

一种生物有机无机复合肥的养分释放规律研究

张 辉¹, 李维炯², 倪永珍²

(1. 天津师范大学城市与环境科学学院, 天津 300074; 2. 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100094)

摘 要:通过好气培养间歇淋洗法比较了生物有机无机复合肥和普通无机化肥复合肥养分释放的不同,模拟了生物有机无机复合肥的养分释放规律。结果表明,在 20 周内生物有机无机复合肥氮的淋洗总量占加入量的 37.92%,磷淋洗量占加入量的 19.14%,钾基本上全部淋洗出来,养分释放平稳持久。不同肥料的大田试验结果表明,不同生育期生物有机无机复合肥处理的土壤速效养分含量均高于其他处理,满足作物的养分需求;生物有机无机复合肥可促进花椰菜生长发育,显著提高产量。

关键词:生物有机无机复合肥; 养分释放; 速效养分

中图分类号:S144.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-2043(2005)06-1123-04

Nutrient Release Law of One Biological-organic-inorganic Compound Fertilizer

ZHANG Hui¹, LI Wei-jiong², NI Yong-zhen²

(1. College of City and Environmental Science, Tianjin Normal University, Tianjin 300074, China; 2. College of Resources and Environment, CAU, Beijing 100094, China)

Abstract: The characteristics of nutrient release from a biological-organic-inorganic compound fertilizer and a chemical compound fertilizer were compared, and the process of nutrient release from the biological-organic-inorganic compound fertilizer was simulated by applying the aerobic culture and intermittent leaching method. The results of the simulation experiment showed that 37.92% and 19.14% of the total N and P of the fertilizers were leached respectively, and almost all the K was leached in twenty weeks. The nutrients of the biological-organic-inorganic compound fertilizer released steadily and permanently. The results of field experiments showed that in different soils added with biological-organic-inorganic compound fertilizer, the contents of available nutrients were all higher than those with other kinds of fertilizers at different stages. The biological-organic-inorganic compound fertilizer could sufficiently supply the cauliflower with available nutrients, promote crop growth, and increase the yield significantly.

Keywords: biological-organic-inorganic compound fertilizer; nutrients release; available nutrient

现代肥料生产中,针对化肥、传统有机肥和生物肥料的优缺点,把它们有机地结合起来,开发新型肥料具有广阔的应用前景。生物有机无机复合肥以作物秸秆和鸡粪为主要原料,加入多功能复合微生物菌剂,配以一定比例的无机养分,集微生物独特的生理

调节功能、无机化肥的高效性和有机肥的长效性于一体,达到种养结合和农业可持续发展的目的。生产生物有机无机复合肥可以利用微生物的特定功能将农业有机废弃物进行无害化处理,变废为宝,使资源得到充分利用,环境得到改善和净化。

在生物有机无机复合肥发酵过程中,一部分营养元素被微生物吸收利用,以后随着微生物的死亡,被菌体吸收的养分又逐渐释放出来,也就是说微生物有缓和肥效的作用^[1]。本文利用好气培养间歇淋洗法模拟生物有机无机复合肥的养分释放,比较了生物有机无机复合肥养分释放规律与普通无机化肥复合肥的

收稿日期:2005-01-25

基金项目:黄淮海平原曲试区“十五”攻关课题——“黄淮海平原高产优质、高效农业结构模式与技术研究”项目(96220910D)

作者简介:张 辉(1972—),女,天津师范大学城市与环境科学学院教师,生态学博士,主要从事固体有机废弃物处理与生物有机无机复合肥制作方面的研究。

E-mail:zhang_hui69@163.com

不同之处。通过大田试验验证了生物有机无机复合肥缓急相济、持久供应作物养分需要的肥力特征。

1 材料与方法

1.1 肥料制作

将粉碎的鸡粪、稻糠、氟石粉混合均匀,将等量的复合微生物菌剂(代号为FW)和糖蜜溶于适量水中与混合物搅拌均匀,压紧密封于不透气的塑料袋中,30℃恒温箱中发酵2周。在发酵后加入尿素、过磷酸钙和硫酸钾,以纯养分含量计,尿素为3%,过磷酸钙和硫酸钾浓度均为5%。

