

# 菌剂垃圾肥施用于矮生伽蓝菜 *Kalanchoe flammula* 的效果分析

刘悦秋<sup>1</sup>, 刘克锋<sup>1</sup>, 雷增谱<sup>2</sup>, 石爱平<sup>1</sup>, 刘采苓<sup>1</sup>, 王红利<sup>1</sup>

(1. 北京农学院园林系, 北京 102206; 2. 北京林业大学生物学院, 北京 100083)

**摘要:** 应用微生物发酵垃圾并作为菌剂有机肥施用于矮生伽蓝菜的生物效应表明, 菌剂肥对增加矮生伽蓝菜生长量、花量、提前开花和延长花期的作用显著优于未接菌垃圾肥 ( $P < 0.05$ ), 且施用菌剂垃圾肥更有利于矮生伽蓝菜叶片中营养元素的积累。云芝属真菌 *Polystictus sp.* 垃圾菌肥对矮生伽蓝菜生长、开花的促进作用是这 9 个菌肥中最好的一个, 经此菌处理的垃圾肥既有利于植物营养生长, 又利于植物叶片中营养贮存, 并能有效促进提前开花和延长花期。细黄链霉菌 *Streptomyces microflavus*、蜡样芽孢杆菌 *Bacillus cereus*、假单胞杆菌属 *Pseudomonas sp.* 菌剂垃圾肥的综合效果也很明显。

**关键词:** 菌剂垃圾肥; 矮生伽蓝菜; 生长量; 花量; 营养元素

中图分类号: X705 文献标识码: A 文章编号: 1672 - 2043(2003)06 - 0740 - 05

## Effects of Composted Biowastes Inoculated by Different Microbes Consortia on Growth of *Kalanchoe Flammula*

LIU Yue-qiu<sup>1</sup>, LIU Ke-feng<sup>1</sup>, LEI Zeng-pu<sup>1</sup>, SHI Ai-ping<sup>1</sup>, LIU Cai-ling<sup>1</sup>, WANG Hong-li<sup>1</sup>

(1. Land scape Department of Beijing Agricultural College, Beijing 102206, China; 2. Bio - Technology Institute of Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** We have found that composted biowastes inoculated by microbes exhibited a significantly advantage in the growth of the *Kalanchoe flammula* than that of routine composted biowastes from our test. The treatment could obviously accelerate the growth and flowering of the *Kalanchoe flammula* and delay duration of its flowering and also exhibited action facilitating to the nutrition accumulation in leaf of the plant. According to the integrated evaluation, the composted biowastes inoculated by *Polystictus sp* consortia was the best microbiological media for *Kalanchoe flammula* growth and flowering, and the others inoculated by *Streptomyces microflavus*, *Bacillus cereus* and *Pseudomonas sp.* consortia were also found to be good alternatives.

**Keywords:** composted biowastes inoculated by microbes; *Kalanchoe flammula*; growth; flowering; nutrition

随着环保产业及有机农业的兴起, 农作物肥料逐渐由依赖无机化肥转向有机肥料, 微生物肥料又称为菌肥, 是一种重要的有机肥料, 用于农业生产中能获得特定的肥料效应, 一方面, 通过菌肥中微生物的生命活动, 可增加植物营养元素的供应量, 改善植物营养状况, 促进植物根系生长, 促进分孽、分化以及使作物茎秆粗壮挺拔、叶面积扩大、花期提前、生子率(含生果率)提高和早熟等。另一方面, 微生物生命活动过

程中还可以产生植物生长激素, 促进植物对营养的吸收, 使根系活力明显增强, 叶绿素含量显著提高, 从而提高光合作用强度及作物对水分的利用率并可提高植物抗病作用, 从而减轻植物病虫害以增加产量<sup>[1-3]</sup>。

城市生活垃圾中含有农作物生长所需的多种营养元素和有机质, 是一种肥效很高的有机肥料, 但新鲜有机肥料中的养分主要是呈有机化合物形态, 难于被作物直接吸收利用。经过接种微生物菌群, 利用其发酵分解不仅能促进垃圾腐熟, 缩短处理时间, 且有利于养分被作物吸收从而促进作物生长<sup>[4]</sup>。本文通过系统评价接种不同微生物菌群发酵后的垃圾肥施用

