

# 五种微生物发酵剂对玉米芯的发酵效果

于艳辉, 程智慧, 张庆春, 谢芝春, 薛书浩

(西北农林科技大学 园艺学院 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 为了筛选出适合玉米芯发酵的微生物菌剂, 以不加菌剂为对照, 研究了添加 5 种微生物菌剂对玉米芯的发酵腐熟效果和发酵过程中堆料温度、体积、营养的动态变化。结果表明: 添加外源微生物菌剂能有效加快玉米芯发酵并显著影响营养元素的动态变化, 其中添加“金宝贝”菌剂促进发酵的效果最好。5 种处理中“金宝贝”升温速度最快, 最高温度达 52.6℃, 50℃高温可持续 5 d 以上, 且体积下降百分比最高达 12% 之多, 速效营养释放量最高。与对照相比, 各处理发酵至 30 d 时异味消失体积下降明显且表层出现大量菌丝, 达到腐熟。5 种处理全氮与碱解氮含量变化正好相反: 全氮含量先下降后上升而速效氮含量先增加后减少; 全磷、速效磷、全钾、速效钾含量均呈上升趋势; 而对照升温缓慢、营养元素含量变化不明显。

**关键词:** 微生物发酵剂; 玉米芯; 发酵

**中图分类号:** S 513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)14-0027-05

有机基质是指既不用天然土壤, 也不使用传统的营养液灌溉植物根系, 而是采用农业废弃物等经腐熟发酵沤制和消毒而成的有机固态基质<sup>[1]</sup>。目前的保护地设施, 无论是温室还是大棚, 由于投资成本较大, 不能像露地一样实行轮作, 通常连续使用 3 a 以上, 都会出现不同程度的连作障碍, 而有机生态型无土栽培是克服连作障碍最有效、最经济和最彻底的办法<sup>[2]</sup>。

我国作为农业大国, 农作物秸秆等副产物是重要的农业资源, 含有丰富的氮、磷、钾及多种微量元素<sup>[3]</sup>, 在田间燃烧或堆积, 既浪费资源又污染环境<sup>[4]</sup>, 而且一半以上的农作物秸秆等副产物被随处堆放用做薪材, 常是引发和助长特大火灾的根源。有机基质的生产则可以解决农业废弃物及环境污染的问题<sup>[5]</sup>, 同时有效地减少此类火灾发生。而传统的堆肥时间长, 不利于养分的保存和利用。大量研究表明合理地接种外源微生物有利于缩短发酵时间, 促进难分解物质的降解, 从而提高基质的质量<sup>[6-9]</sup>。目前用微生物发酵剂促进秸秆等发酵的研究不少, 郭守如等将鸡粪拌入玉米秸秆在发酵塔中发

酵<sup>[10]</sup>, 兰时乐<sup>[11]</sup> 等将鸡粪拌入油菜秸秆进行高温堆肥试验, 石其伟等人将猪粪拌入水稻秸秆进行堆肥发酵。但对玉米芯发酵效果的研究尚未见报道。该研究通过接种 5 种微生物发酵剂对玉米芯进行发酵试验, 旨在筛选出适合玉米芯发酵的微生物菌剂, 从而为园艺作物有机生态型无土栽培新基质材料的发酵提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

玉米芯购自杨凌高新农业示范区周边农户。5 种微生物发酵剂: 1-“满园春”(北京春熙农业有限公司)、2-“金宝贝”(北京金宝贝微生物菌剂生产有限公司)、3-有机物速腐剂(北京中龙创微生物有限公司)、4-HM 发酵基(河南鹤壁微生物菌剂生产公司)和 5-青岛龙力发酵剂(青岛龙力生物技术有限公司)。

### 1.2 试验设计

试验在西北农林科技大学中心实验楼顶进行。堆置前先将玉米芯粉碎, 堆置时加水至各自饱和含水量的 60% (通过测定单位质量有机废弃物的饱和吸水量来确定每桶加水量), 初始 pH 为 7~8 (有利于微生物活动和堆体升温), 同时配以不同比例的尿素, 将材料的 C/N 控制在 25:1 左右 (微生物活动最旺盛, 有机物分解速度最快)。

