积累过量会对植物生长和发育产生不利影响,这在我们的土培试验中得到证实,每 hm^2 施用75t以上未腐熟鸡粪会显著降低小麦出苗率。Staunton^[10,11]等研究表明,二元有机酸和三元有机酸可减少土壤中铁铝胶体对磷的吸附,提高土壤中磷的有效性。Hodgson等报道,Zn、Cu、Fe和Mn与有机酸类物质络合或螯合就改变了它们在土壤中的活性^[1]。章永松^[4]等研究表明草酸和乙酸对钙磷有一定溶解效果,柠檬酸对铁磷的溶解效果最好;土培试验表明,施用鸡粪可显著提高土壤速效磷的含量,由此可见鸡粪堆腐过程中产生的多元羧酸活化土壤养分和土壤肥力形成方面的作用是不可忽视的。而这些有机酸在腐熟的不同阶段其含量是有差异的,因此,鸡粪是否需要完全腐熟值得商榷。

参 考 文 献

1. 莫淑勋. 土壤中有机酸的产生、转化及对土壤肥力的某些影响. 土壤学进展, 1986, 392~ 398
2. 陆文龙, 王敬国, 曹一平等. 低分子量有机酸对土壤磷释放动力学的影响. 土壤学报, 1998, 35(4): 493~ 499
3. 胡红青, 贺纪正, 李学垣等. 有机酸对酸性土壤吸附磷的影响. 华中农业大学学报, 1997, 16(1): 37~ 42
4. 章永松, 林咸永, 罗安程. 有机肥(物)对土壤中磷的活化作用及机理研究. II 有机肥(物)分解产生的有机酸及其对不同形态磷的活化作用. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(2): 151~ 155
5. 华中农学院土壤教研组化学教研室. 用分配薄层层析测定土壤中挥发性有机酸. 湖北农业科学, 1976, 12: 33~ 35
6. 刘修才, 莫淑勋. 土壤中有机酸比色测定的研究. 土壤学报, 1985, 22(3): 290~ 296
7. Wang T S C, Cheng S Y, Helen Tung. Extraction and analysis of soil acids. Soil Science, 1967, 103(5): 360~ 366
8. 姚政, 赵京音. 用种子发芽力作为生物指标评判鸡粪堆肥腐熟度的研究. 土壤肥料, 1995, 6: 30~ 32
9. 孙文浩, 余叔文. 相生相克效应及其应用, 植物生理学通讯, 1992, 28(2): 81~ 87
10. Staunton S, Lepince F. Effect of pH and some organic anions on the solubility of soil phosphate: implication for P bioavailability. European J. Soil Sci., 1994, 47: 231~ 239
11. Kpomblokou K. Effect of organic acids on release of phosphorus from phosphate rocks. Soil Sci., 1994, 158(6): 443~ 453

ORGANIC ACIDS IN CHICKEN FECES AND THEIR EFFECTS ON AVAILABILITY OF NUTRIENTS IN LOESS SOIL

Wang Lin-quan^{1,2} Zhou Chun-ju¹ Wang Jun-rui¹ Li Sheng-xiu¹ Shao Ming-an²

(1 The Department of Natural Resources and Environmental Science, Northwest Normal University of Agriculture and Forestry;

2 National Key Laboratory of Soil Erosion and Dryfarming, Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences, Yangling Shaanxi 712100)

Summary

Kinds and contents of organic acids in the compost of chicken feces and their changes were studied. The results indicated that a lot of organic acids came into being and accumulated; the content of organic acids was $88.3 \text{ mol kg}^{-1} \text{ DM}$ reaching the peak after 5 weeks of composting; the content of non-volatile organic acids had two peaks at the third and fifth week of composting separately; the peaks of the volatile acids occurred at the sixth week and ninth week separately. After 9 weeks of composting, the content and number of the kinds of organic acids declined sharply, apart from aromatic acids such as benzoic acid, benzenedicarboxylic acid *etc.*, and their ramification. There were many small molecular organic acids such as butane diacid and their derivatives and some big molecular fatty acids coming into being.

Key words Chicken feces, Organic acids, Composting