

A Review of Organic Fertilizer Manufacturing and Effect in China

Lichun Kang^{1*}, Qin Zheng², Yeqing Chen³,
Guorong Ni⁴, Chunhuo Zhou^{4*}

¹College of Engineering, Jiangxi Agricultural University, Nanchang Jiangxi

²Bureau of Agriculture, Wannian County, Wannian Jiangxi

³Jiangxi Recycle Ecotechnology Pte. Ltd., Nanchang Jiangxi

⁴College of Land Resource and Environment, Jiangxi Agricultural University, Nanchang Jiangxi

Email: *552738766@qq.com, *zchh3366@163.com

Received: Feb. 27th, 2019; accepted: Mar. 13th, 2019; published: Mar. 21st, 2019

Abstract

Aiming at surveying the technology status of organic fertilizer manufacturing in China, this paper brings forward a review of organic fertilizer. The surveying results showed that there are thousands of factories or enterprises manufacturing organic fertilizer while only part of them are reaching high quality. Furthermore, the fermentation and granulation have become the keynote technologies among all the steps of organic fertilizer's manufacturing. In particular, which microbial inoculum to add, how to optimize the efficiency of fermentation and how to improve the quality of product particle are the most important issues for manufacturing organic fertilizer.

Keywords

Organic Fertilizer, Produce, Manufacture, Applying

我国有机肥生产与产品效能综述

康丽春^{1*}, 郑琴², 陈叶青³, 倪国荣⁴, 周春火^{4*}

¹江西农业大学工学院, 江西 南昌

²万年县农业局, 江西 万年

³江西瑞赛可生态科技股份有限公司, 江西 南昌

⁴江西农业大学国土资源与环境学院, 江西 南昌

Email: *552738766@qq.com, *zchh3366@163.com

收稿日期: 2019年2月27日; 录用日期: 2019年3月13日; 发布日期: 2019年3月21日

*通讯作者。

摘要

针对我国有机肥生产设备及工艺现状,以有机肥制造系统为研究目标,结合有机肥施用特点,调研了我国有机肥生产及制造的主要情况。调研结果表明:我国有机肥生产企业数目众多,但质量不齐,发酵工艺及设备、造粒技术及设备是有机肥生产的主要技术难点,如何减少腐熟时间,添加恰当菌剂,提高发酵效率及有机肥产品颗粒的成型质量成为我国有机肥制造赖以改善的关键问题。以不同作物为研究对象,开展有机肥施用试验,研究了土壤肥力及作物生长参数的变化,得出有机肥对作物及土壤的影响数据。试验结果表明,有机肥与其他肥料配施能显著提高土壤有机质等肥力因子,对一些作物产量或质量有明显促进作用。

关键词

有机肥, 生产, 制造, 施用

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 有机肥的背景与生产

1.1. 有机肥的产业现状

我国每年农业废弃物约 48.8 亿吨,富含有机物、大量元素、中量元素和微量元素,科学合理地利用则能清洁环境、恢复土壤。农业部在 2016 年提出《农业综合开发区域生态循环农业项目指引(2017~2020 年)》,如何推动资源利用高效化、农业投入减量化、废弃物利用资源化、生产过程清洁化,实现区域生态循环农业,成为一个重要研究方向。据统计,中国科学院部分生态所实施的项目农业废弃物资源的循环利用率达 100%,大田作物使用畜禽粪便和秸秆等有机肥氮替代化肥氮达 30%以上,农产品增值及农民增收均提高 10%以上。

有机肥是废弃物利用资源化的重要一环,由于其营养物质能完全释放在田地中,且其营养成分种类较化肥更多,肥效时间更长,因此对土壤肥力和作物生长有重要的影响。2004 年至 2016 年,中央连续 13 年发布“三农”主题的中央一号文件,12 次将有机肥产业纳入中央一号文件。目前英美等许多西方国家有机肥用量占肥料使用总量的 50%,而我国有机肥使用比例不到 20%,总的来说,有机肥生产应用现状如下:

1) 有机肥行业处于蓬勃发展阶段,有机肥企业不断增多,包括精制有机肥企业、生物有机肥企业、有机无机复混肥企业及一些新型肥料企业,年设计产能 34,820 kt/a,年产量 16,300 kt,产能发挥率 47%。