1.2 好气培养间歇淋洗法

将10 g生物有机无机复合肥与无土基质(蛭石和沙子按1:1体积混合)均匀混合装入铺有0.2~0.4 cm厚玻璃棉的6 cm玻璃漏斗中,将漏斗插入100 mL三角瓶,加水至刚有水漏出,用带小孔的塑料薄膜扎紧漏斗口,置于30℃恒温下培养。定期用蒸馏水淋洗1次,淋洗液测定氮磷钾含量^[2]。另设与生物有机无机复合肥等养分含量的无机化肥复合肥处理。

1.3 大田试验设计

田间试验于2001年在中国农业大学曲周实验站进行。供试作物为花椰菜,品种为福州60日,供试土壤为改良后的盐化潮褐土,土壤偏碱,土壤肥力中等。试验为随机区组排列,6个处理3次重复,小区面积为30 m²。处理1为不施肥(对照);处理2为化肥,施尿素967 kg·hm⁻²,三料过磷酸钙1 500 kg·hm⁻²,硫酸钾2 066 kg·hm⁻²;处理3为传统有机肥(传统堆肥),施用量48 333 kg·hm⁻²;处理4为有机无机复合肥(传统堆肥+化肥),施用量15 333 kg·hm⁻²;处理5为生物有机肥(生物堆肥),施用量39 666 kg·hm⁻²;处理6为生物有机无机复合肥,施用量11 333 kg·hm⁻²。

肥料作为基肥施用,则以生物有机无机复合肥计施用纯氮450 kg·hm⁻²,纯磷600 kg·hm⁻²,纯钾675 kg·hm⁻²,其余各处理在追肥时予以补齐,使总养分投

入量相等。各处理除肥料种类不同外,其他栽培管理措施一致。

在花椰菜幼苗期、莲座期和花球生长期进行株高、叶片数、叶面积和花球直径的田间测定,收获后测定产量。

在花椰菜幼苗期、莲座期和花球生长期取土样测定碱解氮、速效磷和速效钾含量。

2 结果分析

2.1 室内模拟生物有机无机复合肥养分释放特点

经测定,发酵好的生物有机无机复合肥含全氮4.4%、全磷5.5%、全钾5.2%。从表1可以看出,生物有机无机复合肥在无土基质中氮素淋洗释放较无机化肥复合肥平稳,在整个试验期内,都可以看到氮素的持续释放的过程。在20周内生物有机无机复合肥氮的淋洗总量占加入量的37.9%,而无机化肥复合肥在第2周的淋洗量就很高,占加入量的72.3%,在第16周内已经淋洗出80.6%。磷的释放趋势与氮大体相同,在20周内,生物有机无机复合肥磷淋洗量占加入量的19.1%,而无机化肥复合肥在第14周就已淋洗出66.5%。相对于氮、磷来说,生物有机无机复合肥钾的淋洗释放比较快,在20周内已基本上全部淋洗出来,但无机化肥复合肥在第8周就已全部淋洗完。生物有机无机复合肥养分释放的缓急相济,平稳持久的特性与作物需肥规律相符合,可以提高肥料利用率,减少养分的无效释放。

2.2 生物有机无机复合肥的田间供肥特性

经测定,土壤试验前土壤碱解氮、速效磷和速效钾含量分别为59.93、42.30和93.00 mg·kg⁻¹。从表2可以看出,在幼苗期,由于植株吸氮量少,各处理的土壤碱解氮含量都较高。生物有机无机复合肥处理的碱解氮含量最高,比不施肥处理、化肥处理和传统有机肥处理分别高40.8%、32.0%和33.5%,差异均极显著,比有机无机复合肥处理和生物有机肥处理高

表 1 2 种肥料的养分释放(mg)
Table 1 Nutrient release from two kinds of fertilizers(mg)

处理	养分	施用时间/周										合计	占总量 /%
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20		
生物有机无机复合肥	N	48	21	18	17	17	14	14	13	4	3	168	37.9
	P	14	14	13	13	12	12	12	9	4	2	105	19.1
	K	175	126	53	45	37	30	19	12	13	6	516	99.8
无机化肥复合肥	N	320	24	9	2	0.34	0.26	0.17	0.12	0.05	0.01	356	80.4
	P	192	68	41	27	15	13	11	9	5	2	383	69.6
	K	259	142	76	38	—	—	—	—	—	—	515	99.6