采用单因子试验设计, 以不加菌剂为对照, 比较添加 5 种菌剂的发酵效果。每处理发酵原料为 40 kg, 充分拌匀后装入底面半径为 0.2 m、高为 0.5 m、容积为 0.02 m<sup>3</sup> 的塑料桶中, 桶外加保温被。从 2008 年 4 月 24 日起保持自然状态发酵至 5 月 23 日结束。从发酵当天

**第一作者简介:** 于艳辉(1982-), 男, 河北张家口人, 在读硕士, 现主要从事园艺植物生理生态研究工作。E-mail: ssyqj@163.com。

**通讯作者:** 程智慧(1958-), 男, 陕西兴平人, 教授, 博士生导师, 现主要从事园艺植物栽培和生理生态研究工作。E-mail: chengzh@nwsuaf.edu.cn。

**基金项目:** “十一·五”国家科技支撑计划资助项目(2007BAQ0005803; 2006BAD07B02)。

**收稿日期:** 2010-04-16

开始, 每 5 d 测定堆体中心温度和体积变化 1 次, 同时从堆体上、中、下各部位取样 20 g 左右混匀, 于 105 ℃ 烘干粉碎以备后期用于营养测定。

### 1.3 试验方法

温度: 用水银温度计插入堆体中心测定; 体积: 通过用卷尺测定堆体高度变化计算体积变化; 营养测定: 全 N 用浓  $H_2SO_4-H_2O_2$  消化凯氏定氮法测定; 碱解 N 用碱解扩散法测定; 全 P 和速效 P 用钒钼黄比色法测定; 全 K 和速效 K 用火焰光度法测定<sup>[12]</sup>。

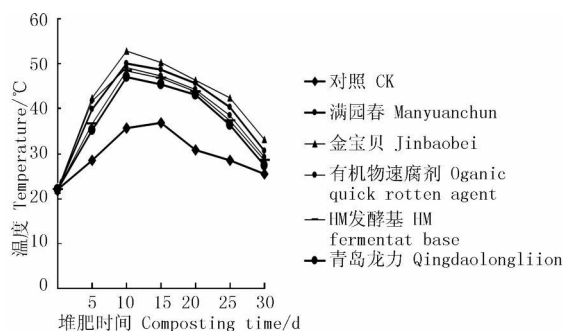


图 1 不同微生物菌剂对玉米芯发酵过程中温度的影响

Fig. 1 Influence of microbial agents on temperature and volume of corn cob during fermentation process

### 2.2 不同菌剂对发酵过程中玉米芯 C/N 的影响

C/N 值是检验物料腐熟度的一个重要指标。一般, 堆肥 C/N 值达到 20 以下就认为已腐熟, 可以直接施用<sup>[14-15]</sup>。而 Morel 等<sup>[6]</sup>认为, C/N 值小于 20 只是堆肥腐熟的必要条件, 建议采用  $T = (\text{终点 C/N}) / (\text{初始 C/N})$  来评价更为合适, 认为当  $T$  值小于 0.6 时才算腐熟完全。从图 2 可看出, 在发酵过程中, 各处理的 C/N 均呈下降趋势, 其中添加“金宝贝”的  $T$  值最低下降到了 0.6, 其次是“满园春”的  $T$  值为 0.62, 其它处理的  $T$  值与对照差异不明显。