收稿日期: 2003 - 04 - 29

基金项目: 北京市教委、科委专项资助项目

作者简介: 刘悦秋(1972—), 女, 北京人, 在读博士, 讲师, 主要从事园林植物保护学和环境微生物学研究。

E - mail: liuyueqiu54@163.com

于矮生伽蓝菜的效果,筛选出对其生长最为有利的菌剂垃圾肥,从而为生产提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验植物

试验植物为矮生伽蓝菜 *Kalanchoe flammula*,又名寿星花、长寿花。景天科,伽蓝菜属,多年生肉质草本植物。由北京农学院园林系重点科学基地提供的长寿花扦插苗,花色绯红。

### 1.2 垃圾肥及培养基质

菌剂垃圾肥即为接种不同微生物菌群堆制的垃圾肥,共9种菌剂垃圾肥和1种未接菌垃圾肥。培养基质组成比例为垃圾肥:草碳土:沙=2:1:1(质量比),10个处理编号分别为:处理1云芝属真菌 *Polystictus sp.* (*Poly. sp.*) 菌肥、处理2细黄链霉菌 *Streptomyces microflavus* (*S. mic*) 菌肥、处理3蜡样芽孢杆菌 *Bacillus cereus* (*B. ce*) 菌肥、处理4拜叶林克氏菌属细菌 *Beijerinckia sp.* (*Be. sp.*) 菌肥、处理5青霉属真菌 *Penicillium sp. -2* (*P. sp. -2*) 菌肥、处理6青霉属真菌 *Penicillium sp. -1* (*P. sp. -1*) 菌肥、处理7J菌菌肥、处理8枯草芽孢杆菌 *Bacillus subtilis* (*B. s*) 菌肥、处理9假单胞杆菌属细菌 *Pseudomonas sp. (P. sp.)* 菌肥、处理10为施用未接菌垃圾肥,并设一个空白对照。空白对照的培养基质为草碳土:沙=1:1。

### 1.3 试验设计

试验在北京农学院园林系重点建设学科基地的自动化玻璃温室内进行。室内的光照、温度、湿度及管理措施均一致,选用同一品种和长势相似的长寿花扦插苗栽种在不同处理的垃圾肥基质中,每个处理栽种

30株,随机选定5株进行相关指标测定。

### 1.4 测定指标及其分析方法

测定的指标主要有长寿花株高、地茎、叶面积、根量、干重、开花量和开花期,并于开花前(2000年12月1日)采取不同处理长寿花的同一位置叶片进行营养元素N、P、K、Mg、Cu、Zn、Mn、Fe及叶绿素含量的测定。其中叶面积用排水法测定<sup>[5]</sup>,即 $S = A/C$ (A为排出水的总体积,C为叶片平均厚度)。营养元素N、P、K含量测定方法见文献[6~8]。Mg、Cu、Zn、Mn、Fe含量测定用原子吸收分光光度法<sup>[9]</sup>。叶绿素含量用丙酮提取分光光度法测定<sup>[10]</sup>。

### 1.5 数据处理

应用SAS统计软件,对处理间不同参数进行方差分析,统计显著后用Duncan多重比较法进行差异显著性测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同菌剂垃圾肥对长寿花相关生长量的影响

空白对照的长寿花株高、地茎、叶面积、根量、干重显著低于施用垃圾肥各处理的(表1),( $P < 0.05$ )。这说明施用垃圾肥对长寿花的株高、地茎、叶生长、根生长、干物质生长具有显著的促进作用。未接菌剂垃圾肥与9个菌剂垃圾肥相比较,接菌垃圾肥的长寿花株高、地茎、叶面积、根量、干重均高于未接菌垃圾肥处理的,部分施用菌剂垃圾肥的长寿花株高、地茎、叶面积、根量、干重显著优于施用未接菌垃圾肥的( $P < 0.05$ 见表1),这说明各菌剂垃圾肥对长寿花生长的促进作用优于未接菌垃圾肥。其中 *B. ce* 菌剂垃圾肥、*S. mic* 菌剂垃圾肥、*Poly. sp.* 菌剂垃圾肥、*P. sp.* 菌剂垃圾肥对促进长寿花生长的效果最为