16.7%和 30.0%,差异极显著。随着发育进程的推进,植株生长旺盛,从土壤中吸收大量的氮元素,土壤碱解氮含量比幼苗期有所下降。不施肥处理碱解氮下降的幅度大、速度快,到花球生长期已经低于试验前土壤。传统有机肥处理下降的幅度不大,仅下降了

17.8%,仍高于试验前 17.8%,可以满足作物整个生长季内对氮素的需求。有机无机复合肥处理、生物有机肥处理、生物有机无机复合肥处理的变化趋势是先降后升,花球生长期比试验前高 28.5%、36.3%和 52.8%。从整个生长季来看,有机肥和复合肥养分释

表 2 不同肥料处理不同时期的土壤速效养分含量(mg·kg⁻¹)

Table 2 The contents of available nutrients in soil with different fertilizer treatments at every stage(mg·kg⁻¹)

处理	幼苗期			莲座期			花球生长期		
	碱解氮	速效磷	速效钾	碱解氮	速效磷	速效钾	碱解氮	速效磷	速效钾
不施肥(CK)	81a	34a	104a	62a	27a	91a	42a	21a	95a
化肥	87b	86c	131b	68b	68d	121b	66b	51d	109b
传统有机肥	86b	52b	163c	75c	43.30b	135b	71c	34b	117b
有机无机复合肥	98c	88c	172c	76c	62c	170c	77c	47c	150c
生物有机肥	88b	58b	158c	78c	47b	149c	82c	45c	120b
生物有机无机复合肥	115d	112d	239d	79d	65c	199d	92d	51d	163d

注:数字后小写字母表示 $P<0.05$,字母相同表示差异不显著,字母不同表示差异显著。下同。

放比较均匀,前后期碱解氮含量都较高,与作物生长的关系协调。

速效磷的变化趋势与碱解氮略有不同,由于花椰菜在花球生长期对磷的需求量大,此时期各处理土壤速效磷含量都比幼苗期有大幅度下降。但生物有机无机复合肥处理的土壤速效磷含量仍最高,是不施肥处理的 2.39 倍,比传统有机肥处理高 47.7%,比有机无机复合肥处理高 7.6%,比生物有机肥处理高 11.7%,差异均极显著;比化肥处理高 0.3%,差异不显著。

土壤速效钾各时期含量均较高。花球生长期生物有机无机复合肥处理比不施肥处理高 72.5%,比化肥处理高 49.8%,比传统有机肥处理高 39.6%,比有机无机复合肥处理高 9.1%,比生物有机肥处理高 36.1%,差异均极显著。

2.3 不同肥料处理对花椰菜生物学特性的影响

从表 3 可以看出,生物有机无机复合肥处理对花椰菜植株生长有明显的促进作用。各时期株高明显高于其它处理,尤其是越到后期,效果越明显,在田间表现为植株高大粗壮,叶片浓绿。同时还有加快植株发育进程的作用,各时期比其它处理平均多 1~2 片叶,比其它处理提前进入花球生长期。生物有机无机复合肥处理在各时期的叶面积都高于其他处理,尤其是花球生长期,比其它不施肥处理高 86.6%,比化肥处理高 43.0%,比传统有机肥处理高 57.5%,比有机无机复合肥处理高 26.8%,比生物有机肥处理高 29.4%,差异均极显著。与强大的叶面积相对应,生物有机无机复合肥处理的花球直径也高于其他处理,比不施肥处理大 93.5%,比化肥处理大 72.1%,比传统有机肥

表 3 不同肥料处理对花椰菜生物学特性的影响

Table 3 Effects of different fertilizer treatments on the biological characteristics of cauliflower