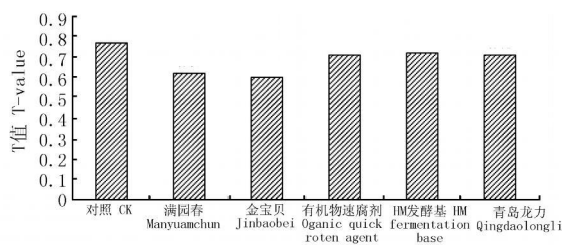


图 2 不同微生物菌剂对  $T$  值的影响

Fig. 2 Effects of microbial agents on  $T$  value

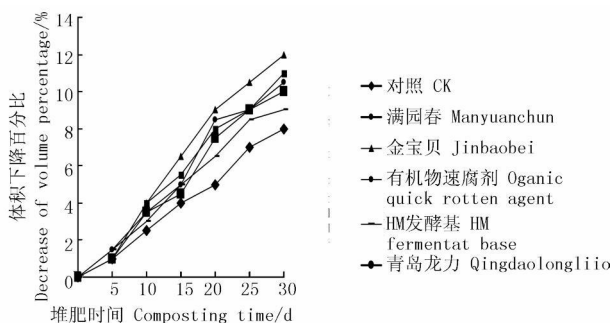
### 2.3 不同菌剂对发酵过程中玉米芯氮营养释放的影响

氮是微生物的主要营养源之一, 氮含量变化可直接反映出微生物的活动及有机物的分解状况<sup>[17]</sup>。如表 1 所示, 不同微生物菌剂处理下的玉米芯全 N 含量变化均

## 2 结果与分析

### 2.1 不同菌剂对发酵过程中玉米芯温度和体积的影响

堆料温度是微生物活动的标志, 温度的高低反映堆肥腐熟的快慢<sup>[13]</sup>。从图 1 可以看出, 玉米芯发酵过程中各处理温度变化曲线趋势接近, 其中金宝贝升温速度最快, 最高温度达 52.6 ℃ 且 50 ℃ 高温可持续 5 d 以上; “满园春”和有机速腐剂升温速度较快, “满园春”最高温度达 50 ℃; HM 发酵基和青岛龙力微生物发酵剂升温速度相对较慢, 但好于对照。从体积变化可看出“金宝贝” > “满园春” > 青岛龙力微生物发酵剂 > HM 发酵基 > 有机物速腐剂 > 对照。



表现为先降后升的趋势, 而碱解 N 的含量变化与全 N 变化趋势正相反, 前期含量明显增加, 后期下降也较明显。二者变化阶段主要集中在发酵的 0 ~ 15 d。与发酵高温期基本一致, 这是由于该阶段微生物活动旺盛, 消耗 N 的速率明显大于总干物质下降速率, 此后随着微生物活动减弱, 堆肥逐渐腐熟, 部分有机碳还在转化为  $CO_2$ , 而此时  $NH_3$  的挥发损失较小, 物料全 N 含量转为上升。而在堆肥高温期初始, 由于微生物的强烈活动, 有机 N 矿化速度很快, 造成  $NH_3$  短时间大量积累, 使得碱解 N 迅速上升, 而后由于  $NH_3$  大量挥发, 碱解 N 含量开始下降。不同处理对物料全 N 和碱解 N 变化的影响也不同。由表 1 可看出, 玉米芯的全 N 变化为: “金宝贝”显著高于其它处理和对照, “满园春”与有机物速腐剂差异不显著, 但二者与 HM 发酵基、青岛龙力微生物发酵剂和对照差异显著。

在不同的处理下碱解 N 含量较发酵前有所下降, 在堆肥高温期初始, 由于微生物的强烈活动, 有机氮矿化速度很快, 造成  $NH_3$  短时间大量积累, 使得速效氮迅速上升, 而后由于  $NH_3$  大量挥发, 速效氮含量开始下降, 堆肥后期, 部分无机氮转化为有机态氮, 使得速效氮含量进一步下降。而 CK 生物活动不明显, 转化现象并不显著。发酵后速效 N 的变化为: “金宝贝”的效果最好与对照差异不显著, 显著高于其它处理。

