

# 有机肥中氨基酸废料添加量的安全阈值研究

乔艳, 胡诚, 张智, 刘东海, 陈云峰, 李双来

(农业农村部废弃物肥料化利用重点实验室, 湖北省农业科学院植保土肥研究所, 武汉 430064)

**摘要:** 氨基酸废料因其价格低廉、富含氨基酸与养分资源等特征, 是有机肥的优质添加剂, 评估氨基酸废料添加量的安全阈值是研制生物有机肥的重要依据。将氨基酸废料溶解于水, 从0到15%共设置7个添加量, 喷至有机肥成品, 分析不同添加量下有机肥酸碱度、电导率、氯离子含量和种子发芽指数的变化特征。研究表明, 氨基酸废料添加量在3%范围内, pH呈现较为平稳的趋势, 当添加量进一步增加, pH则逐渐降低。电导率随着氨基酸废料添加量的升高呈现同步增加的趋势, 有机肥中盐分含量逐渐增加, Cl<sup>-</sup>含量同样是稳步上升, 当添加量在10%范围内, Cl<sup>-</sup>含量均低于3%。当氨基酸废料添加量≤1%时, 种子发芽指数可达到75%以上, 但添加量增至3%时, 种子发芽指数骤降, 出现明显的毒害现象。因此, 氨基酸废料添加量需控制在3%以内, 本研究推荐1%为研制生物有机肥的安全阈值。

**关键词:** 有机肥; 氨基酸废料; 氯离子含量; 种子发芽指数; 阈值

中图分类号: S144.1

文献标志码: A

论文编号: cjas20200200026

## The Threshold Value of the Addition Amount of Amino Acid Waste in Manure

Qiao Yan, Hu Cheng, Zhang Zhi, Liu Donghai, Chen Yunfeng, Li Shuanglai

(Key Laboratory of Fertilization from Agricultural Wastes, Ministry of Agriculture and Rural Affairs,

Institute of Plant Protection and Soil Fertilizer, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, Hubei, China)

**Abstract:** The amino acid waste is a good additive for manure because of its low cost and rich in nutrients. Estimating the threshold addition amount of amino acid waste will provide an important evidence for the development of bio-organic fertilizer. This study evaluated the safety of the manure which has been added with liquid amino acid waste. The addition amount included seven levels from 0 to 15%. The simulation experiment was conducted to analyze pH, EC, Cl<sup>-</sup> concentration, and seed germination index (GI). The results showed that pH was steady within 3% and decreased with the increasing addition amount. The EC and Cl<sup>-</sup> concentration showed an improving trend, and the Cl<sup>-</sup> concentration was lower than 3% at the 10% addition level. The GI could be more than 75% at 1% addition level, however, the GI plunged at the 3% addition level. Therefore, the addition level of amino acid waste in manure could be controlled at 3%, the safety threshold value for developing bio-organic fertilizer is recommended at 1%.

**Keywords:** Manure; Amino Acid Waste; Cl<sup>-</sup> Concentration; Germination Index; Threshold Value

## 0 引言

化肥的不合理施用引起了一系列的生态环境问题<sup>[1]</sup>, 在化肥使用量零增长的背景下, 有机肥替代化肥成为农业绿色发展工作要点之一<sup>[2]</sup>, 在作物增产、改善

品质、培肥土壤等方面发挥着重要作用。传统有机肥具有丰富的营养元素和有益微生物, 然而随着现代农业的发展, 生物有机肥的研制备受关注<sup>[3]</sup>。从目前来看, 生物有机肥的产业发展还存在种类繁多、概念易

**基金项目:** 国家重点研发计划项目“集约化养殖粪污污染综合防治技术与装备研发”(2018YFD0800100)。

**第一作者简介:** 乔艳, 女, 1967年出生, 湖北武汉人, 副研究员, 主要从事新型肥料方面的研究。通信地址: 430064 湖北省武汉市洪山区南湖大道18号 湖北省农业科学院植保土肥研究所, E-mail: 297463471@qq.com。

**通讯作者:** 李双来, 男, 1963年出生, 湖北武汉人, 研究员, 主要从事有机肥生产与应用方面的研究。通信地址: 430064 湖北省武汉市洪山区南湖大道18号 湖北省农业科学院植保土肥研究所, E-mail: 156691670@qq.com。

