

生物有机无机复合肥对花椰菜生长发育的影响

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: 进行了化肥、传统有机肥、生物有机肥、有机无机复合肥和生物有机无机复合肥对花椰菜生长发育影响的田间比较试验。试验结果表明生物有机无机复合肥可以促进花椰菜生长发育, 提高产量, 改善产品品质。表现为: 株高、叶面积、花球直径和叶绿素含量明显高于其他处理, 差异极显著。干物重、干物质积累速率和产量高于其他处理, 差异极显著。有效降低花球中的硝酸盐含量, 提高维生素 C 含量。

关键词: 花椰菜; 生长发育; 生理特性; 产量; 品质

中图分类号: S143.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2005)06-0052-02

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。而且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。本文报道生物有机无机复合肥对花椰菜生长发育的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验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, 供试土壤为治理后的盐化潮褐土, 土壤偏碱, 土壤肥力中等。供试生物有机无机复合肥基本性质为: pH 值 6.4, 水分 453.9 g/kg、有机质 473.9 g/kg、全氮 35.5 g/kg、全磷 53.1 g/kg、全钾 59.5 g/kg(克/公斤)、有效活菌数 2.1×10^9 个/g(克)。

1.2 试验设计

试验设 6 个处理, 3 次重复, 随机区组排列, 小区面积为 30 m²(平方米)。不施肥处理, 不施肥为对照; 化肥处理, 化肥 1 hm²(公顷)施尿素 667 kg(公斤), 三料过磷酸钙 934 kg(公斤), 硫酸钾 1 201 kg(公斤); 传统有机肥处理, 传统有机肥(传统堆肥)25 680 kg/hm²(公斤/公顷); 有机无机复合肥处理, 有机无机复合肥 7 337 kg/hm²(公斤/公顷); 生物有机

肥处理, 生物有机肥(生物堆肥)21 344 kg/hm²(公斤/公顷); 生物有机无机复合肥处理, 生物有机无机复合肥 6 670 kg/hm²(公斤/公顷)。肥料作为基肥施用, 则以生物有机无机复合肥计 1 hm²(公顷)施用纯氮 300 kg(公斤), 纯磷 384 kg(公斤), 纯钾 405 kg(公斤), 其余各处理在追肥时补足养分, 使养分总投入量相等。各处理除肥料种类不同外, 其它栽培管理措施相同。

1.3 分析测定方法

1.3.1 叶绿素 丙酮乙醇混合液法。

1.3.2 维生素 C 2-6 二氯酚靛酚染色二甲苯萃取比色法^[1]。

1.3.3 硝酸盐 酚二磺酸比色法^[2]。

2 结果与分析

2.1 不同肥料处理对花椰菜生物学特性的影响

表 1 不同肥料处理对生物学特性的影响

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)	12.72dC	7.3abA	164.09cd	—
	化肥	13.55bA	7.5abA	221.04bBc	—
	传统有机肥	12.95cB	7.0bA	179.75cD	—
	有机无机复合肥	13.60bA	7.2bA	255.47abAB	—
	生物有机肥	12.90cB	6.9bA	222.66bBc	—
	生物有机无机复合肥	14.03aA	8.3aA	284.01aA	—
莲座期	不施肥(CK)	34.28cB	17.1fD	2 077.11dC	—
	化肥	36.55cAB	17.7cB	2 525.71cBC	—
	传统有机肥	35.28cAB	17.2cC	2 078.45dC	—
	有机无机复合肥	41.34abAB	17.4dC	2 968.05bB	—
	生物有机肥	35.72cAB	18.0bB	2 557.20cBC	—
	生物有机无机复合肥	42.22aA	19.4aA	3 727.39aA	—
花球生长期	不施肥(CK)	44.15dD	25.8bB	5 319.09eE	4.74cC
	化肥	56.83dC	26.8abAB	694 1.53cC	5.33dC
	传统有机肥	60.75dBC	27.3aAB	6 302.26dD	5.92dB
	有机无机复合肥	64.67bB	27.2abAB	7 828.89bB	6.37bB
	生物有机肥	63.50cB	27.7aAB	7 672.97bB	6.33bB
	生物有机无机复合肥	71.09aA	28.3aA	9 926.21aA	9.17aA

