文章编号 :1003-8701(2010)03-0037-04

生物有机肥的研究进展

张余莽¹,周海军²,张景野³,刘淑霞¹,吴海燕^{4*}

(1. 吉林农业大学资源与环境学院,长春 130118; 2. 东辽县辽河源镇农业技术推广站,吉林 东辽 136617;
3. 吉林省扶余县三岔河镇农业站,吉林 扶余 131200; 4. 吉林省农业科学院 长春 130033)

摘要: 简要概述了生物有机肥的种类、作用原理、生产工艺以及在不同作物上的施用效果,分析了生物有机肥生产应用过程中存在的弊端,并对其发展趋势进行了展望。

关键词: 生物有机肥; 种类; 生产工艺; 生产应用

中图分类号: S144

文献标识码: A

Progress of Studies of Bio-organic Fertilizer

ZHANG Yu-mang¹, ZHOU Hai-jun², ZHANG Jing-ye³, LIU Shu-xia¹, WU Hai-yan^{4*}

(1. College of Resource and Environment, Jilin Agricultural University, Changchun 130118;
2. Agricultural Technology Extension Station of Liaoheyuan Town, Dongliao County, Dongliao 136617;
3. Agricultural Station of Sanchahe Town, Fuyu County, Jilin Province, Fuyu 131200;
4. Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Changchun 130033, China)

Abstract: Types of biological organic fertilizer types, their function mechanism, production method and effect of bio-organic fertilizer when they were applied on different crops were described in the paper. Problems existed in production and application of bio-organic fertilizers were pointed out, and the prospect of its development trend was discussed briefly.

Keywords: Bio-organic fertilizer; Type; Production method; Application

半个世纪以来,我国化肥施用量大幅度增长,在保证粮食安全方面发挥了重要作用。但由于化肥的过量施用引起肥料利用率低、生态环境恶化等一系列的社会问题^[1-4]。为了减少化肥施用量,提高肥料利用率和缓解化肥对环境的污染,迫切需要研制一种新型肥料来替代部分化肥。生物有机肥是多种有益微生物菌群与有机肥结合形成的新型、高效、安全的微生物—有机复合肥料^[5-7]。它综合了有机肥和复合微生物肥料的优点,能够有效地提高肥料利用率,调节植株代谢,增强根系活力和养分吸收能力。因此,研究、开发并合理施用生物有机肥料不仅是获得作物优质高产和提高土壤肥力的重要措施之一,也是保护生态环境、促进

农业可持续发展的必然趋势^[7-15]。

1 生物有机肥的种类

生物有机肥料是指以畜禽粪便、秸秆、农副产品和食品加工的固体废物、有机垃圾以及城市污泥等为原料,配以多功能发酵菌种剂加工而成的含有一定量功能性微生物的有机肥料^[16]。它既不是传统的有机肥,也不是单纯的菌肥,是二者的有机结合体^[16]。目前农业生产中有多种多样的生物有机肥料。生物有机肥的原料广泛,种类繁多,每种有机肥各有其特点,在生产实践中充分了解其性质特点,在应用中才能取得良好的效果。按照不同的分类方法可以分成以下几种类型。

1.1 按其所含微生物的种类和性能不同分类

单一功能生物有机肥包括固氮菌肥料、磷细菌肥料、解钾菌肥料和硅酸盐细菌肥料等^[17]。目前在美国、澳大利亚等发达国家豆科种植的80%以

收稿日期:2010-04-28

作者简介:张余莽(1984-),男,硕士研究生,主要从事植物营养与环境生态研究。

通讯作者:吴海燕,女,研究员,E-mail:wuhaiyan1968@163.com

上都接种根瘤菌剂；但在我国豆科植物接种根瘤菌面积不足种植面积的 1%，但都表现出了增产效应，有的地方增产在 10% 或更多^[9]。

多功能生物有机肥包括复合菌肥料。EM 生物有机肥是接菌多功能菌种的一种多功能生物有机肥料^[9]。EM 是日本琉球大学比嘉照夫教授于上世纪 80 年代初研究成功的一种新的复合型微生物制剂。EM 是有效微生物群体之意，由 10 属 80 多种有效微生物组成，以畜禽粪便为主料生产出来的一种复合型菌肥^[12]，在我国也生产及应用^[18]。