**收稿日期:** 2020-02-19, **修回日期:** 2020-05-03。

混、产品不稳定等问题,生产工艺和技术的改善将会促进其成为更优质的农资产品<sup>[4]</sup>。同样是以动物粪便、作物秸秆等为原料,生物有机肥因其具有大量的特定功能微生物而优于其他肥料<sup>[3]</sup>,更有一些高端有机肥产品,在此原料的基础上添加一定的蛋白源,如氨基酸材料,以促进堆肥发酵和提高肥料品质<sup>[5]</sup>。添加外源氨基酸是生产高效生物有机肥的主要手段,常用的氨基酸材料有菜粕、羽毛粉等<sup>[6]</sup>。氨基酸也是多种经济作物的重要品质指标,如烤烟、茶叶、紫花苜蓿等<sup>[7]</sup>。氨基酸有机肥尽管肥效好<sup>[8]</sup>,但是由于生产成本的原因,大规模生产仍存在许多现实问题,因此,挖掘廉价蛋白源成为氨基酸生物有机肥产业发展的限制因素。

工业生产中,氨基酸可通过酸解禽类羽毛或病死动物而获得,其废弃物的处理和利用为氨基酸有机肥开辟了新的途径。将氨基酸工业废弃物添加到有机肥的生产工艺中,不仅避免了环境污染风险,还能实现蛋白资源的循环利用<sup>[9-10]</sup>。酸水解法是工业氨基酸转化率较高的工艺,其水解废弃液含有较为丰富的养分和氨基酸,以此作为外源氨基酸研制生物有机肥是节约成本和资源化利用的有效途径<sup>[11]</sup>。添加外源氨基酸的生物有机肥具有有机肥的优点和生物学特性<sup>[12]</sup>,如促进作物生长发育、产量形成和土壤养分有效性<sup>[13-14]</sup>;但同时还会带来一定的安全性风险<sup>[15]</sup>,其风险主要来源于物料的物质组成及其添加量,如过量的盐分离子会出现烧苗、抑制幼苗生长等。以廉价的酸解氨基酸废料作为外源氨基酸研制生物有机肥具有较大的开发潜力,为降低安全风险,明确氨基酸废料添加量将为生物有机肥产业的安全、快速发展提供技术保障。本研究设置了不同氨基酸废料添加量,分析有机肥的化学、生物特性,明确氨基酸废料添加量的安全阈值,以期氨

氨酸生物有机肥的研制提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试有机肥为发酵成品商用有机肥料,氨基酸废料为工业氨基酸提取后产生的废弃物,其氨基酸含量为12.0%,其他相关属性如表1所示。

表1 供试材料的基本属性

	pH	有机质/%	全氮/%	全磷/%	全钾/%	Cl含量/%
有机肥	7.67	40.0	2.03	2.01	3.05	0.5
氨基酸废料	3.11	40.4	12.64	0.18	0.26	16.2

### 1.2 试验设计

试验将氨基酸废料溶于水,用喷壶喷于有机肥中,共设置7个氨基酸废料添加量,分别为:0、1%、3%、5%、7%、10%和15%,各处理水分和有机肥用量均保持一致。

### 1.3 测定指标及方法

将添加氨基酸废料的有机肥风干,研磨,过1 mm筛,用于测试分析。酸碱度采用pH计法测定<sup>[16]</sup>,电导率采用电导仪法测定<sup>[17]</sup>,种子发芽指数采用小白菜种子发芽试验法测定<sup>[17]</sup>,Cl含量氯化银沉淀法测定<sup>[18]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 氨基酸废料添加量对pH和电导率的影响

氨基酸废料添加量对有机肥pH和电导率的影响如图1所示。随着氨基酸废料添加量的增加,有机肥pH呈现先平稳后降低的趋势;当添加量在3%范围内,有机肥pH可维持在一个较为稳定的水平,介于pH 7.67~7.75;当添加量进一步提高到15%时,有机肥酸碱度逐渐降至pH 6.91。电导率能够反映