如图 1、图 2 所示,据农业部全国农业技术推广服务中心统计,全国规模化有机肥生产企业 2282 家,产能 100 kt/a 以上的占 3%,产能 20 至 100 kt/a 的占 21%,产能 5 至 20 kt/a 的占 40%,产能小于 5 kt/a 以下的占 36%。其中,有机肥企业 986 家,占 43%;生物有机肥企业 296 家,占 13%;有机无机复混肥企业 809 家,占 35%;其他新型肥料企业 192 家,占 9%。

2) 有机肥市场需求广阔,2002 年国家首次制定有机肥行业标准(NY525-2002),自 2008 年开始有了爆发式的发展,2013 年始有机肥平均销售额以每年 30%递增,行业发展空间面临提升。

表 1 为近年来国家关于有机肥的重大政策时间点。

不同产能的厂家数目百分比 (%)

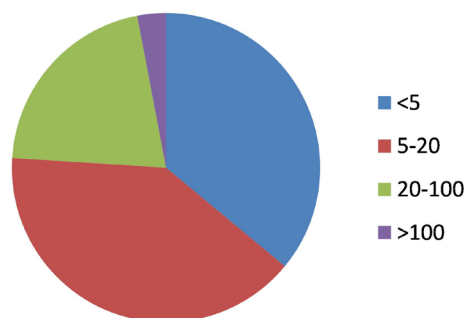


Figure 1. The percentage of different factories with different level of productivity

图 1. 不同年产能(单位: kt/a)的有机肥厂家数目比例

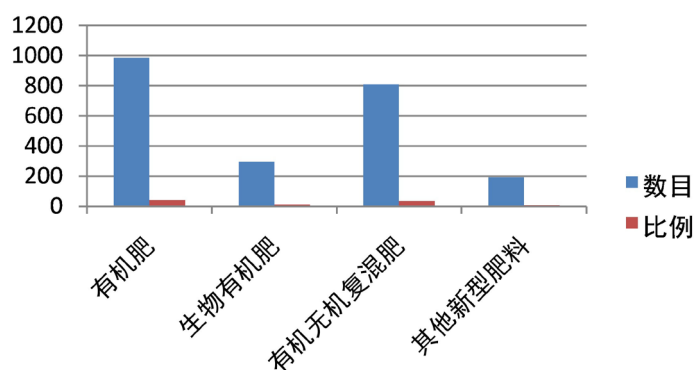


Figure 2. The number and percentage of different factories with different organic fertilizer products

图 2. 不同类型产品(单位: kt/a)的有机肥厂家数目及百分比

Table 1. The strategies or regulations about organic fertilizers in China by government

表 1. 国家出台的关于有机肥的重大政策

出台时间	政策
2015年3月	化肥用量零增长行动实施
2016年1月	有机肥、生物有机肥新标准实施
2016年5月	“土十条”发布
2016年9月	有机肥中抗生素残留检测方法国家标准公布
2017年2月	果菜茶有机肥替代化肥方案实施

2016年国务院发布“土十条”，切实加大秸秆还田、有机肥增施力度，化肥行业发生供给侧结构性改革及升级转型，人们对绿色农产品、有机农产品、无公害农产品的需求显著提高，种植业发生结构调整，有机肥行业面临一体化服务(测土配肥、水肥一体化、施肥机械化)。

3) 有机肥产品质量不统一，原料受到重金属、抗生素及有机污染，监测标准有待强化，配方有待完善，营养成分不足，肥料管理工作完成质量不达标。

2012年，农业部出台了新的有机肥行业标准 NY525-2012 (如表 2 所示)，对有机肥的 N、P、K 及有机质含量、菌数目、总养分质量分数、水分、PH 值、重金属含量、细菌、蛔虫卵死亡率、大肠杆菌群数、微量元素有了新的规定。而有机废物不同，其养分含量和有效性不同，加上各地农业生产的地域特点，如何改善有机原料处理工艺和有机肥生产工艺，科学配方，严格执行行业标准，避免“价格战”引起的

“恶性竞争”，保证有机肥产品的质量，才能从根本上改善种植业人员使用有机肥的积极性，从而促进土壤和环境的改善，真正实现生态农业的推广。

表 2 为国家最新出台的有机肥(NY525-2012)及生物有机肥(NY884-2012)的行业标准。

Table 2. The latest official standards of biological organic fertilizer product and organic fertilizer product in China
表 2. 国家出台的关于生物有机肥、有机肥的最新行业标准