表1 不同菌剂垃圾肥对长寿花相关生长量的影响

Table 1 Effects of different composted biowastes inoculated by various consortia on growth of *Kalanchoe flammula*

编号	垃圾肥	株高/cm	地茎/cm	叶面积/cm <sup>2</sup> ·株 <sup>-1</sup>	根量(根·株 <sup>-1</sup> )	干重/g·株 <sup>-1</sup>
1	<i>Poly. sp.</i>	11.380 ± 0.47bac	0.660 ± 0.042a	24.390 ± 2.088ba	44.000 ± 1.208a	6.003 ± 0.144a
2	<i>S. mic</i>	11.360 ± 1.62bac	0.690 ± 0.042a	24.886 ± 3.686a	39.333 ± 1.528b	5.413 ± 0.230b
3	<i>B. ce</i>	12.600 ± 0.57a	0.660 ± 0.049a	22.502 ± 4.609bac	43.000 ± 2.000a	5.290 ± 0.291cb
4	<i>Be. sp.</i>	8.160 ± 1.89e	0.620 ± 0.027a	23.262 ± 2.075bac	33.667 ± 1.528d	4.983 ± 0.188c
5	<i>P. sp. -2</i>	10.640 ± 0.49dc	0.640 ± 0.065a	23.334 ± 1.990bac	35.667 ± 1.732cd	3.793 ± 0.096e
6	<i>P. sp. -1</i>	10.900 ± 0.66bdc	0.650 ± 0.050a	20.310 ± 4.388bc	38.000 ± 2.082cb	3.823 ± 0.205e
7	J	11.260 ± 0.91bac	0.620 ± 0.045a	22.246 ± 2.088bac	37.000 ± 1.000cb	4.477 ± 0.397d
8	<i>B. s</i>	11.180 ± 0.78bdc	0.650 ± 0.079a	22.654 ± 1.575bac	35.333 ± 1.528cd	3.243 ± 0.349f
9	<i>P. sp.</i>	12.280 ± 0.74ba	0.630 ± 0.050a	23.918 ± 3.267ba	33.667 ± 1.155d	3.930 ± 0.181e
10	未接菌	9.880 ± 0.88d	0.470 ± 0.091b	19.026 ± 0.967c	35.333 ± 1.528cd	3.297 ± 0.163f
空白	/	6.280 ± 0.51f	0.130 ± 0.027c	8.498 ± 2.993d	17.333 ± 0.577e	1.157 ± 0.114g

注:表中所列数据为平均数 ± 标准差,同一列中具有相同字母者为差异不显著( $P < 0.05$ )。

明显。

## 2.2 不同菌剂垃圾肥对长寿花开花的影响

从花量上看未接菌垃圾肥处理的花量虽然高于空白对照,但两者并无显著差异(表 2,  $P > 0.05$ ),且 9 个菌剂垃圾肥的花量均显著高于空白对照和未接菌垃圾肥的( $P < 0.05$ )。说明接入菌剂的垃圾肥对增加长寿花花量的作用十分显著。在 9 种菌剂垃圾肥中,处理 1、3、7 的花量又与其他各菌剂垃圾肥处理之间存在显著差异( $P < 0.05$ ),故可知 *Poly. sp.*、*B. ce*、*J* 菌剂垃圾肥对于增加长寿花花量的作用最明显。

施用不同处理的垃圾肥对长寿花始花的日期有很大的影响(表 2)。空白对照处理的开花日期最晚,未接菌垃圾肥处理的长寿花开花日期较空白对照早,但较各菌剂垃圾肥晚(除 *Be. sp.* 外)。在 9 种菌剂垃圾肥中,开花最早的是处理 1、3,与空白对照相比,其开花日期提前了 23 d,与未接菌垃圾肥相比,开花日期提前了 12 d。由此可见,*Poly. sp.* 和 *B. ce* 菌剂垃圾肥能够有效促进长寿花花期提前。