1.2 按其生产工艺分类

菌肥：直接使用菌体的肥料。

“生化液”：利用微生物代谢产物的商品。

1.3 按其基质和形态不同分类

固体菌肥：以固体材料作为基质生产的生物肥料。

液体菌肥：以液体材料作为基质生产的生物肥料。

1.4 根据产品中添加有机质载体的不同分类

利用麦草、鸡粪生产生物有机肥、稻草生物有机肥、秸秆生物有机肥、酒糟生物有机肥、牛粪型生物有机肥、蔗渣灰生物有机肥、蝇蛆生物有机肥、葛根菌糠生物有机肥等。在生产实践上还有多种这样的生物有机肥料，有人将生物有机肥中加入无机肥料，制成有机无机生物有机肥^[13, 19-23]。

2 生物有机肥的生产工艺

生物有机肥产品质量的好坏影响到施用的效果，而产品质量的关键指标是产品的有效活菌数。生物有机肥的活菌数量决定于产品生产工艺选择。生物有机肥的生产一般经过发酵过程、除臭过程、造粒、烘干、过筛和包装^[24-26]。影响产品中活菌数量的关键工艺是造粒方式和烘干工艺中温度与时间的选择。

2.1 发酵工艺

发酵一般采用好氧发酵技术，利用微生物的代谢活动来分解物料中的有机物质，使物料达到稳定和无害化。在发酵生产工艺上，多数企业采用槽式堆置发酵法，其它的发酵方法，如平地堆置发酵法、密封仓式发酵法、塔式发酵法等在生产中也得到了应用。在发酵、腐熟过程中物料的水分、C/N 比、温度等的调节及腐熟剂的使用是生产工艺的关键^[27]。

2.2 除臭工艺

传统的方法是利用一些物理和化学的方法加

以防治，但成本高，效果不佳。研究者分离出一些放线菌(*Streptomyces*)接种于家禽粪便中，起到了除臭效果，之后又开发出了硝化细菌和硫化细菌，使鸡粪中的 NH_3 和 DMS(二甲基硫化物)得到了较好的控制^[27-29]。我国自行研制的微生物发酵剂和固体发酵设备的应用，将迅速推动我国生物有机肥产业化^[24]。

2.3 造粒工艺

造粒方式的选择是生物有机肥生产工艺的关键，根据生产工艺要求，目前生物有机肥常用的造粒方式主要有圆盘造粒和挤压造粒两种^[24-26]。圆盘造粒，产品呈圆粒型，产品质量较好，产品可混性好，有利于产品投放市场。但一次性投资较大，对物料要求高，颗粒质地松，不利于贮运和机械化施用。挤压造粒，产品呈长柱型，生产工序简单，对物料要求不高，颗粒硬度大，适合贮运和机械化作业，但产品类型不好看，带粉率高，产品质量难以保证，生产能力偏低，成本高^[25]。生物有机肥生产工艺以圆盘造粒后低温烘干工艺为佳。

2.4 烘干工艺

为了降低功能性微生物死亡率，烘干温度不宜过高，烘干时间不能过长。一般应选择烘干温度不能高于 $85\sim 90^\circ\text{C}$ ，烘干时间在 $15\sim 20\text{ min}$ 较适宜^[24-25]。

3 生物有机肥的作用原理

3.1 发酵菌和功能菌的作用

作物施用生物肥料后，生物有机肥中的发酵菌和功能菌的大量繁殖，改变了土壤的微生物区系，在植物根系生态系统中形成优势菌群，可抑制其他有害微生物的大量繁殖，减少了病原微生物侵染作物根际的机会。另一方面有益微生物可与作物根际形成一种互惠互利的共生关系，使作物根际发达，生长健壮，增强拮抗性，减少病害发生^[7, 30]。