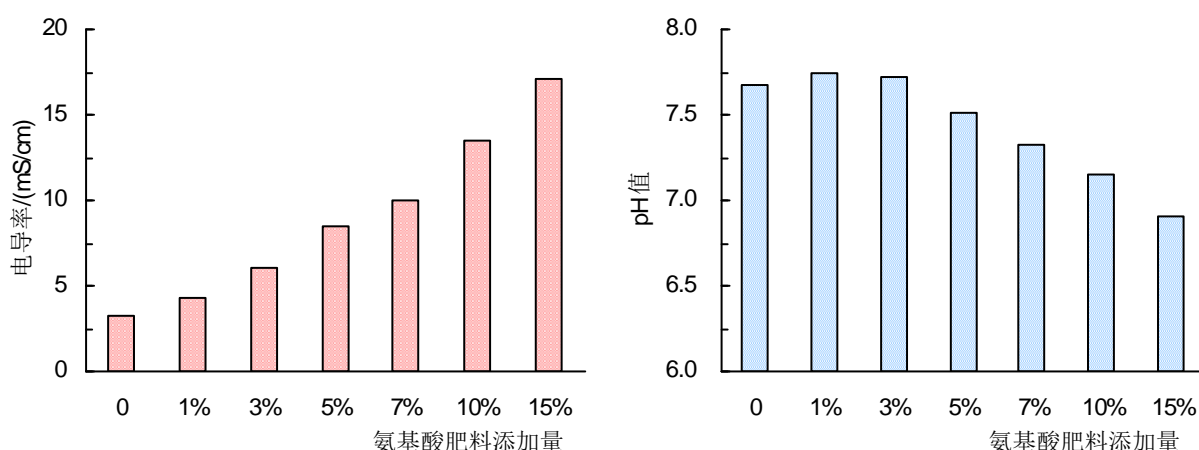


图1 氨基酸废料添加量对有机肥pH和电导率的影响

有机物料的含盐水平,及其对作物生长的抑制作用;随着氨基酸废料添加量的增加,有机肥电导率表现出明显上升的趋势;氨基酸废料添加量为0的对照处理电导率为3.27 mS/cm,当添加量为3%时,有机肥电导率增加到6.08 mS/cm,对作物生长存在一定的生物毒性风险。

## 2.2 氨基酸废料添加量对Cl<sup>-</sup>含量的影响

有机肥中Cl<sup>-</sup>含量的变化如图2所示,不添加氨基酸废料时,有机肥中Cl<sup>-</sup>含量为0.49%;与电导率变化规律相同,随着氨基酸废料添加量的增加,Cl<sup>-</sup>含量呈现逐渐升高的趋势;当添加量为10%时,Cl<sup>-</sup>含量为2.36%,仍然低于3%(未标含氯肥料产品标准);当添加量达到15%时,Cl<sup>-</sup>含量为3.45%,可能会影响Cl<sup>-</sup>敏感类作物的产量和品质。

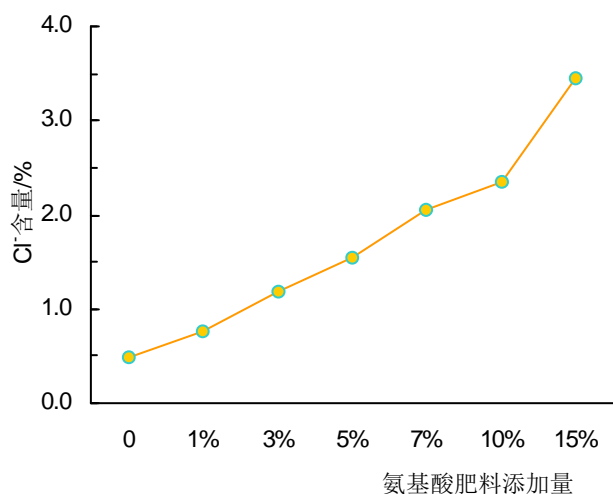


图2 氨基酸废料添加量对有机肥中Cl<sup>-</sup>含量的影响

## 2.3 氨基酸废料添加量对种子发芽指数的影响

种子发芽指数综合考虑了毒性物质对种子发芽率和种子生根的影响,如图3所示,不添加氨基酸废料种

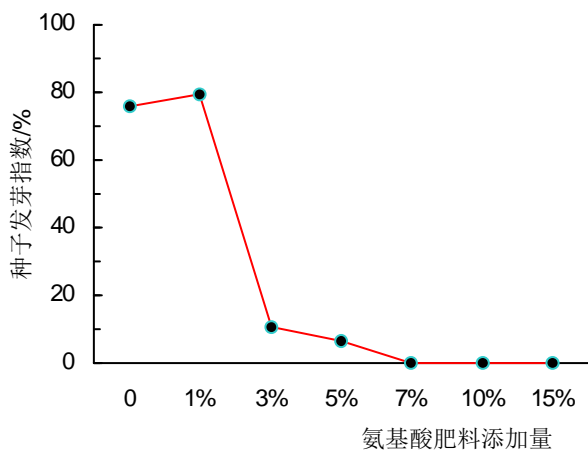


图3 氨基酸废料添加量对种子发芽指数的影响

子发芽指数为75.6%,添加量为1%时种子发芽指数为79.5%,较不添加无明显变化,随着氨基酸废料的进一步增加,种子发芽指数骤降到10.5%,已产生明显的生物毒害,当添加量达到7%时,种子发芽指数为0,根系生长几乎停止。