从表 2 还可看出,空白对照处理的长寿花开花天数最少,为 48 d。未接菌垃圾肥处理的长寿花的开花天数为 58 d,较空白对照多,而较各菌剂垃圾肥的长寿花花期短(处理 4 除外)。在各菌剂垃圾肥中,花期最长的是处理 1,其花期长达 74 d,较空白对照长 26 d,较未接菌垃圾肥长 16 d。其次是处理 2,花期长达 70 d,较空白对照长 24 d,较未接菌垃圾肥处理长 12 d。这表明各菌剂垃圾肥(除 *Be. sp.* 外)对长寿花花期的延长有促进作用,其中 *Poly. sp.* 和 *S. mic* 菌剂垃圾肥对延长长寿花花期作用最明显。*Be. sp.* 具有固氮作用,但对开花显然不利。

表 2 不同菌剂垃圾肥对长寿花花的影响

Table 2 Effects of different composted biowastes inoculated by various consortia on flower of *Kalanchoe flammula*

编号	垃圾肥	花量/朵·株 <sup>-1</sup>	开花始期	开花天数/d
1	<i>Poly. sp.</i>	130.200 ± 0.521 a	2000-12-14	74
2	<i>S. mic</i>	121.600 ± 9.990 bc	2000-12-18	70
3	<i>B. ce</i>	139.400 ± 9.529 a	2000-12-14	63
4	<i>Be. sp.</i>	91.600 ± 77.800 e	2001-01-06	51
5	<i>P. sp. -2</i>	96.800 ± 8.228 f	2000-12-22	58
6	<i>P. sp. -1</i>	77.800 ± 8.012 de	2000-12-22	62
7	<i>J</i>	138.400 ± 2.098 a	2000-12-26	63
8	<i>B. s</i>	102.800 ± 8.556 e	2000-12-26	62
9	<i>P. sp.</i>	108.800 ± 8.289 dc	2000-12-22	62
10	未接菌	47.400 ± 3.847 g	2000-12-26	58
空白	—	39.600 ± 4.336 g	2001-01-06	48

## 2.3 不同菌剂垃圾肥对长寿花叶片营养成分的影响

### 2.3.1 氮、磷、钾

植物叶绿体正常结构以及叶绿素的更新主要依赖于氮素的不断供应。 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  不仅能诱导花的形成,而且在叶绿体中能促进光合作用的碳素流向三羧酸循环。氮素能引起某些植物激素如细胞激动素、脱落酸在植物体内的含量<sup>[5,9]</sup>。磷是植物体内核酸、核蛋白、磷脂的重要组成部分,这些物质均是细胞核和膜的组成部分。缺磷影响细胞分裂和分化,而且无机磷在能量传递中发挥重要的调节功能<sup>[11,12]</sup>。钾是植物体内最重要的无机溶质,可促进植物进行光合作用、呼吸作用,促进核酸和蛋白质的合成,在植物体内,钾对渗透调节水分关系及酶活性有特殊作用<sup>[13]</sup>。从表 3 中可见,各接菌处理的长寿花叶片中氮、磷、钾含量都大于空白对照和施用未接菌垃圾肥的,这说明施用菌剂垃圾肥较施用未接菌垃圾肥有助于长寿花叶片中

表 3 不同菌剂垃圾肥对长寿花叶片营养成分含量的影响

Table 3 Effects of different composted biowastes inoculated by various consortia on nutrition content of leaf in *Kalanchoe flammula*

编号	垃圾肥	N /%	P /%	K /%	叶绿素 (10 <sup>-5</sup> )	Mg (10 <sup>-5</sup> )	Fe (10 <sup>-5</sup> )	Cu (10 <sup>-5</sup> )	Zn (10 <sup>-5</sup> )	Mn (10 <sup>-5</sup> )	频率
1	<i>Poly. sp.</i>	1.981	0.398	3.811	34.06	0.815	25.319	1.549	8.197	3.690	7/9
2	<i>S. mic</i>	2.474	0.386	4.162	33.39	0.813	20.222	1.855	7.715	3.255	7/9
3	<i>B. ce</i>	2.280	0.380	3.925	34.66	0.803	16.179	1.626	7.288	3.362	6/9
4	<i>Be. sp.</i>	2.620	0.340	3.705	32.17	0.779	20.154	1.625	8.320	3.345	4/9
5	<i>P. sp. -2</i>	2.304	0.387	4.216	35.39	0.798	20.231	1.579	8.358	3.757	7/9
6	<i>P. sp. -1</i>	1.980	0.328	3.600	27.40	0.708	18.074	1.707	7.070	3.145	1/9
7	<i>J</i>	2.217	0.329	3.501	30.80	0.747	20.093	1.415	7.703	3.297	0/9
8	<i>B. s</i>	1.970	0.370	3.639	29.65	0.719	20.890	1.625	7.208	3.203	3/9
9	<i>P. sp.</i>	2.260	0.353	3.505	35.51	0.786	21.155	1.630	7.570	3.460	6/9
平均	—	2.232	0.363	3.785	32.56	0.774	20.257	1.623	7.714	3.390	—
10	未接菌	1.838	0.302	3.125	26.80	0.686	19.080	1.339	6.525	3.325	—
空白	—	1.825	0.240	1.648	23.91	0.560	16.649	1.295	4.323	3.680	—