项目	有机肥标准 NY525-2012	生物有机肥 NY884-2012
有效活菌数(cfu), 亿/g	≥0.2	
有机质(以干基计), %	≥40.0	≥45
总养分(N, P, K), %		≥5
水分, %	≤30.0	≤30
pH 值	5.5~8.5	5.5~8.5
粪大肠菌群数, 个/g	≤100	
蛔虫死亡率, %	≥95	符合 NY884 的要求
有效期, 月	≥6	
总砷(As) (以干基计)	≤15 mg/kg	≤15 mg/kg
总镉(Cd)	≤3 mg/kg	≤3 mg/kg
总铅(Pb)	≤50 mg/kg	≤50 mg/kg
总铬(Cr)	≤150 mg/kg	≤150 mg/kg
总汞(Hg)	≤2 mg/kg	≤2 mg/kg

1.2. 有机肥生产的技术现状

1988 年, 国务院第一次发布“关于重视和加强有机肥料工作”的指示, 1995 年夏季农业部“沃土计划”开始实施, 全国积极制造有机肥。有机肥的生产已经在各地开展, 常见的有机肥生产系统如图 3 所示。



Figure 3. The overall system of organic fertilizer producing
图 3. 有机肥生产系统

有机肥原料包括两种：一是畜禽粪尿(年资源总量约 22 亿 t)、秸秆(年资源总量约 7 亿 t)、绿肥(年资源总量约 1 亿 t)、饼肥(年资源总量约 0.25 亿 t)，不需要加工能直接施用，称为基本肥料；另一是堆沤肥(年资源总量约 23 亿 t)、沼气肥、厩肥、草木灰，需要加工后才能使用，称为派生资源。1980 年以前我国的有机肥以积造为主，1980 年始有机肥开始得到工业化生产，以垛式堆肥为主，腐熟过程得到无害化处理。

有机肥生产主要包括：粉碎、除臭、发酵、搅拌、翻堆、造粒、抛圆、烘干、冷却、筛分、包膜、包装等环节。目前生产有机肥的技术瓶颈如下：

1、发酵设备及发酵工艺

有机肥高温好氧发酵工艺流程图

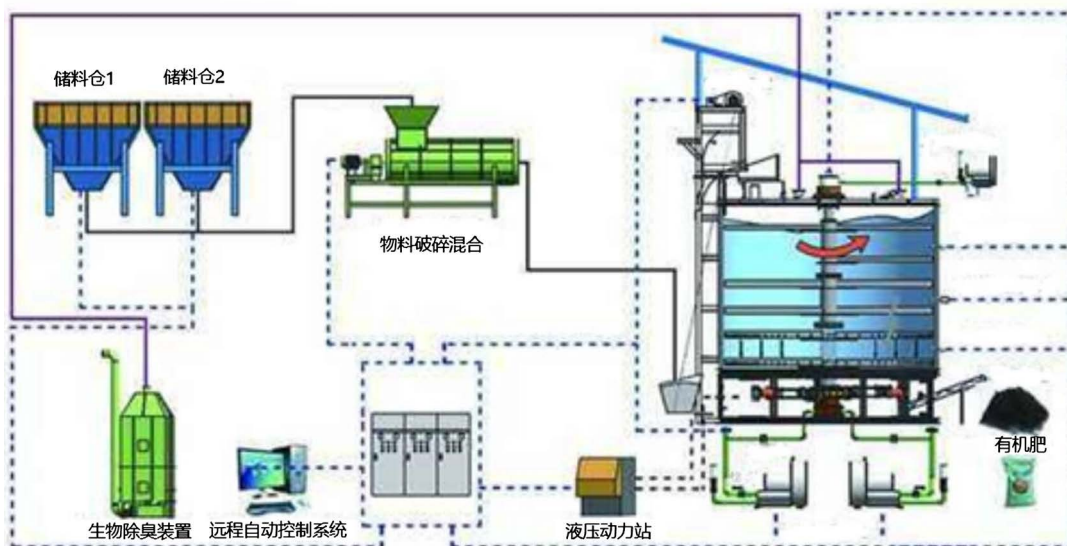


Figure 4. The fermentation system of organic fertilizer producing
图 4. 有机肥生产的发酵系统

