

蛆粪有机肥对小白菜幼苗生长的影响

张紫秋, 李明瑞, 雷 璘, 林连兵

(昆明理工大学 生命科学与技术学院, 云南 昆明 650000)

摘 要:以小白菜为试材,研究不同有机肥处理对小白菜幼苗的生长及幼苗叶片保护酶(超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和过氧化物酶(POD))活性和丙二醛(MDA)含量的影响。结果表明:蛆粪有机肥处理系列中以有机肥/基质质量比为 15% 的处理效果最好,艳阳天有机肥处理系列中以质量比为 10% 的处理效果最好,仅相当于蛆粪有机肥添加比例为 5% 的处理。添加适当有机肥可增加叶片保护酶活性,降低 MDA 含量,从而达到对叶片细胞的保护作用,增加小白菜幼苗对外界环境的抗逆性。

关键词:小白菜;蛆粪有机肥;幼苗品质;壮苗指数;保护酶

中图分类号:S 634.306⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)13-0165-04

中国人喜爱素食,蔬菜可提供人体所必需的多种维生素和矿物质等营养物质。据国际粮农组织 1990 年统计,人体必需的维生素 C 的 90%、维生素 A 的 60% 来自蔬菜。随着社会的进步和经济的发展,食物营养和安全问题倍受人们重视。前人在有机肥对果蔬、粮食作物和药用植物的效应方面已经作了大量的研究,相关研究表明,施用有机肥料不但可以保持较稳定的土壤酸碱环境^[1],改善作物根系周围环境的水、肥、气、热等条件,有利于作物的生长,还可以提高作物产量和改善产品品质^[2-5]。

蛆粪有机肥是将鸡粪、猪粪及其它配料饲养蝇蛆,待幼虫长成并收集后,将剩余渣料进一步发酵形成的一种有机肥,它富含各种根际细菌、放线菌和真菌等微生物。通过蛆粪里有益微生物的生命活动,一方面可分泌生长素、细胞分裂素、赤霉素、吲哚酸等植物激素,促进作物生长,调控作物代谢;另一方面可将土壤中不能直接利用的磷和钾转化为可利用态的磷、钾及微量元素等,为植物生长提供营养。

在自然环境条件下,干旱、盐、重金属、高温、低温、

高辐射、紫外线、养分缺乏和大气污染等因素会对植物产生各种逆境胁迫,这些非生物胁迫均会产生次级胁迫,使植物直接或间接形成过量的活性氧自由基(ROS),而 ROS 对细胞膜系统、脂类、蛋白质和核酸等大分子具有很强的破坏作用^[6]。同时植物体还存在着能够清除体内多余自由基的抗氧化系统,这个抗氧化系统主要包括 3 种抗氧化酶,即超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和过氧化物酶(POD),植物可通过抗氧化酶加强抗氧化作用,提高自身抗逆性,防止受自由基侵害。

SOD 可通过歧化反应将超氧化物转化为 O₂ 和 H₂O₂,它的活性高低标志着植物细胞自身抗衰老能力的强弱。植物在正常的生长条件下,体内也会产生少量的超氧化物阴离子,SOD 能即时将这些阴离子清除,对细胞起着重要的保护作用;当其正常生长条件发生变化时,超氧化物阴离子在体内积累增多,此时 SOD 等保护酶活性就会增加^[7]。POD 和 CAT 是清除 H₂O₂ 与许多有机氢化物的重要酶,当 SOD 把有害的超氧自由基转化为对机体有害的 H₂O₂ 时,需要 CAT 和 POD 起作用,立即将其分解为完全无害的 H₂O。通过三者的相互合作,3 种酶便组成了一个完整的防氧化链条。

丙二醛(MDA)是植物在遭受逆境伤害时,细胞膜发生膜质过氧化作用而形成的最终分解产物。它具有很强的细胞毒性,可与膜和细胞内的核酸、蛋白质、酶等大分子产生反应,从而破坏生物膜的结构与功能。通常可以用 MDA 的含量衡量细胞膜的氧化程度和植物对逆境反应的强弱。

小白菜(*Brassica rapa chinensis*)属十字花科芸薹属

第一作者简介:张紫秋(1988-),女,湖北随州人,硕士研究生,现主要从事微生物在绿色循环农业中的应用等研究工作。E-mail:495580641@qq.com.

责任作者:林连兵(1969-),男,湖南怀化人,教授,硕士生导师,现主要从事绿色循环农业应用研究与腾冲热海高温菌多样性及高温噬菌体多样性和高温菌酶学及高温细菌冶金等相关基础和应用工作。E-mail:linlb@sohu.com.