表 1 玉米芯发酵过程中全 N 和碱解 N 含量的变化

Table 1		The variation of total N and available N in corn cob during fermentation process													
处理	全氮 Total nitrogen/ %							碱解氮 Available nitrogen/ g · kg <sup>-1</sup>							
Treatments	0 d	5 d	10 d	15 d	20 d	25 d	30 d	0 d	5 d	10 d	15 d	20 d	25 d	30 d	
CK	1. 58a	1. 56a	1. 55a	1. 50f	1. 56b	1. 58 d	1. 59e	3. 62a	3. 60d	3. 65d	3. 66d	3. 66c	3. 62c	3. 60a	
1	1. 58a	1. 44c	1. 45e	1. 56b	1. 60a	1. 60b	1. 63b	3. 62a	3. 65c	3. 72b	3. 76b	3. 67c	3. 61d	3. 55c	
2	1. 58a	1. 40c	1. 42f	1. 58a	1. 60a	1. 62a	1. 65a	3. 62a	3. 70a	3. 75a	3. 79a	3. 70a	3. 64a	3. 60a	
3	1. 58a	1. 48b	1. 46d	1. 51e	1. 58b	1. 59c	1. 63b	3. 62a	3. 65c	3. 70c	3. 75 c	3. 65 d	3. 60e	3. 54d	
4	1. 58a	1. 46b	1. 47c	1. 54d	1. 57b	1. 59c	1. 61c	3. 62a	3. 67b	3. 71 c	3. 75 c	3. 68b	3. 63b	3. 57b	
5	1. 58a	1. 46b	1. 49b	1. 55c	1. 57b	1. 60b	1. 61c	3. 62a	3. 65c	3. 70c	3. 74c	3. 65 d	3. 61d	3. 52e	

注: 不同小写字母表示邓肯氏新复极差测验差异显著( $P<0.05$ ), 下同。  
Note: In the same column followed by the different small letter are significantly different based on the Duncan's SSR Test ( $P<0.05$ ), the same as below.

表 2 玉米芯发酵过程中全 P 和速效 P 含量的变化

Table 2		The variation of total P and available P in com cob during fermentation process													
处理	全磷 Total phosphorus/g · kg <sup>-1</sup>							速效磷 Available phosphorus/mg · kg <sup>-1</sup>							
Treatments	0 d	5 d	10 d	15 d	20 d	25 d	30 d	0 d	5 d	10 d	15 d	20 d	25 d	30 d	
CK	1. 36a	1. 36d	1. 38e	1. 38c	1. 39c	1. 41 d	1. 42e	483a	483 a	485f	488d	504e	520e	532f	
1	1. 36a	1. 37c	1. 41b	1. 45ab	1. 47ab	1. 49b	1. 51b	483a	480b	518c	537b	558c	579d	590c	
2	1. 36a	1. 39a	1. 42a	1. 46a	1. 48 a	1. 51 a	1. 54a	483a	476c	526a	541a	568a	603a	617a	
3	1. 36a	1. 37c	1. 39d	1. 42b	1. 43bc	1. 46c	1. 49c	483a	470e	507e	534c	559c	580c	589d	
4	1. 36a	1. 38b	1. 40c	1. 41bc	1. 44b	1. 45cd	1. 46d	483a	472 d	523b	540a	564b	592b	600b	
5	1. 36a	1. 37c	1. 39d	1. 42b	1. 43bc	1. 44cd	1. 45de	483a	480b	512d	538b	555d	577d	585e	

表 3 玉米芯发酵过程中全 K 和速效 K 含量的变化

Table 3		The variation of total K and available K in com cob during fermentation process													
处理	全钾 Total potassium/ g · kg <sup>-1</sup>							速效钾 Available potassium/ g · kg <sup>-1</sup>							
Treatments	0 d	5 d	10 d	15 d	20 d	25 d	30 d	0 d	5 d	10 d	15 d	20 d	25 d	30 d	
CK	9. 52a	9. 52b	9. 53c	9. 55c	9. 56d	9. 58d	9. 59e	7. 78a	7. 78b	7. 79b	7. 80c	7. 82d	7. 83d	7. 85e	
1	9. 52a	9. 53ab	9. 55b	9. 58b	9. 60bc	9. 62c	9. 64c	7. 78a	7. 79ab	7. 80b	7. 83b	7. 85bc	7. 88bc	7. 90c	
2	9. 52a	9. 54a	9. 57a	9. 60a	9. 63 a	9. 68a	9. 73a	7. 78a	7. 79ab	7. 82a	7. 85 a	7. 89a	7. 93a	7. 95a	
3	9. 52a	9. 54a	9. 55b	9. 58b	9. 61b	9. 65b	9. 68b	7. 78a	7. 78b	7. 81ab	7. 83b	7. 86b	7. 89b	7. 92b	
4	9. 52a	9. 53ab	9. 56ab	9. 59ab	9. 62ab	9. 64bc	9. 65c	7. 78a	7. 80b	7. 82a	7. 85 a	7. 88ab	7. 89b	7. 90c	
5	9. 52a	9. 54a	9. 55b	9. 57bc	9. 59c	9. 61cd	9. 63d	7. 78a	7. 79ab	7. 82a	7. 83b	7. 84c	7. 87c	7. 89d	