生育期	处理	株高/cm	叶片数/片	叶面积/cm ²	球径/cm
幼苗期	不施肥(CK)	12.7d	7.3ab	164.1c	—
	化肥	13.6b	7.5ab	221.0b	—
	传统有机肥	13.0c	7.0b	179.8c	—
	有机无机复合肥	13.6b	7.2b	255.5ab	—
	生物有机肥	12.9c	6.9b	222.7b	—
	生物有机无机复合肥	14.0a	8.3a	284.0a	—
莲座期	不施肥(CK)	34.3c	17.1f	2 077.1d	—
	化肥	36.6c	17.7c	2 525.7c	—
	传统有机肥	35.3c	17.2e	2 078.5d	—
	有机无机复合肥	41.3ab	17.4d	2 968.1b	—
	生物有机肥	35.7c	18.0b	2 557.2c	—
	生物有机无机复合肥	42.2a	19.4a	3 727.4a	—
花球生长期	不施肥(CK)	44.2e	25.8b	5 319.1e	4.7e
	化肥	56.8d	26.8ab	6 941.5c	5.3d
	传统有机肥	60.8c	27.3a	6 302.3d	5.2c
	有机无机复合肥	64.7b	27.2ab	7 828.9b	6.4b
	生物有机肥	63.5bc	27.7a	7 673.0b	6.3b
	生物有机无机复合肥	71.1 a	28.3a	9 926.2a	9.2 a

处理大 54.9%,比有机无机复合肥处理大 44.0%,比生物有机肥处理大 44.9%,差异均极显著。

2.4 不同肥料处理对花椰菜产量的影响

不同肥料对土壤环境和作物生长影响的最终结果体现在产量上。从表 4 可以看出,施用生物有机无机复合肥可以大幅度提高花椰菜产量,表现为单株花球大、花球重,总体产量高。生物有机无机复合肥处理花球直径比不施肥处理大 51.3%,比化肥处理大 28.5%,比传统有机肥处理大 30.3%,比生物有机肥处

理大 17.7%,差异均极显著;比有机无机复合肥处理大 6.3%,差异显著。产量比不施肥处理高 83.4%,比化肥处理高 50.4%,比传统有机肥处理高 69.3%,比有机无机复合肥处理高 8.5%,比生物有机肥处理高 25.1%,差异均极显著。

表 4 不同肥料处理对花椰菜产量的影响

Table 4 Effects of different fertilizer treatments on yield of cauliflower			
处理	球径/cm	球重/g	产量/kg·hm ⁻²
不施肥(CK)	10.8d	466f	12585f
化肥	12.8c	568d	15345d
传统有机肥	12.6c	505e	13635e
有机无机复合肥	15.4a	788b	21285b
生物有机肥	13.9b	683c	18450c
生物有机无机复合肥	16.4a	855a	23085a

3 结论

- (1) 生物有机无机复合肥通过微生物的发酵作用,改变了养分的释放规律,使其平稳持久释放,适应作物需肥需要,从而提高了肥料利用率,减少了养分的无效释放。
- (2) 生物有机无机复合肥可以提高土壤供肥能力。在整个生长季内,土壤的碱解氮、速效磷、速效钾

含量都高于其他处理。

(3)生物有机无机复合肥促进花椰菜生长发育作用明显,株高、叶片数明显增加,花球直径明显增大,可显著提高花椰菜产量。

参考文献:

[1] 魏 辉,郭 俊,罗永华,等.利用畜禽粪便生产生物有机复合肥的发酵工艺研究[J].生物技术,1999,9(5):30-34.

[2] 李俊良,韩琅丰,江荣凤,等.碳氮比对有机肥料氮素释放和植物吸收的影响[J].中国农业大学学报,1996,1(5):57-61.

[3] 方卢秋.复合肥料生产的植物营养原理及其施用意义[J].农牧产品开发,2000,6:7-8.

[4] 贾晓葵.有机废弃物的农业利用[J].农业环境保护,1991,10(2):94-96.

[5] 李国学,张福锁.固体废物堆肥化与有机复混肥生产[M].北京:化学工业出版社,2000.

[6] 魏 辉.生物有机无机复合肥的研制与效果研究[J].微生物学杂志,1997,17(3):18-24.

[7] 谢明杰.我国微生物肥料的研究进展及发展趋势[J].微生物学杂志,2000,20(4):42-45.

[8] 何随成,江志阳,尹 微.利用畜禽粪便生产生物有机肥、生物有机无机复混肥的研究[J].腐植酸,2005,1:30-33.

[9] 和 琳,何 锋,何策熙,等.生物有机肥的开发和应用[J].腐植酸,2003,5:27-32.

更 正

本刊 2005 年第 24 卷增刊第 161 页《华东地区出口蔬菜残留农药检出率的规律性研究》一文的联系人有误,应为:

联系人:应兴华

谨向作者致以诚挚的歉意!