## 3 讨论

### 3.1 添加氨基酸废料对有机肥性质的影响

添加外源氨基酸是提升有机肥品质的一种途径,目前常采用菜粕、藻泥、羽毛粉、病死动物等为氨基酸原料<sup>[5,19]</sup>,为节约氨基酸有机肥成本,本研究以氨基酸废料为对象作为外源蛋白添加剂,开辟了研制氨基酸生物有机肥的新途径,不仅提供了废物物处理的有效途径,还能满足作物对蛋白和养分资源的需求<sup>[20-21]</sup>。本研究中,外源氨基酸废料含氮量达到12.64%,但其来源是经过硫酸解禽类羽毛所产生,导致其酸性较强(pH 3.11);当氨基酸废料添加量控制在3%范围内,有机肥pH基本可维持在原有的水平;当氨基酸废料添加量达到15%时,降至pH 6.91,虽处于有机肥安全pH范围内,但酸性增强加大了抑制功能微生物繁殖的风险<sup>[22-23]</sup>。电导率(EC)反映了有机肥中的盐分含量及其对作物生长的毒性<sup>[24-25]</sup>,其中Cl<sup>-</sup>是作物必需的微量养分之一,同时也是土壤盐害的主要体现<sup>[26]</sup>,但不同作物对Cl<sup>-</sup>的敏感性差异较大,因此肥料产品需标识含氯、低氯、中氯等<sup>[18]</sup>。有机肥添加氨基酸废料在一定程度上增加了Cl<sup>-</sup>含量,当氨基酸废料添加量低于10%时,Cl<sup>-</sup>含量均在3%范围内,可不标含氯标识。另外,植物生长指标可有效的反应有机肥的毒性大小,进而评价有机肥研制的安全性<sup>[27-28]</sup>。本研究中,当氨基酸废料添加量从1%提高到3%时,种子发芽指数从79.5%骤降到10.5%,说明氨基酸废料具有一定的生物毒性,添加量需严格控制在3%以下,以保证有机肥的安全稳定性。

### 3.2 氨基酸废料添加量安全阈值的应用

在牛粪堆肥起始阶段添加外源蛋白,发现菜粕、羽毛粉和藻泥添加量分别为5%、8%和12%时,生物有机肥的提升效果最佳<sup>[5]</sup>;在腐熟堆肥中添加了氨基酸水解液,同时接种微生物菌剂,以再次发酵的方式明确了酸解氨基酸水解液的最佳添加量为20%<sup>[19]</sup>;以病死动物酸解液为氨基酸源,发现固态发酵功能菌增加量最多的氨基酸水解液添加量为20%<sup>[10]</sup>;以酸解羽毛粉为氨基酸源,发现固体发酵功能菌增殖效果最佳的羽毛粉添加量为50 g/kg<sup>[9]</sup>。以上研究均是将外源氨基酸添加后进行发酵或二次发酵,而本研究则是将氨基酸废弃物溶于水后直接喷洒到成品有机肥中,风干后可直



接应用,相对较少发酵时间,因此最适添加量较低。为探索更好的添加方式和添加量,今后的研究可聚焦在堆肥初试阶段、高温期后和腐熟阶段添加不同用量氨基酸废弃物,以期为氨基酸生物有机肥的研制提供更全面的技术支撑,也为氨基酸废弃物的资源化利用提供科学有效的依据。

#### 4 结论

当氨基酸废料添加量为3%时,有机肥基本维持在pH 7.7左右,电导率和Cl<sup>-</sup>含量分别增加到6.08 mS/cm和1.2%,而种子发芽指数已骤降至10.5%;随着氨基酸用量的进一步增加,有机肥电导率和Cl<sup>-</sup>含量呈现继续增加的趋势,而种子发芽指数则下降至0。因此成品有机肥中添加氨基酸废料需控制在3%以内,本研究推荐添加量为1%,不仅为废弃物的安全利用提供了途径,还能为作物生长提供有效的氨基酸和养分来源。