收稿日期:2015-03-20

一二年生草本植物,常作一年生栽培,茎叶可食,原产于我国,南北各地均有分布,在我国栽培十分广泛。小白菜是蔬菜中含矿物质和维生素最丰富的菜,也是中国人最喜爱的家常菜之一。为了探讨有机肥对植物生长的促进作用,现以小白菜为试材,研究不同有机肥处理对小白菜幼苗的生长及幼苗叶片保护酶活性的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

植物漂浮育苗基质由昆明阿拉珍珠岩保温材料有限公司生产;艳阳天有机肥由山东红日阿康化工股份有限公司生产;蛆粪有机肥由云南昆虫生物科技有限公司生产,其水分为20%,pH 8.0,有机质含量54%,总养分9.7%,重金属含量符合NY 525-2012标准。供试作物为小白菜。

1.2 试验方法

试验在昆明理工大学生命科学与技术学院玻璃大棚中进行,为期30 d,采用漂浮育苗法,在植物漂浮育苗基质中分别加入蛆粪有机肥和艳阳天有机肥,命名为基肥A和基肥B,育苗时营养穴中基肥添加量设为5%、10%、15% 3个梯度(质量比),分别用A1、A2、A3、B1、B2、B3表示,以不加任何基肥为对照(CK),每处理重复3次,每个重复72株。

选大小一致、颗粒饱满的小白菜种子,均匀铺在保持湿润的报纸上,常温催芽24 h;现将基质及基肥按比例充分混合,然后加适量水,使湿度调节到40%~50%。然后开始漂盘填穴,填完后加入已露白的种子,抖一抖,然后再在表面覆盖一层基质,用硬纸板轻轻一刮,使其平行;将各个漂盘漂在水盒中,贴上标签,进行漂浮育种。每天对漂盘进行喷雾,保持湿润,每隔4 d对水盘进行补水。

1.3 项目测定

1.3.1 生长指标测定 播种后3、5、8 d,测各个处理的出苗率。播种后25 d,分别从每个重复里随机取出5株幼苗,测定其鲜重、干重、株高、茎粗、叶片数、第一叶长、第一叶宽。幼苗的株高、第一叶长、第一叶宽用直尺测定;茎粗用游标卡尺测定;鲜重、干重用天平测定。具体测定方法和标准参考何道根等^[8]方法。鲜重:将整个植株连同根拔出,洗净,用吸水纸吸干后称重;干重:首先于根茎连接处切断成地上和地下2个部分,置于电热恒温箱,105℃杀青30 min,65℃烘干至恒重,然后分别再称地上干重和地下干重;株高:从地面起至植株最高点之间距离;第一叶长:第一片叶片的基部到叶片顶部的长度;第一叶宽:第一片叶片最宽处的宽度;茎粗:用游标卡尺测量茎最粗处的宽度。壮苗指数=(茎粗/株高+

地下部干重/地上部干重)×全株干重。

1.3.2 生理指标测定 播种后10、17、24 d,分别从A、B组中取长势最好的一个处理来做试验,每个重复里随机取出5株幼苗叶片,测定3种保护酶(CAT、POD、SOD)活性及MDA含量,分别采用南京建成科技有限公司的测试盒测定;叶绿素含量采用分光光度计法测定。

1.4 数据分析

采用DPS数据处理系统软件进行数据处理和统计分析,采用LSD法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同处理对小白菜种子出苗率的影响

由表1可知,播后3 d和5 d不同处理间的出苗率有极显著差异,而播后8 d除了B3处理外,则未见显著差异。播后3 d以低添加量的蛆粪有机肥的出苗率最高,与其它处理有极显著差异。播后5 d的差异主要来自有机肥的添加,尤其是添加比例为15%的A3、B3,表明稍高比例肥料的添加对出苗速度有一定影响,但对出苗率影响不大。在播后8 d,出苗率呈CK=A1>B1>A2>A3>B2>B3,添加蛆粪有机肥的处理整体的出苗率比添加艳阳天有机肥的高。

表1 不同基肥处理对小白菜穴盘育苗出苗率的影响

Table 1 The effect of different treatment of base fertilizer on the germination of *Brassica rapa chinensis*

处理 Treatment	出苗率 Emergence rate/%		
	播后3 d 3 days after sowing	播后5 d 5 days after sowing	播后8 d 8 days after sowing
CK	47.5 c B	85.4 a A	97.5 a A
A1	52.4 a A	85.2 ab A	97.5 a A
A2	50.0 b AB	84.0 abc AB	96.5 a AB
A3	47.7 c B	81.2 d B	96.1 ab AB
B1	44.3 d C	83.0 bcd AB	97.3 a A
B2	44.2 d C	83.0 bcd AB	96.0 ab AB
B3	42.0 e C	82.7 cd AB	94.5 b B

注:同列数据后不同小写或大写字母分别表示5%、1%差异显著性水平,下同。

Note: Data within the same column followed by different lowercase or capital letters respectively show significant difference at 5%, 1% level, the same below.