早期的堆肥工艺是静态堆肥，常常由于供氧不足而转化成厌氧发酵，产生大量硫化氢等臭气，不仅污染环境且有爆炸风险。在上世纪中期，最早由德国的 BACKHUS (巴库斯)公司研制出了用于改善好氧发酵堆肥中供氧和改善物料形状的机械设备，既能加快发酵速度，又能除去臭味、对环境不产生公害。目前的常见发酵设备(如图 4 所示)包括塔式发酵筒、翻抛机或者翻堆机(图 5 所示)，以好氧固态发酵为核心工艺，技术处于摸索起步阶段[1]。其中，臭味的去除、污染物的剔除、养分的保全、发酵的时间、添加的有益微生物菌种成为了腐熟发酵的技术难题。

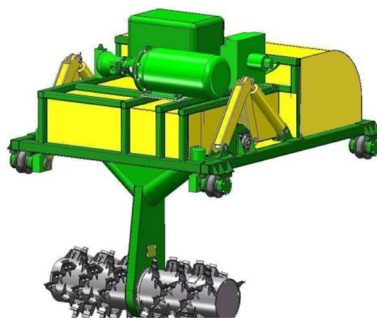


Figure 5. The turner during fermentation of organic fertilizer producing
图 5. 有机肥发酵时的翻堆机

II、造粒设备及造粒技术

常见的化肥造粒工艺有：转鼓造粒、圆盘造粒、喷浆造粒、高塔造粒，而有机肥造粒主要采用转鼓造粒、圆盘造粒和对辊造粒，主要衡量指标为合格成粒率、大球率[2]。

转鼓造粒又叫滚筒造粒(如图 6 所示)，也是复合肥生产最常用的设备。一条生产线的成本约 2~3 百万，日产量可达 280~400 吨，好的配方甚至能达到 500 吨以上；但是氮肥配比不能太高，氮大于 22、浓度再大于 40 时物料反映出水，烘干条件很难同时达标。



Figure 6. Tumbling granulation
图 6. 转鼓/滚筒造粒

圆盘造粒(如图 7 所示)将所有原料混合后进入圆盘，通过圆盘转动使物料团聚成球。特点是设备简单、投资少、见效快；缺点是只适合小规模生产、效率低下、日产量只有几十吨，而且配方有限制，需要有粘性物料，只适合做低浓度肥料。



Figure 7. Pan granulation
图 7. 圆盘造粒

对辊挤压造粒(如图 8 所示)将粉料挤压成型、破碎、成品筛分等工序合为一体，结构紧凑，方便操作。粉料从料斗连续均匀加入至两轧辊的上方，在挤压轧辊连续旋转作用下，粉料被咬入两轧辊间挤压成板料，然后在离心作用和板料自身重力作用下脱落，至带有齿爪的整形轮经打击而被分开成颗粒，再进入



Figure 8. Twin rolling squeezing granulation
图 8. 对辊挤压造粒

分料筛网上。筛下粉料送回返料，筛上粒料经滚筒滚动，磨去颗粒的锐角，由筛斗上出料口流出进包装。轧辊的移动侧轴承支座装有弹簧，借助弹簧的变形使支座平衡移动，调整两轧辊的距离，以维持所需的挤压压力。挤压造粒适于高中低浓度肥，无需干燥，常温生产。

1.3. 有机肥生产的设备现状

李省等[3]对不同工艺的有机肥制造设备，分析了常见核心设备的工作参数及优缺点，总结如下：

1) 固液分离设备：

① **旋转滚筒筛分离机**：利用反切旋转原理分离，结构紧凑、质量可靠、操作方便、运行简单、场地清洁、效率高，1.1 kW 的电机每天处理能力 50~100 t/d。

② **螺旋挤压固液分离机**：利用螺旋挤压原理分离，结构紧凑、投资小、效率高、能耗低、保养便捷，4kW 的电机每小时处理能力 8~10 m³/h。

2) 原料粉碎设备：

① **打散机**：待粉碎物料的含水率较高、易结团、粒度不太细，要求相对转速低、无筛、防黏结、易清理，30 kW 的电机每天处理能力 40~80 t/d。

② **切草机**：待粉碎物料的含水率较低、长纤维类，加工长度 15~50 mm，1.5~2.2 kW 的电机每小时处理能力 0.5 t/h。

③ **锤片粉碎机**：待粉碎物料的含水率较低、多为粮食加工后的废弃物，如稻壳、玉米棒、饼粕等，可生产 2~10 mm，110 kW 的电机每小时处理能力 8~20 t/h。