#### 参考文献

- [1] 司友斌,王慎强,陈怀满. 农田氮、磷的流失与水体富营养化[J]. 土壤,2000,32(4):188-193.
- [2] 朱兆良,金继运. 保障我国粮食安全的肥料问题[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(2):259-273.
- [3] 沈德龙,曹凤明,李力. 我国生物有机肥的发展现状及展望[J]. 中国土壤与肥料,2007,6:1-5.
- [4] 杨帆,李荣,崔勇,等. 我国有机肥料资源利用现状与发展建议[J]. 中国土壤与肥料,2010,4:77-82.
- [5] 张苗,施娟娟,曹亮亮,等. 添加三种外源蛋白研制生物有机肥及其促生效果[J]. 植物营养与肥料学报,2014,20(5):1194-1202.
- [6] 曹亮亮,张苗,施娟娟,等. 添加蛋白原料辅助固态发酵生产功能菌生物有机肥的研究[J]. 南京农业大学学报,2014,37(2):85-91.
- [7] 徐杉. 紫花苜蓿炭疽病的病原及其致病性研究[D]. 兰州:兰州大学,2019.
- [8] Quezada J C, Lenssen A W, Moore K J, et al. Amino acid biosynthesis byproducts are a suitable source of nitrogen for corn production[J]. Field Crops Research, 2015, 184:123-132.
- [9] 刁春武,曹亮亮,黄忠阳,等. 酸解羽毛粉研制生物有机肥及其促生效果研究[J]. 土壤,2016,48(4):661-667.
- [10] 李静,李荣,沈其荣,等. 添加动物源氨基酸水解液研制生物有机肥[J]. 环境科学研究,2017,30(6):967-973.
- [11] 刘玉芬,仇德勇,徐伟,等. 羽毛粉加工工艺与开发[J]. 畜牧与饲料科学,2010,31(1):87-88.
- [12] 杨兴明,徐阳春,黄启为,等. 有机(类)肥料与农业可持续发展和生态环境保护[J]. 土壤学报,2008,45(5):925-932.
- [13] 向德明,张明发,彭曙光,等. 不同氨基酸有机肥对烤烟生长发育及产质量的影响[J]. 农学学报,2018,8(12):40-46.
- [14] 李俊华,沈其荣,褚贵新,等. 氨基酸有机肥对棉花根际和非根际土壤酶活性和养分有效性的影响[J]. 土壤,2011,43(2):277-284.
- [15] 曹亮亮. 利用废弃羽毛研制生物有机肥及其生物效应研究[D]. 南京:南京农业大学,2014.
- [16] 农业农村部肥料质量监督检验测试中心(武汉),中国农业科学院土壤肥料研究所. NY525-2012,有机肥料[S]. 北京:中国标准出版社,2012.
- [17] 全国农业技术推广服务中心,中国农业科学院蔬菜花卉研究所,中国农业大学. NY/T2118-2012,蔬菜育苗基质[S]. 北京:中国标准出版社,2012.
- [18] 国家化肥质量监督检验中心(上海),中国-阿拉伯化肥有限公司,中化化肥有限公司,等. GB15063-2009,复混肥料(复合肥料)[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [19] 白国新,刘珊珊,郑宇,等. 病死动物源氨基酸研制的生物有机肥促生效果研究[J]. 土壤,2018,50(2):270-276.
- [20] 赵秉强,张福锁,廖宗文,等. 我国新型肥料发展战略研究[J]. 植物营养与肥料学报,2004,10(5):536-545.
- [21] 刘睿,王正银,朱洪霞. 中国有机肥料研究进展[J]. 中国农学通报,2007,23(1):310-313.
- [22] Partanen P, Hultman J, Paulin L, et al. Bacterial diversity at different stages of the composting process[J]. BMC Microbiology, 2010,10:94.
- [23] 胡雨彤,时连辉,刘登民,等. 添加硫酸对牛粪堆肥过程及其养分变化的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2014,20(3):718-725.
- [24] 王权. 添加剂对猪粪好氧堆肥过程的影响及其机制研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2018.
- [25] 夏立忠,杨林章,王德建,等. 苏南设施栽培中旱作为土养分与盐分状况的研究[J]. 江苏农业科学,2001,6:43-46+69.
- [26] 顾金凤. 微生物菌肥对盐渍化土壤的改良研究[D]. 扬州:扬州大学,2013.
- [27] 黄国锋,钟流举,张振钿,等. 有机固体废弃物堆肥的物质变化及腐熟度评价[J]. 应用生态学报,2003,14(5):813-818.
- [28] 罗渊,袁京,李国学,等. 种子发芽试验在低碳氮比堆肥腐熟度评价方面的适用性[J]. 农业环境科学学报,2016,35(1):179-185.