氮、磷、钾的积累。各菌剂垃圾肥相互比较,对长寿花叶片中氮素积累效果最好的分别为 *Be. sp.*、*S. mic*、*P. sp.* - 2、*P. sp.*、*B. ce* 菌肥,对磷素积累效果最好的分别为 *P. sp.* - 2、*Poly. sp.*、*S. mic*、*B. s*、*B. ce* 菌肥,对钾素积累效果最好的分别为 *P. sp.* - 2、*S. mic*、*Poly. sp.*、*B. ce* 菌肥。

### 2.3.2 叶绿素

叶绿素是参与植物光合作用的重要物质,是衡量植物生长状态的重要指标。各菌剂垃圾肥的叶片中叶绿素含量均高于空白对照和未接菌垃圾肥的(表 3)。各菌剂垃圾肥相互比较,有 5 个处理(处理 1、2、3、5、9)的叶绿素含量高于各菌肥处理的叶绿素含量的平均值。表明施用菌剂垃圾肥较施用未接菌垃圾肥更有利于长寿花叶片中叶绿素的合成,其中 *Poly. sp.*、*P. sp.* - 2、*P. sp.*、*S. mic*、*B. ce* 菌剂垃圾肥的效果较好。

### 2.3.3 微量元素

微量元素在植物体内的含量较少,但其对植物的组织建成和新陈代谢有着不可忽视的作用。*Mg* 参与叶绿素的组成,是磷酸化作用和 *RuBP* - 羧化酶的活性剂。*Fe* 是细胞色素 b、细胞色素 c、铁 - 硫蛋白构成的重要元素,在光合作用的电子传递链中起重要作用。*Cu* 间接地与叶绿素形成有关,是植物体内氧化还原作用有关的铜酶的组成部分,*Zn* 与形成生长刺激素先驱物质色氨酸有关,是酶的构成元素,有活化酶的功能<sup>[12-14]</sup>。微量元素的多寡也和长寿花其他生物指标相关,如 *Mg* 是叶绿素的重要组成成分,吸收量大,必然促进叶绿素的合成。

各菌剂垃圾肥处理的长寿花叶片中 *Mg*、*Fe*、*Cu*、*Zn* 含量均高于空白对照和未接菌垃圾肥的(表 3),这表明施用菌剂垃圾肥较施用未接菌垃圾肥对长寿花吸收、积累 *Mg*、*Fe*、*Cu*、*Zn* 元素的作用明显。各菌剂垃圾肥相互比较,*Poly. sp.*、*P. sp.*、*B. s* 菌剂垃圾肥对长寿花叶片中 *Fe* 的积累作用较好,*Poly. sp.*、*B. ce*、*S. mic* 对长寿花叶片中 *Mg* 元素积累作用较大,*S. mic*、*P. sp.* - 1、*P. sp.* 3 种菌剂垃圾肥对长寿花叶片中 *Cu* 的积累作用较好,*P. sp.* - 2、*Be. sp.*、*Poly. sp.* 对长寿花叶片中 *Zn* 的积累作用较大。通过对叶片营养元素综合作用比较,所测的 9 项营养元素指标中,*Poly. sp.*、*P. sp.* - 2、*S. mic* 菌剂垃圾肥各有 7 项指标高于各菌肥平均值(表 3),表明这 3 种垃圾菌肥在所试验的 9 种菌肥中最利于植物对各种营养元素的吸收与积累。*P. sp.*、*B. ce* 菌剂垃圾肥各有 6