④ **木材粉碎机**：待粉碎物料为干木质类，15 kW 的电机每小时处理能力 0.8~1 t/h。

⑤ **树枝粉碎机**：待粉碎物料为新鲜木质类，如：树枝、花草，22~55 kw 的电机每小时处理能力 1~4 t/h。

3) 原料搅拌设备：

① **双轴无重力式搅拌机**：有机原料高湿性、黏结性，而辅助物料比较干、轻，因此各种物料的含水率和密度相差悬殊，此搅拌机对物料的含水率、比重、粒度要求不高，属于强制型搅拌。

② **双轴桨叶无重力搅拌机**：利用对流搅拌原理，物料在上抛运动形成流动层，瞬间失重，达到最佳混合效状态，混合器公称容积 4 m³，电机 18.5~37 kW，每批混合量 1.6~2.4 t，每批混合时间 5 min。

4) 发酵设备：

① **条垛式发酵设备**：占地面积大，生产周期长：约 2 个月，工艺简单，成本低，采用自走式翻堆机：包括轮式、履带式，35 kW 的电机每小时处理能力 500~700 m³/h，价格约 5 万元。

② **槽式发酵设备**：占地面积为条垛式的三分之一，发酵周期中等：约 1 个月，处理量大，操作简单，可无人驾驶，废气可集中密封处理。北方为下沉式坑槽，南方为水泥地面建间隔墙，间隔墙的顶端铺设导轨，翻堆机在导轨上行走，通过换轨机构从一条槽移至另一条槽，槽深 0.7 m~2.5 m，槽底铺通气管，深度大于 1.5 m 的翻堆机可设计加氧装置。43 kW 电机的链板式翻堆机每天处理能力 240 m³/d，价格约 50 万元。

③ **塔式发酵设备**：占地面积最小，效率最高，发酵周期最短：约 1 周，维护费用及设备成本最高。每天翻塔 1 次，发酵热利用充分，耗能低，通气性好，除臭只需 1~2 d，不受气候影响，生产环境好，自动化程度高，能连续进、出料。产能 8 t/d 的发酵塔价格 30 万元左右。

④ **无臭好氧堆肥处理设备**：源于德国 UTV 公司，堆体 3.5 m 高，底部铺设氧气通风管道，表面覆盖特质覆膜篷布，用多点温度传感器和氧传感器实时监控。一次发酵 4 周，一次翻堆后隔 2 周二次发酵，二次翻堆后隔 2 周可出产。一套设备约 600 万元。

5) 造粒设备：

① **挤压造粒机**：堆肥含水率 20%~30%时，进入压粒机挤压成圆柱状颗粒，帮你实现机械化施肥，

模具费用高，造粒简单。

② **圆盘造粒机**：利用无机复合肥生产的团粒法原理，但由于堆肥含水率原因，料粒度粗、纤维多、结团多，因此难以团聚成粒。设备小巧，产能低，约 3~5 万元。

③ **转鼓造粒机**：与圆盘造粒都是团粒法，体积庞大，长达 10 m，产能大：最小的达到 3 t/h，价格更贵：约 10 万元。

④ **对辊造粒机**：关键结构为滚轮及模具，由电动机驱动皮带及皮带轮，通过减速机传递给主动轴，通过对开式齿轮与被动轴同步相向工作。物料从进料斗加入，经对辊挤压成型，脱模造球，经过一对链条传动，送到破碎筛。

6) 烘干设备：

① **滚筒式干燥机**：采用低温大风量多段连续干燥，由于有尿素等熔解黏结物料，无机肥生产也用的较多。7.5 kW 的电机每小时处理能力为 2.5~3.5 t。

② **水平圆振动干燥机**：主机体由多层环状孔板组成，两台同步振动电机交叉布置在主机体下部，主机体上部装有进料口、进风口、出料口。由安装于主机体下部的两台振动电机同步反向回转，使安装于其上的多层环状孔板组成的主机体产生垂直振动与扭振，从而使由进料口进入的物料沿水平环状孔板自上层向下层连续跳跃运动；热风则自下层向上层通过各层孔板、穿过物料层，达到的物料均匀烘干目的。