微生物的活动可以改善土壤营养条件，提高供肥、保肥能力，加快土壤有机质的降解，有助于形成良好的团粒结构。微生物数量的明显增加，也使那些以微生物为食的土壤微型动物数量增加，降低土壤容重，增加通气性^[7, 30]。

3.2 生理活性物质的作用

生物有机肥富含各种生物活性物质。微生物的代谢过程中会产生吡啶乙酸、赤霉素、多种维生素以及氨基酸、核酸、生长素、尿囊素等生理活性物质，能够直接给作物提供某些营养元素，另一方面产生多种酸和酶类，可以分解转化各种复杂的

有机物和快速活化土壤养分,使有效养分增加。

3.3 有机无机养分的作用

生物有机肥富含有机、无机养分,如 N、P、K 养分、各种中量元素(Ca、Mg、S)和微量元素(Fe、Mn、Cu、Zn、B、Mo、Cl)以及其他对作物生长有益的元素(Co、Se、Na 等)。

直接供给植物养分,影响着土壤的保肥性、保水性、缓冲性和通气状况等^[30]。

4 我国生物有机肥的生产及应用状况

4.1 生物有机肥的生产状况

与普通有机肥相比,生物有机肥生产的技术含量相对较高,除了在腐熟过程中加入促进有机物料腐熟、分解的生物菌剂,以实现定向腐熟、除臭等目的,并且在产品中加入具有特定功能的微生物,以提升产品的作用效果^[27-29]。

目前在农业部获得产品登记证的生产企业达 120 多家,年产量约 200 多万 t,已具备一定的生产规模。这些企业的生产起点较高,年设计生产能力多是中型(2 万~3 万 t)或是大型企业(3 万~5 万 t),也有部分超大型(5 万 t 以上)生产企业^[9]。吉林省及东北地区大约有 20 多个中小规模生物肥生产厂家,但由于各个厂家的生产条件、技术水平及生产工艺的差别,生产的产品质量不尽相同,也还没有形成产业化,远远满足不了生态农业和绿色食品的需要^[31]。

4.2 生物有机肥在生产上的应用效果

为适应机械化作业的需要,目前农业生产中应用的生物有机肥多为颗粒剂,主要应用于粮食作物、饲料作物、经济作物和蔬菜上,并取得了较为明显的效果。

4.2.1 生物有机肥在经济作物上的应用

韩锦峰等(1999)报道,生物有机肥可以使烟株及时由氮代谢为主转为碳代谢为主,为形成优质烟奠定了物质基础,增强烟株的生理代谢,增强烟叶香气^[32-33]。孙中涛等人在棉花上的研究证明生物有机肥能提高棉花产量^[34]。

4.2.2 生物有机肥在蔬菜上的应用

钟希琼等人在蔬菜上研究表明:生物有机肥的施用能大幅度提高蔬菜根系活力,及提高豆类和瓜类植株叶片叶绿素含量,明显提高各种蔬菜食用部位可溶性糖含量^[35]。邓干然等利用菠萝叶渣生产生物有机肥,可提高蔬菜产量,缩短种植周期,提高蔬菜品质^[36]。高俊扬等研究了生物有机肥在菠菜上的应用效果,研究表明菠菜施用生物

有机肥料,长势旺盛,叶色鲜绿,叶片宽大、有光泽,耐储运^[37]。李庆康等在豆、辣椒、包菜上的结果指出“稳得高”生物有机肥可促进作物维生素 c 和 β -胡萝卜素含量,降低硝酸盐的含量^[38]。高峰等在茄子上的研究表明其增加了可溶性糖降低了硝酸盐,同时维生素 C 也有上升^[39]。曹林奎等的试验指出生物有机肥有效地降低了莧菜与芹菜可食部分的硝酸盐含量与芹菜的粗纤维含量^[40]。