项指标高于各菌肥平均值,说明这两种菌剂垃圾肥对促进植物叶片营养元素的积累作用也很有效。

## 3 结论与讨论

张延毅等对垃圾肥施用于水稻的研究结果表明,垃圾肥明显提高了水稻的生长量,增加了植株茎叶中的营养含量。周德智等、Brito LM 等用腐熟垃圾种植蔬菜,结果表明对蔬菜增产效果显著<sup>[15,16]</sup>。Khalilian A 等将城市垃圾肥施用于棉花,棉花的增产效果为 23%<sup>[17]</sup>。本实验结果也表明,施用垃圾肥对长寿花株高、地径、叶面积、根量、干重、花的生长促进作用明显,且施用垃圾肥可增加长寿花叶片中营养元素含量。

菌剂垃圾肥对增加长寿花生长量、花量、提前开花和延长花期的作用显著优于未接菌垃圾肥的。且施用菌剂垃圾肥比未接菌垃圾肥更有利于长寿花叶片中营养元素的积累。关于菌肥对作物生长影响的报道很多<sup>[18-21]</sup>,并有许多微生物作为菌肥早已投入生产和应用。如酵素菌肥、EM、肥力高等。但垃圾菌肥在花卉上的应用较少,本试验结果可起到引导作用。

云芝属真菌 *Polystictus sp.* 菌剂垃圾肥的生长、开花等 6 项指标均与未接菌垃圾肥处理有显著性差异,且开花最早,开花天数最长,开花量也很大,叶片中营养元素含量也较高。故可以得出结论,*Poly. sp.* 菌剂垃圾肥对长寿花生长、开花的促进作用是这 9 个菌肥中最好的一个,经此菌处理的垃圾肥既有利于植物营养生长,又利于植物叶片中营养贮存,并能有效促进提前开花和延长花期,这也反映出此菌剂垃圾肥中各种养分含量较高。另一方面,云芝属真菌在代谢过程中,会产生许多次生代谢产物,如酚类化合物、吡啶生成物、萜类化合物等<sup>[22]</sup>,这些代谢物可能会对植物生长、开花起到促进作用。并且从本实验 *Poly. sp.* 垃圾菌肥对长寿花的生长作用看,尽管此菌是一种木材的白色腐朽菌,在森林保护中被视为有害真菌,但其对纤维素、木质素的分解能力极强,可将其作为一种中温菌用于垃圾发酵,充分发挥它的分解能力<sup>[23]</sup>。经高温堆肥后,能够达到对植物生长无害化,用此菌剂生产的肥料在园林和农业生产中有广阔的利用前景。

细黄链霉菌 *Streptomyces microflavus*、蜡样芽孢杆菌 *Bacillus cereus*、假单胞杆菌属 *Pseudomonas sp.* 菌剂垃圾肥在长寿花生长 6 项指标中有 5 项均与未接菌垃圾肥有显著差异,且开花较早,花期较长,花量较