2. 有机肥的肥效分析

2.1. 不同有机肥生产方法的肥效分析

蔡芳丽等[4]研究表明，茶壳和茶籽饼含有较多矿质因素，钾素含量较高，对土壤的全钾含量影响较大，还田后可以快速补充因茶果采摘带走的各类养分；茶壳和茶籽饼含有较高的茶皂素，可以杀死土壤中的有害生物。添加鸡粪后，由于鸡粪养分含量丰富，能够显著提高有机肥的有机质含量。以鸡粪、油茶壳、茶籽饼为主要原料，加水 30%重量，湿度 40%，按 $L_9(4^3)$ 正交试验 9 个处理的配方添加 3 种不同的菌剂(农富康粪便发酵菌液、沃土堆肥发酵菌剂、水谷欣粪便发酵菌剂)，堆肥中放置土壤温度计，超过 60℃时翻堆，发酵 5 个月、7 个月、9 个月后，以较速生牧草：墨西哥玉米草(*Purus frumentum*)为指示植物，经过盆栽试验，分析不同发酵时间、不同配方(如表 3 所示)的有机肥肥效。试验结果表明，若不在有机肥制作过程中增加氮磷钾硼速效肥，则在追肥阶段会明显出现养分不足，且有机肥的发酵过程微生物及相关酶的活性也会不足。发酵时间增加，部分养分有下降趋势，因此发酵完全、及时施用非常重要。速效肥混合前，对主要原料进行 130℃杀菌 30 分钟可以减少有机肥病菌和草籽的危害，且利于缩短整体发酵时间。

Table 3. Ingredients of oil-tea camellia organic fertilizer

表 3. 油茶专用有机肥添加配方

配方号	速效肥配方表			单位: kg
	尿素	氯化钾	过磷酸钙	硼砂
1	43	15	17	0.4
2	172	60	68	1.6
3	43	15	17	0.4
4	86	30	34	0.8

苑举民等[5]以烤烟专用的商品有机肥为研究对象，与江西烟叶产区当地购买的菜籽饼及菜籽饼制作

的饼肥作对比,发现多数商品有机肥除总养分外,有机质、含水量没有达到行业标准,不同地点采集的样品指标差距较大,即均质化程度低,总氨基酸与有机质、粗脂肪、总糖、总氮之间呈显著正相关关系,且总氨基酸是第一主分碳氮因子系数中最大的,故总氨基酸含量是衡量有机肥品质最为重要的可控指标之一。

李鲲鹏等[6]对比了山西长治市长子县肉牛养殖场和蛋鸡养殖场的两条有机肥生产线,发现二者原料中鸡粪有机物及氮、磷、钾含量比牛粪更高,而水分含量更低;充分晾晒后,鸡粪中的粗蛋白、粗灰分含量更高,而粗纤维、无氮浸出物含量更低,粗脂肪含量差别不大。在堆肥发酵时,鸡粪碳氮比 7.9~10.68,牛粪碳氮比 15.23~21.50,试验证明堆肥的碳氮比控制在 25~30 时,微生物分解速度、温度上升速度、堆肥周期、NH₃ 挥发、肥料盐分最适宜,氮素损失最低,种子发芽率抑制最小;而 C/N 比降低至 15~20、T 值(终点碳氮比/初始碳氮比) < 0.6,认为堆肥达到腐熟,趋于微生物菌体的碳氮比。牛粪有机肥造粒采用常温、圆盘式造粒:动力小、能耗低、结构简单、操作稳定,鸡粪有机肥造粒采用升温(20 秒内升至 60℃)、对撞式造粒:成球率高、颗粒均匀圆整强度高、能耗高。

2.2. 施用有机肥后对不同作物的影响分析

有机肥与化肥相比,更能满足长效性养分需求,针对不同作物,许多单位展开了有机肥施用后的作物生长研究,结论如下。

钟振芳等[7]以水稻专用有机肥的施用为研究对象,对比常规肥料、发酵有机肥、促腐有机肥、有机无机肥,采用 9 个处理,进行肥效试验,发现插秧期前 3 天,一次性施以发酵鸡粪为原料制成的高氮有机肥 100 kg/667 m²,分蘖期追施尿素 0.25 kg/667 m²,比传统的化肥施肥方式,水稻不减产甚至增产。