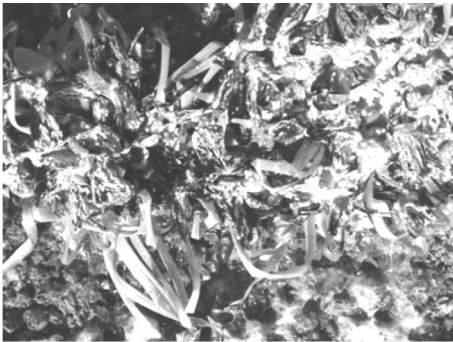


图 3 接种“金宝贝”30 d堆体表层生长的发酵菌  
Fig.3 Growth of fungi on the surface of the fermented corn cob 30 days after inoculation of “Jinbaobei”

图 4 接种“满园春”30 d堆体表层生长的发酵菌  
Fig.4 Growth of fungi on the surface of the fermented corn cob 30 days after inoculation of “Manyuandun”

2.4 不同菌剂对发酵过程中玉米芯磷营养释放的影响  
从表 2 可看出, 全 P 含量随着发酵过程的进行呈增加趋势, 这是由于微生物的强烈分解作用将有机质分解成 CO<sub>2</sub> 及 NH<sub>3</sub> 等气体逸出, 使堆肥的体积和重量减少, 即“浓缩效应”<sup>[18]</sup>。全 P 在发酵过程中不涉及挥发

的问题, 发酵后“金宝贝”效果最显著, 其次是“满园春”、有机物速腐剂、HM 发酵基和青岛龙力微生物发酵剂, 各处理均显著高于对照。而速效 P 含量在发酵初期有所下降, 说明速效 P 被微生物利用固持在生物体内变为缓效 P。随后速效 P 含量增加, 这与有机物

分解和水分挥发有关。发酵后“金宝贝”与其它处理和对照差异显著,各处理均显著高于对照。

## 2.5 不同菌剂对发酵过程中玉米芯钾营养的释放

由表3可看出,发酵过程中全K、速效K含量变化均呈上升趋势。钾元素在发酵过程中比较稳定,其增加主要由于发酵过程中的“浓缩效应”;速效K含量的增加主要是发酵过程中高分子物质分解使得缓效K向速效K转化的缘故。不同处理全K含量存在差异,添加“金宝贝”的发酵效果最佳,与其它处理和对照差异显著;而速效K的含量为:“金宝贝”与其它处理和对照差异显著,其次是有机物速腐剂速效钾含量较高,“满园春”与HM发酵基差异不显著,但显著高于青岛龙力微生物发酵剂和对照。

## 3 讨论与小结

目前,综合发酵方面学者的研究,评价农作物生物物质发酵腐熟指标主要包括,物理指标:如物料发酵过程中升温快慢,高温持续时间;体积下降多少;发酵过程中臭味变化;产生菌丝的多少等; $T$ 值:即 $T$ 值 $[(\text{终点 } C/N)/(\text{初始 } C/N)]$ 小于0.6;化学指标:如物料发酵过程中全营养和速效营养的变化情况,纤维素、半纤维素、果胶和木质素等高分子物质的降解情况<sup>[9]</sup>。该研究认为秸秆发酵过程中全营养和速效营养的变化恰是高分子物质降解的结果,所以化学指标简化为营养测定。

与对照相比,接种微生物菌剂的发酵桶升温明显加快且高温( $> 50^{\circ}\text{C}$ )持续时间长,体积下降更明显,发酵后期表层菌丝多。其中接种“金宝贝”的发酵桶最高温度达 $52.6^{\circ}\text{C}$ 且 $50^{\circ}\text{C}$ 高温可持续5 d以上,体积下降百分比达12%之多。发酵至25 d时,接种“金宝贝”和“满园春”菌剂的玉米芯表面已长出许多发酵菌的菌丝和子实体,发酵至30 d时玉米芯表面已长满发酵菌(图3、4)。