注: 表中大写字母表示 $p < 0.01$, 小写字母表示 $p < 0.05$, 处理字母相同表示差异不显著, 字母不同表示差异显著。

从表 1 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它处理, 尤其是花球生长期, 比其它不施肥处理高 86.61%, 比化

第一作者简介: 张 辉, 女, 1972 年生,

2002 年 6 月毕业于中国农业大学生态学专业, 理学博士, 在学期间主要从事农业有机固体废弃物无害化处理的研究。2002 年 7 月至今在天津师范大学城市与环境科学学院任

教, 主持《天津市土壤环境质量地球化学评价与农业现代化》课题的研究工作, 先后在中文核心期刊发表论文多篇。

*基金项目: 黄淮海平原周试区“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)资助

收稿日期: 2005-06-12

肥处理高 43.00%，比传统有机肥处理高 57.50%，比有机无机复合肥处理高 26.79%，比生物有机肥处理高 29.37%，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它处理，比不施肥处理大 93.46%，比化肥处理大 72.05%，比传统有机肥处理大 54.90%，比有机无机复合肥处理大 43.96%，比生物有机肥处理大 44.87%，差异均极显著。

2.2 不同肥料处理对花椰菜叶绿素含量的影响

表 2 不同肥料处理对花椰菜叶绿素含量的影响

处理	幼苗期			莲座期		
	La	Lb	L(a+b)	La	Lb	L(a+b)
不施肥(CK)	1.086	0.234	1.320eE	2.191	0.521	2.712cC
化肥	1.130	0.244	1.373eE	2.265	0.539	2.804cC
传统有机肥	1.201	0.305	1.506dD	2.385	0.564	2.948bB
有机无机复合肥	1.308	0.361	1.669bB	2.354	0.678	3.032bB
生物有机肥	1.219	0.345	1.564 cC	2.404	0.606	3.009bB
生物有机无机复合肥	1.339	0.389	1.728aA	2.355	0.788	3.143aA

注：表中大写字母表示 $p<0.01$ ，小写字母表示 $p<0.05$ ，处理字母相同表示差异不显著，字母不同表示差异显著。

花椰菜幼苗期和莲座期的叶片叶绿素含量见表 2。数据表明，前期叶绿素含量较低，随发育进程的推移，叶绿素含量大幅度上升。在两个时期，生物有机无机复合肥处理的叶绿素含量都高于其它处理。幼苗期叶绿素含量比不施肥处理高 30.91%，比化肥处理高 25.84%，比传统有机肥处理高 14.74%，比有机无机复合肥处理高 3.54%，比生物有机肥处理高 10.47%，差异均极显著。莲座期比不施肥处理高 15.91%，比化肥处理高 12.07%，比传统有机肥处理高 6.6%，比有机无机复合肥处理高 3.65%，比生物有机肥处理高 4.45%，差异均极显著。

2.3 不同肥料处理对花椰菜干物质积累的影响

表 3 不同肥料处理对花椰菜干物质积累的影响

处理	干重(g)		日增重 (g/d)	干重(g)		日增重 (g/d)
	9月10日	10月9日		11月6日	12月4日	
不施肥(CK)	9.710eE	76.925fE	2.241	296.040fF	7.556	
化肥	14.310fB	81.343eE	2.306	377.160eE	10.201	
传统有机肥	12.160dD	112.683dD	3.312	442.810dD	11.384	
有机无机复合肥	14.360fB	186.160bB	5.727	549.980bB	12.546	
生物有机肥	13.310cC	128.990cC	3.823	473.830cC	11.891	
生物有机无机复合肥	19.060aA	198.283aA	5.974	616.790aA	14.431	