张世标[8]以浓缩的氨基酸发酵废液和鸡粪为原料制备有机肥,研究了有机肥与磷钾肥配施对辣椒产量及土壤肥力的影响,发现在总养分量相同的情况下,比起不施有机肥、只施氨基酸发酵废液和磷钾肥时,辣椒的株高、冠幅、产量分别增长 13.7%、32.2%、79.7%;比起不施肥处理,土壤最大有效氮含量增加 94.9%。最后,结论为最佳配施方案为有机肥 0.87 kg/m²,磷肥 18.4 g/m²和钾肥 20.8 g/m²,既能稳定土壤 pH 值,又能显著改善土壤供氮能力,促进辣椒的生长并提高其产量。

罗佳等[9]在等氮量条件下,将水葫芦有机肥、猪粪有机肥、发酵床熟化垫料有机肥分别以 1:1 的比例与化肥(N:P₂O₅:K₂O 重量比 = 15:15:15)配施,和单施化肥、不施肥对照,分析其对设施大棚黄瓜产量及土壤微生物多样性的影响。结果表明:有机肥与化肥配施可获得等于或超过化肥的产量,且改变土壤的细菌群落结构,改善土壤微生物多样性,并能提高氮素利用效率和果实品质:维生素 C 含量比单施化肥增加 30%左右。其中,发酵床熟化垫料有机肥与化肥配施,产量最高;其次为水葫芦有机肥。

吕泽先等[10]研究生物质炭、有机肥及二者配施对芦蒿产量和土壤性质的影响,发现二者单施对芦蒿生物量、产量及根系生物量均无显著影响,单施有机肥 22.5 t/hm²比不施肥土壤全氮含量提高了 12%,速效磷含量提高了 16%,对土壤 pH 值、有机碳、速效钾、电导率没有显著影响;单施生物质炭 22.5 t/hm²比不施肥土壤全氮含量提高了 7%,速效磷含量提高了 16%,有机碳含量提高了 32%,速效钾含量提高了 80%;生物质炭、有机肥分别以 22.5 t/hm²配施提高了土壤有机碳、全氮和速效钾含量,若用量均减半则速效磷含量也有所提高。因此,生物质炭和有机肥能显著提高土壤肥力,但对芦蒿生物量、产量及根系生物量并没有显著影响,因此土壤肥力水平不是限制此试验地芦蒿生产的主要因素。

张占军[11]在不施用化肥的条件下,研究了 EM 微生物菌剂发酵处理后的不同有机肥配合施用对日光温室草莓产量和品质的影响。结果表明,基肥和追肥均配合施用 60%鸡粪 + 20%羊粪 + 20%猪粪后,日光温室草莓产量最高、品质最好,比施用单一有机肥增产 22.38%~37.13%,可溶性糖含量提高 0.39%~0.77%,维生素 C 含量提高 58.70~101.85 mg/kg,可滴定酸含量降低 0.19%~0.27%,硝酸盐含量降低 22.34~32.19

mg/kg, 同时, 株高、株幅、单株总叶面积、单株花序数、单果重均明显增加。

侯武等[12]以浙江、江苏无公害有机茶园为研究基地, 发现在等氮条件下, 施用有机肥比施菜籽饼肥增产 3.86%, 比普通农家肥增产 25%, 比复合肥增产 44.03%。而且, 施用有机肥的茶园比施尿素春茶发芽时间提早, 叶片更加亮绿、芽头壮, 虽然肥料成本每亩增加 39 元, 但每亩增产 6.3 kg, 每 kg 售价提高 13 元, 每亩茶叶收入增加 1243.4 元, 收入提高 34.2%。此外, 不同施肥量对茶叶产量影响不同: 施有机肥 100 kg/亩时茶叶产量为 24.5 kg/亩, 施有机肥 200 kg/亩时茶叶产量为 28.6 kg/亩, 施有机肥 300 kg/亩时茶叶产量为 30.5 kg/亩。不同施肥深度对茶叶产量也有影响: 以有机肥沟施 10 cm 为对照, 设沟施 15、20、25、30 cm 共 4 个处理, 试验结果表明, 沟施 25cm 效果最好, 茶叶产量达 29.4 kg/亩, 增产 15.7%。在 18 m² 面积的每小区播种 5 行, 以不施基肥为对照, 根据对茶苗生长情况观察, 施用有机肥 7.6 kg, 掺钙镁磷肥少许(10 kg/亩计)的处理出苗率最高且成本最低; 而施用菜籽饼 4.0 kg, 加有机肥 4.0 kg 不仅出苗率高, 而且茶苗生长最快, 株高、茎粗、叶质、植株长势最好; 总体来说, 使用有机肥的茶苗出圃时苗高、苗壮、成活率高。