4.2.3 生物有机肥在粮食作物上的应用

宋汉勇等(2003)研究表明,以生物有机肥作基肥能使玉米茎秆鲜重增加,空秆率降低,而在出子率、千粒重、穗粒数、穗粗、穗长上都有不同程度的提高^[41]。叶美欢等通过试验证明施用生物有机肥使水稻增产达到显著水平^[41]。孙俊华等研究了大豆应用 EM 生物有机肥的效果,结果表明大豆底施 EM 生物有机肥,均表现比等养分常规肥料增产的效果^[42]。杨建海等(2000)研究表明以生物有机肥作大麦基肥,在大麦生长前期可促进根系生长,增加干物重、分蘖率,使有效穗数增加,增产 11%~19%,此外还提高大麦抗逆性,减少倒伏和冻害^[43]。

4.2.4 生物有机肥在果树上的应用

李庆军等人研究了国光苹果树施用生物有机肥的效果^[44]。杨卓亚等人在果树上施用生物有机肥的效果说明施用生物有机肥可显著增加芦柑、龙眼、荔枝的产量^[45],提高苹果与柑橘的外观与内在品质。任宝君等在苹果上的结果表明施用生物长效有机肥能明显改善苹果品质。林绍锋在芦柑上施用生物有机肥后风味好,口感好。

5 生物有机肥研究与应用中存在的弊端及发展趋势展望

5.1 生物有机肥研究与应用中存在的弊端

5.1.1 缺乏生物肥料效果的评价体系

目前,我国对于生物肥料效应尚缺乏系统的评价体系,已经报道的研究结果证明,生物肥料能够增加作物产量、改善农产品品质、提供和活化养分、节省化学肥料、拮抗土传病害等多功能。但是,没有从南方到北方、从东部到西部的全国性的生物肥料试验网,无法对全面评价和认识不同生物肥料(菌株不同)在不同地区、土壤类型、作物种类的肥效,生物肥料在不同状况下的应用效果和机制并不完全清楚。

5.1.2 我国生物肥料货架期短、存活效果较差

我国微生物肥料研发与生产存在亟待解决的问题较多,其中最为重要的是与微生物肥料的质量

相关的保活材料。微生物肥料中菌的数量保持、菌的存活时间的长短是微生物肥料重要的指标,保护剂、助剂是确保微生物肥料质量的关键,是国外微生物肥料生产中的保密性最强的核心技术。我国由于缺乏这类核心技术,生物肥料产品中的菌株生存时间短、活性差,适应环境能力和生存定殖能力较低、产品效果不稳定及成本高等问题,导致生物肥料的大量生产和大范围的应用受到限制。

我国生物肥料中的菌株存活时间较短,按照我国国家微生物肥料标准,固体菌剂中的有效活菌数在6~12个月保持 2.0×10^9 cfu/g;液体菌剂中的有效活菌数3~6个月保持 5.0×10^9 cfu/mL。远远低于国际现行技术能够达到的标准。液体生物肥料中,高效的微生物肥料保护剂、助剂、分散剂的研究在我国仍相当落后。我国保持生物肥料的生理活性的核心技术比国外落后约30年,亟待加强能保持生物肥料的旺盛活力的生物保活材料的研究与开发。

5.1.3 生物有机肥原料复杂,施用肥料后易产生二次污染

生物有机肥原料复杂,可能存在一定数量的重金属、农药、饲料添加剂、抗生素等有害物质。当其施入土壤后,这些有害物质也随之带入土壤和环境中,会对环境产生负面的影响。

5.1.4 生产工艺有待改善

由于生物有机肥必须经过发酵、分解、粉碎、造粒过程,还必须加入或保留适量的有益微生物,这就要求生物有机肥有较高的技术含量。目前,我国的生产技术还不能完全满意地解决上述一系列的问题。

5.2 展望

为了保证农业的可持续发展,加大生物有机肥料的开发、生产及应用成为一种必然的趋势。可以相信,生物有机肥料将逐渐成为肥料行业生产和农资消费的热点。生物有机肥的开发应用将会为绿色食品、有机食品产业化创造良好条件。同时通过有益微生物的处理加快有机废弃物等资源化利用,降低有机废弃物对环境等造成的污染。生物有机肥的发展将会由单功能向多功能方面发展,根据不同土壤和不同作物研制不同的配方,适合农业的发展。

参考文献:

[1] 樊小林,廖宗文.控释肥料与平衡施肥和提高肥料利用率[J].植物营养与肥料学报,1954,4(3):219-223.