Morel等<sup>[16]</sup>认为 $T$ 值小于0.6时是腐熟完全的必要条件。接种“金宝贝”的处理 $T$ 值=0.6,而其它处理均高于0.6,对照的 $T$ 值为0.77。

从营养的变化情况来看玉米芯在发酵过程中营养变化趋势与刘东银等<sup>[19]</sup>对低温条件下猪粪堆肥过程营养元素动态变化趋于一致。即全N发酵前期略下降而后期上升,整体呈上升趋势,碱解N则发酵前期上升而后期略下降,总体呈下降趋势;而全P、全K和速效K在发酵过程均呈上升趋势。兰时乐等<sup>[11]</sup>认为

在鸡粪与油菜秸秆发酵过程中速效P的变化趋势为前期略上升而后期下降,这与该试验发酵过程中速效P的变化呈先略下降而后上升的趋势相反。

该试验结果表明,接种外源微生物菌剂可有效加速玉米芯的单一发酵腐熟,加速升温 and 体积变化,缩短发酵时间。其中接种“金宝贝”的发酵效果最佳。

## 参考文献

- [1] 徐刚. 瓜果类蔬菜有机基质栽培技术研究[J]. 南京农学报, 2003(3): 28-32.
- [2] 蒋伟杰, 刘伟, 余宏军, 等. 我国有机生态型无土栽培技术研究[J]. 生态农业研究, 2000, 8(3): 17-21.
- [3] 王建湘, 周杰良. 农作物秸秆在有机生态型无土栽培中的应用研究[J]. 北方园艺, 2007(4): 7-9.
- [4] 石其伟, 刘强, 荣湘民, 等. 不同微生物菌剂对水稻秸秆发酵效果的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2006, 32(3): 264-268.
- [5] 高峰, 奥岩松, 王慧. 不同发酵条件下有机物料的理化性状变化[J]. 北方园艺, 2003(5): 32-33.
- [6] 李国学, 黄懿梅, 姜华. 不同堆肥材料及引入外源微生物对高温堆肥腐熟度影响的研究[J]. 应用与环境生物学报, 1999, 5(增刊1): 139-142.
- [7] 庞金华, 程平宏, 余延园. 两种微生物制剂对猪粪堆肥的效果[J]. 农业环境保护, 1998, 17(2): 71-73.
- [8] 田慧, 肖启明, 谭周进, 等. 纤维素分解菌的分离及腐解稻草的研究[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2006, 31(1): 49-52.
- [9] 席北斗, 刘鸿亮, 孟伟, 等. 高效复合微生物菌群在垃圾堆肥中的应用[J]. 环境科学, 2001, 22(5): 122-125.
- [10] 孙守如, 杨秋生, 董晓宇, 等. 玉米秸秆有机栽培基质矿质营养及理化性状分析[J]. 农业工程学报, 2008, 24(6): 41-44.
- [11] 兰时乐, 曹杏之, 戴小阳, 等. 鸡粪与油菜秸秆高温堆肥中营养元素变化的研究[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(3): 564-569.
- [12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [13] 喻晓, 冯其林, 项昌全. 有机垃圾快速无臭化发酵菌筛选及中试研究[J]. 环境卫生工程, 1998, 6(3): 88-98.
- [14] 刘另更. 中国有机肥料[M]. 北京: 中国农业出版社, 1991: 38-59.
- [15] Golueke C G. Principles of biological resource recovery [J]. Biocycle, 1981, 22: 36-40.
- [16] Morel T L, Colin F, Germon J C, et al. Methods for the evaluation of the maturity of municipal refuse compost [C] // GASSER J K R. In Composting of Agricultural and Other Wastes. London and New York: Elsevier Applied Science Publishers, 1982: 56-72.
- [17] Zucconi F, Forte M, Monaco A, et al. Biological evaluation of composting maturity [J]. Biocycle, 1981, 22: 27-29.
- [18] 胡菊, 肖湘政, 吕振宇, 等. 接种VT菌剂堆肥过程中物理化学变化特征分析[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(5): 970-974.
- [19] 刘东银, 许景钢, 袁磊, 等. 低温条件下猪粪堆肥过程营养元素动态变化[J]. 东北农业大学学报, 2008, 39(11): 32-35.