注：表中大写字母表示 $p<0.01$ ，小写字母表示 $p<0.05$ ，处理字母相同表示差异不显著，字母不同表示差异显著。

从表 2 可以看出，在各个时期生物有机无机复合肥处理的单株干物重都高于其它处理。9月10日，生物有机无机复合肥处理干物重比不施肥处理高 96.29%，比化肥处理高 33.19%，比传统有机肥处理高 56.74%，比有机无机复合肥处理高 32.73%，比生物有机肥处理高 43.2%，差异均极显著。10月9日，生物有机无机复合肥处理干物重是不施肥处理的 1.58 倍，是化肥处理的 1.43 倍，比传统有机肥处理高 75.96%，比有机无机复合肥处理高 6.51%，比生物有机肥处理高 53.72%，差异均极显著。11月6日，生物有机无机复合肥处理干物重是不施肥处理的 1.08 倍，比化肥处理高 63.53%，比传统有机肥处理高 39.29%，比有机无机复合肥处理高 12.15%，比生物有机肥处理高 30.17%，差异均极显著。

从表 2 还可以看出，生物有机无机复合肥处理植株积累干物质的速度也明显高于其它处理，日增重比不施肥处理高 89.39%~167%，比化肥处理高 38.27%~159%，比传统有

机肥处理高 26.77%~78.29%，比有机无机复合肥处理高 4.32%~15.03%，比生物有机肥处理高 1.36%~54.93%。

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

表 4 不同肥料处理对花椰菜产量的影响

处理	球径(cm)	球重(g)	产量(kg/hm ²)
不施肥(CK)	10.83dC	466fF	12.585fF
化肥	12.75cB	568dD	15.345dD
传统有机肥	12.58cB	505eF	13.635eE
有机无机复合肥	15.42aA	788bB	21.285bB
生物有机肥	13.92bB	683cC	18.450cC
生物有机无机复合肥	16.39aA	855aA	23.085aA

注：表中大写字母表示 $p<0.01$ ，小写字母表示 $p<0.05$ ，处理字母相同表示差异不显著，字母不同表示差异显著。

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 51.34%，比化肥处理大 28.54%，比传统有机肥处理大 30.29%，比生物有机肥处理大 17.74%，差异均极显著；比有机无机复合肥处理大 6.29%，差异显著。产量比不施肥处理高 83.43%，比化肥处理高 50.44%，比传统有机肥处理高 69.31%，比有机无机复合肥处理高 8.46%，比生物有机肥处理高 25.12%，差异均极显著。

2.5 不同肥料处理对花椰菜品质的影响

表 5 不同肥料处理对花椰菜硝酸盐和维生素 C 含量的影响

处理	维生素 C(mg/100g)	硝酸盐(mg/kg)
不施肥(CK)	43.5285dD	502.4657fB
化肥	47.3718dD	522.1878aA
传统有机肥	68.3589cC	494.0357cB
有机无机复合肥	66.2235cC	500.2768fB
生物有机肥	72.3306aA	357.8669dD
生物有机无机复合肥	70.3718bB	389.4410dC

注：表中大写字母表示 $p<0.01$ ，小写字母表示 $p<0.05$ ，处理字母相同表示差异不显著，字母不同表示差异显著。

从表 5 可以看出，施用生物有机肥和生物有机无机复合肥可以有效地降低花椰菜球中的硝酸盐含量，两个处理的硝酸盐含量均低于硝酸盐的限定标准(432 mg/kg(鲜样))^[3]。生物有机无机复合肥处理比不施肥处理低 22.49%，比化肥处理低 25.42%，比传统有机肥处理低 21.17%，比有机无机复合肥处理低 22.15%，差异均极显著。在降低硝酸盐含量的同时，施用生物有机肥和生物有机无机复合肥还可以提高花球中的维生素 C 含量。生物有机无机复合肥处理比不施肥处理高 61.67%，比化肥处理高 48.55%，比传统有机肥处理高 2.94%，比有机无机复合肥处理高 6.24%，差异均极显著。

3 结论

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。能增加花椰菜干物重，加快干物质积累，提高作物产量。对于降低花球中硝酸盐含量和提高维生素含量有明显作用，可以改善产品质量。

参考文献:

[1] 李合声主编. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版, 2000.
[2] 张淑茗, 江丽华, 阎华, 等. 济南市售蔬菜硝酸盐含量及施肥影响[J]. 土壤肥料, 1997(5): 22~24.
[3] 申秀英, 许晓路. 蔬菜硝酸盐积累机制及影响因素[J]. 农业环境与发展, 1998, 15(3): 4~6, 20.