3. 结论与讨论

本研究表明, 有机肥生产关键在于把控生产质量, 改善发酵及造粒工艺, 我国有机肥制取设备及技术有待改进及标准化[13]-[20]; 有机肥施用可结合一定其他肥料为基肥或追肥, 能长效改善土壤肥力, 并一定程度提高作物产量及质量[21], 比如: 水稻、辣椒、黄瓜、草莓。根据多种作物施用效果试验结果, 精制有机肥的有机质含量最高, 生物有机肥的总养分含量最高, 有机复混肥的水分含量最低。

致 谢

南昌市科技局重点实验室: 江西农业大学国土资源与环境学院农田养分管理和面源污染防控实验室、科技部重点研发项目“绿肥高效利用下作物生产化肥减施技术集成与应用”(编号 2017YFD0200808)、江西省教育厅科学技术研究项目“南方红壤有机肥高效能生产系统研究”(编号 GJJ180189)、江西农业大学大学生创新创业训练项目 201810410139 对研究给予了帮助, 谨致谢意!

参考文献

- [1] 贾小红, 曹卫东, 赵永志. 有机肥料加工与施用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [2] 符纯华, 单国芳. 我国有机肥产业发展与市场展望[J]. 化肥工业, 2017, 44(1): 9-13.
- [3] 李省, 赵升吨, 贾良肖, 等. 有机肥制取设备现状分析[J]. 天津农业科学, 2014, 20(3): 52-57.
- [4] 蔡芳丽, 胡玉玲, 罗海秀, 等. 不同配方有机肥养分指标差异及肥效比较[J]. 湖北林业科技, 2017, 46(6): 1-5.
- [5] 苑举民, 何宽信, 李立新, 等. 江西烤烟生产常用有机肥质量研究[J]. 中国烟草科学, 2016, 37(2): 29-34.
- [6] 李鲲鹏, 王宏伟, 杨旋, 等. 畜禽有机肥的生产比较[J]. 科技与推广, 2016(13): 59-61.
- [7] 钟振芳, 蒋耀智, 宋哲, 张峰. 水稻专用有机肥的施用效果试验与研究[J]. 农业开发与装备, 2017(7): 81.
- [8] 张世标, 韦寿莲, 刘永, 周开. 有机肥与磷钾肥配施对辣椒产量及土壤肥力的影响[J]. 南方农业学报, 2016, 47(7): 1105-1109.
- [9] 罗佳, 刘丽珠, 王同, 等. 有机肥与化肥配施对黄瓜产量及土壤微生物多样性的影响[J]. 生态与农村环境学报, 2016, 32(5): 774-779.
- [10] 吕泽先, 马宏卫, 王贺东, 等. 生物质炭和有机肥施用对芦蒿产量及土壤性质的影响[J]. 2018, 34(1): 32-35.
- [11] 张占军. 有机肥配施对日光温室草莓产量和品质的效应[J]. 中国果树, 2014(3): 42-45.
- [12] 侯武, 陈汉庆, 吴洵. 茶园有机肥的生产及其施用效果[J]. 中国茶叶, 2004(5): 12-13.
- [13] 姚建武, 柯玉诗, 黄庆. 我国有机肥产业化发展现状及主要生产工艺[J]. 广东农业科学, 2005(1): 54-55.

- [14] 刘妮, 梁菁华, 葛鸿. 陕西省有机肥研究发展现状及建议[J]. 农业科学, 2015, 35(1): 50-51.
- [15] 王艳玲, 张嘉云, 李志鑫, 仇红梅. 生物有机肥发展现状[J]. 内蒙古农业科技, 2015, 43(6): 151-152.
- [16] 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.
- [17] 王建红, 符建荣. 浙江绿肥生产与综合利用技术[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2014.
- [18] 宋炜, 闫景凤. 我国有机肥的现状与发展前景分析[J]. 中国科技投资, 2017(15): 342.
- [19] 王明珠. 浅谈江西土壤资源的开发利用[J]. 农业现代化研究, 1986(4): 38-40.
- [20] 范业成. 江西土壤肥料研究四十年[J]. 江西农业科技, 1991(1): 8-11.
- [21] 黄庆海. 长期施肥红壤农田地力演变特征[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2014.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2329-7255, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjss@hanspub.org