大, 叶片中营养元素含量较高, 这表明这些菌剂垃圾肥在促进长寿花生长期、营养积累、提前开花、延长花期、增加花量等几方面作用明显, 是很好的垃圾菌肥。

#### 参考文献:

- [1] 王均琍、陈荣坤、陈昭源. 不同微生物肥料对一串红生育及开花之影响[J]. 中华农学会报新, 1997, 179: 125 - 136.
- [2] 王均琍, 陈荣坤, 陈昭源. 不同微生物肥料对矮生牛生育及开花之影响[J]. 国立屏东科技大学学报, 1997, 6: 251 - 261.
- [3] 刘健, 李俊, 葛诚. 微生物肥料作用机理的研究新进展[J]. 微生物学杂志, 2001, 21(1): 33 - 36.
- [4] 王伟, 袁光钰. 我国的固体废物处理处置现状与发展[J]. 环境科学, 1997, 18(2): 87 - 90.
- [5] A. L. 佩奇, 等著. 闵九康, 郝心仁, 等译. 土壤分析法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1991.
- [6] 南京土肥所. 土壤理化分析[M]. 南京: 南京出版社, 1985.
- [7] 南京农业大学. 土壤农化分析(第二版)[M]. 南京: 南京农业出版社, 1985.
- [8] 中国土壤学会. 土壤农化分析[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析(第三版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000. 263 - 282.
- [10] 江育璋, 沈世华, 杨剑红. 土壤农化分析实验指导[M]. 1987. 12.
- [11] 浙江农业大学. 作物营养与施肥[M]. 北京: 农业出版社, 1990. 5.
- [12] LAVCHLI R. LBIELESKI 著. 张礼忠, 毛知耘译. 植物的无机营养[M]. 北京: 农业出版社, 1992. 5.
- [13] 鲁如坤, 等. 土壤 - 植物营养学原理和施肥[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998. 9.
- [14] 刘铮, 等. 微量元素的农业化学[M]. 北京: 农业出版社, 1991. 8.
- [15] 周德智, 严瑞龄, 等. 天然腐熟垃圾的微生物活性和肥效[J]. 土壤, 1993, 25(4): 205 - 208.
- [16] Brito L M, Hadley P, et al. Effects of composted municipal waste and a paper mill waste composted with book on the growth of vegetable crops [J]. *Optimization of plant nutrition*, 1993, 101 - 106.
- [17] Khalilian A, Wolak F J, et al. Impact of municipal solid waste compost on soil properties and cotton growth [J]. *Paper American Society of Agricultural Engineers*, 1997.
- [18] 涂显平, 李志新. 有效微生物活菌制剂对油菜秧苗素质和产量的影响[J]. 湖北农学院学报, 2000, 20(3): 206 - 208.
- [19] 潘伙川. 生物菌肥肥力高对花生的肥效试验[J]. 泉州农业科技, 1999, 29(1): 28 - 30.
- [20] 涂显平, 章学猛. 油菜施用酵素菌的效果[J]. 湖北农业科学, 39 - 40.
- [21] 韩太日, 全炳武, 等. 初探酵素生物菌肥料对盐碱地水稻生长的影响[J]. 延边大学学报, 1999, 21(4): 263 - 275.
- [22] 颜耀祖. 真菌分类学[M]. 北京农业大学自编教材, 1991.

## 作者投稿注意事项

为便于专家审稿, 作者投稿必须采用电子版, 并在附页注明详细(至街道号码)联系地址、电话、E-mail, 大专院校必须注明所在院系或专业。稿件通过 E-mail 发来后, 本刊会在 2 个工作日内回复作者, 如果未收到本刊的回复, 请重新发送, 文件超过 1M 请压缩后发送。本刊专家审稿采用匿名制, 作者可向编辑部推荐同行审稿专家。所有稿件的审阅结果编辑部均会在 2 个月左右通过作者提供的 E-mail 通知作者, 录用的稿件同时将录用通知挂号邮寄给作者。

论文的中英文摘要写作要求如下:

**中文摘要:** 用第三人称撰写, 要着重反映新内容和作者特别强调的观点, 不要简单地重复题名中已有的信息, 结构要严谨, 表达要简明, 一般不分段。内容应包括目的、方法(包括研究对象或主要材料)、结果(包括主要数据)、结论(结果的分析、研究、比较、建议等)四部分。缩略语、略称、代号, 在首次出现处必须加以说明, 摘要中不标注引文, 对于动植物拉丁文名称必须严格注意拼写, 并使用斜线加以表达。中文摘要不少于 300 字。

**英文摘要:** 为了便于国际检索机构收录, 本刊论文必须附英文摘要。英文摘要不少于 500 个实词, 应详于中文摘要, 应从英文摘要内容可以知晓文章内容概要。文中图表表头图题同时提供英文。对于英文题名, 少用冠词“the”及“study on”“research on”等中式英语表达方式, 一般不能使用缩写词语, 诸如: LAS, BOD 等。英文摘要中可不用 in this paper, It is reported that..., The author discusses..., This paper concerned with...等。摘要中, 可以对物理量单位及一些通用词适当简化, 尽量避免重复单元, 采用简化措施(如 at a temperature of 250°C to 300°C, 用 at 250 °C ~ 300 °C, at a high pressure of 15. 4MPa, 用 at 15. 4MPa 等)。在时态上, 多采用一般现在时和过去时; 适当地用主动语态代替被动语态, 主语不能省略且多采用被动式; 应当用合适的短语代替句子, 用合适的单词代替短语。论文投寄前应请同行专家审阅英文摘要。