[2] 侯云鹏,秦裕波,尹彩侠,张宽,何亚荣,王秀芳,谢佳贵.生物有机肥在农业生产中的作用及发展趋势[J].吉林农业科学,2009,34(3):28-29.

[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] 中华人民共和国农业部种植业管理司.2005,中华人民共和国农业行业标准 NY884-2004 生物有机肥.北京:中华人民共和国农业部.

[5] 赵小蓉,林启美.微生物解磷的研究进展[J].土壤肥料,2001,3(7):6-11.

[6] 周莉华,李维炯,倪永珍.长期施用EM生物有机肥对冬小麦生产的影响[J].农业工程学报增刊,2005,21:221-224.

[7] 王琦.牛粪发酵生产生物有机肥的工艺优化及应用研究[D].西北大学硕士学位论文,2008,6.

[8] 曹惠铃,王琦,胡青平,陈五岭.添加复合菌剂好氧发酵生产生物肥料的工艺优化[J].农业工程学报,2009,25(1):189-193.

[9] 周陈.蝇蛆生物有机肥对土壤主要环境及作物生长的影响[D].贵州大学硕士研究生论文,2008,5.

[10] 隋文志.生物有机肥产业化加工及田间应用技术研究进展[J].现代化农业,2009,10:11-14.

[11] 张毅民,万先凯.微生物菌群在生物有机肥制备中研究进展[J].化学工业与工程,2003,20(6):523-526.

[12] 王立刚,李维炯,邱建军,等.生物有机肥对作物生长、土壤肥力及产量的效应研究[J].土壤肥料,2004(5):12-16.

[13] 吴海燕,刘春光,吕鸿飞,范作伟,徐凤双,孙淑荣.吉林省生物有机肥产业化的现状与发展趋势[J].吉林农业科学,2007,32(6):32-35.

[14] 雷丽萍,郭荣君,缪作清,等.微生物在烟草生产中应用研究进展[J].中国烟草学报,2006,12(4):47-51.

[15] 孙中涛,姚良同,孙凤鸣.微生物肥料对棉田土壤生态与棉花生长的影响[J].中国态农业学报,2005(7):54-56.

[16] 钟希琼,王惠珍,邓日烈.生物有机肥对蔬菜生理性状和品质的影响[J].佛山科学技术学院学报,2005(6):74-76.

[17] 邓干然,张劲,连文伟,李明福,欧忠庆.菠萝叶渣生物有机肥在蔬菜生产上的应用[J].热带农业科学,2009,29(2).

[18] 高俊扬.生物有机肥料在菠菜上的应用效果研究[J].现代农业科技,2010(1).

[19] 李庆康,王志明,袁灿生,等.生态肥对蔬菜产量及品质的影响[J].长江蔬菜,2001(4):35-36.

[20] 高峰,曹林奎,张浩.生物有机肥在茄子上的应用[J].上海农业报,2003,19(2):55-57.

[21] 叶美欢,罗应平.绿源生物有机肥在水稻上的肥效试验[J].广西农业科学,2005,6(1):35-37.

[22] 孙俊华,郭桂玲,陈玉芳,等.大豆应用MI生物有机肥效果分析[J].现代农业科技,2010,30(1):46-48.

[23] 李庆军,陈宝江,李建军,姚亚杰,曹文耀.'国光'苹果树施用生物有机肥试验初报[J].北方果树,2010年3月.

[24] 杨卓亚,陈清火,徐荣文.生物有机肥在果树上的应用效果研究[J].耕作与栽培,2001(6):44-46.

[25] 任宝君,马桂珍,李桂兰.多元生物长效有机复合肥对初果期苹果效应试验[J].北方园艺,1997(4):40-41.

[26] 姜成林,徐丽华.微生物资源开发利用[M].北京:中国轻工业出版社,2001.