# 碱胁迫对蚕豆幼苗叶片质膜和光合性能的影响

刘霞

(枣庄学院 生命科学系, 山东 枣庄 277160)

**摘要:** 研究不同浓度(5、10、15、25 mmol/L)Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 胁迫对蚕豆幼苗质膜和光合性能的影响及作用机理。结果表明: 较低浓度 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 胁迫对蚕豆幼苗的质膜影响不大, 而较高浓度的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 胁迫对其产生了明显的伤害。随 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 浓度增加, MDA 含量先降低后增加, 在高浓度 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 胁迫下蚕豆幼苗叶片发生了较严重的膜脂过氧化作用; 蚕豆幼苗叶片净光合速率和叶绿素 a、b、a+b 的含量先升高后降低, 25 mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 较严重抑制了其光合作用和叶绿素的合成。

**关键词:** Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 胁迫; 蚕豆; 质膜; 光合性能  
**中图分类号:** S 643.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)14-0031-03

蚕豆(*Vicia faba* L.)为豆科蝶形花亚科蚕豆属 1a 生或越年生草本, 种子供食用, 籽粒含粗蛋白 27.9%, 淀粉 40.7%, 赖氨酸 1.7%, 还含有维生素 B<sub>6</sub>、钙、磷、铁和人体所必需的多种氨基酸。茎、叶富含氮素, 其根部具根瘤菌为良好的冬季绿肥; 花、果荚、种壳、种子及叶均可入药, 有止血、利尿、解毒、消肿的功用。蚕豆在我国各地都有种植, 是重要的粮、菜、肥兼用型作物。蚕豆有较强的抗盐碱能力, 在盐碱地种植蚕豆均能获得较好的

成果。目前我国内陆盐碱地苏打盐碱土的比重越来越大<sup>[1]</sup>。我国碱土和碱化土壤的形成, 大部分与土壤中碳酸盐的积累有关, 因而碱化度普遍较高, 植物耐 NaCl 研究较多, 而对 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 胁迫研究较少, 对蚕豆的碱胁迫效应报道较少。该试验从蚕豆幼苗叶片质膜和光合性能方面探讨碱对其的胁迫效应, 以探讨蚕豆对碱胁迫的适应机制, 并揭示蚕豆耐碱的可能机理, 为进一步利用盐碱地种植蚕豆提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

挑选籽粒饱满的蚕豆种子(采自枣庄学院生物园地), 先用 3% 的次氯酸钠溶液处理消毒 20 min, 然后用

**作者简介:** 刘霞(1974), 女, 硕士, 实验师, 现主要从事植物抗性生理研究工作。E-mail: liuxia@uzz.edu.cn  
**收稿日期:** 2010-04-16

# Effects of Five Microbial Agents on Fermentation of Corn Cob in Composting

YU Yan-hui CHENG Zhi-hui, ZHANG Qing-chun, XIE Zhi-chun, XUE Shu-hao

(College of Horticulture, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling Shaanxi 712100)

**Abstract:** In this experiment, the dynamic changes of temperature, volume and nutrition of smashed corn cob with 5 microbial added during composting process were studied in order to select a microbial agent which suited to the fermentation of corn cob. The results showed that the microbial agent inoculation could promote the composting process significantly, and the fermentation effect of “Jinbaobei” appeared the best. The temperature for the treatments of “Jinbaobei” agent added increased quicker than that for the other treatments and CK. Its highest temperature was 52.6 °C. The duration of 50 °C high temperature lasted for over five days, the volume of fermenting corn cob decrease reached 12%, and the nutrition release appeared the most for the treatment of “Jinbaobei” agent. Compared to CK, when fermenting for 30 days all the treatments lost the peculiar smell, appeared an obvious decreasing in volume, and grew large amount of mycelium which symbolized the corn straw had been fermented on the whole. Changes of the total N content appeared in an adverse trend to that of the available N in all five treatments, with the former decreased first and then increased whereas the later increased first and then decreased during fermentation. Total P, available P, total K and available K all showed increasing trends during the fermentation process. Whereas the temperature and nutrient dynamic change for CK were flat.

**Key words:** microbial agents; corn cob; fermentation