2.2 不同处理对小白菜幼苗叶片性状及鲜重的影响

由表2可知,处理A3的叶片性状和鲜重要比其它处理好。CK的5个生长指标都最低。从方差分析中可以看出,叶片总体生长趋势呈A3>A2>B2>A1>B3>B1>CK,这说明添加有机肥对小白菜幼苗的生长有促进作用,且添加蛆粪有机肥的处理明显比添加艳阳天有机肥的处理效果要明显的多。在同一种肥料添加中,A3>A2>A1,肥料添加比例越高,效果越好;B2>B3>B1,肥料添加比例适中,效果越好;叶绿素含量与肥料的添加比例的高低成正比。

表 2 不同处理对小白菜幼苗叶片性状的影响

Table 2 The effect of different treatment on the seedling leaves of *Brassica rapa chinensis*

处理 Treatmen	叶片数 Leaf number	第一叶长 Length of the first leaf	第一叶宽 Width of the first leaf	植株鲜重 Fresh weight of plant	叶绿素含量 Chlorophyll content
	/片	/cm	/cm	/g	/(mg·g ⁻¹ FW)
CK	6.2 b B	8.1 d D	2.1 e D	1.11 f F	41.01 e E
A1	6.8 a AB	10.5 c C	2.6 b B	1.85 c C	43.40 d D
A2	6.8 a AB	13.0 b B	3.1 a A	2.30 b B	43.67 c C
A3	7.0 a A	19.0 a A	3.3 a A	5.34 a A	44.70 a A
B1	6.2 b B	7.8 e D	2.3 d CD	1.20 e EF	41.03 e E
B2	6.8 a AB	11.0 c BC	2.6 b B	1.89 c C	43.61 d CD
B3	6.8 a AB	10.2 c C	2.4 d CD	1.31 d D	44.38 b B

2.3 不同处理对幼苗品质的影响

由表 3 可知,不同基肥处理间的小白菜幼苗的株高、茎粗、地上干重、地下干重和壮苗指数都有极显著差异。A 组幼苗品质明显高于 B 组,组间趋势呈 A3>A2>A1=B2>B3>CK>B1。组内里,A 组随着有机肥比例的增加,幼苗品质越高;B 组中居中的 B2 效果最佳,这趋势与幼苗叶片性状趋势一致。这表明有机肥的添加可有效提高幼苗品质,但是过高的添加比例会降低效果。

表 3 不同处理下的幼苗品质指标

Table 3 The seedling quality under different treatment

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/cm	地上干重 Above-ground dry weight/g	地下干重 Under-ground dry weight/g	总干重 Total dry weight/g	壮苗指数 Strong seedling index
CK	12.2 f F	0.35 e E	0.185 d D	0.037 de DE	0.222 f F	0.0500 e E
A1	14.4 c C	0.55 b B	0.298 b B	0.046 c C	0.344 c C	0.0662 c C
A2	15.7 b B	0.56 b B	0.303 b B	0.071 b B	0.374 b B	0.1007 b B
A3	22.1 a A	0.60 a A	0.675 a A	0.204 a A	0.879 a A	0.2895 a A
B1	13.0 e E	0.46 d D	0.190 cd CD	0.035 e E	0.225 e E	0.0492 e E
B2	14.5 c C	0.56 b B	0.287 c C	0.045 c C	0.332 c C	0.0662 c C
B3	13.3 de DE	0.51c C	0.195 c CD	0.038 d D	0.233 d D	0.0541 d D

表 4 不同处理下叶片的保护酶活性和 MDA 含量变化

Table 4 Activity of protective enzymes and the content of MDA of leafs under different treatments

处理		超氧化物歧化酶活性	过氧化物酶活性	过氧化氢酶活性	丙二醛含量
Treatment		Activity of SOD	Activity of POD	Activity of CAT	Content of MDA
		$/(\text{U} \cdot \text{mg}^{-1} \text{prot})$	$/(\text{U} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \text{prot})$	$/(\text{U} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \text{prot})$	$/(\text{nmol} \cdot \text{mg}^{-1} \text{prot})$
CK	10 d	48.78	5.95	26.50	0.03
	17 d	60.45	8.50	20.28	0.24
	24 d	60.70	15.36	19.20	1.83
A3	10 d	53.27	3.55	59.62	0.05
	17 d	69.97	5.71	52.61	0.08
	24 d	89.41	17.24	58.67	1.98
B2	10 d	56.62	3.74	44.85	0.04
	17 d	60.36	9.12	40.26	0.16
	24 d	72.54	24.69	42.94	2.29

2.4 不同处理对叶片保护酶活性和 MDA 含量的影响

由表 4 可知,随着小白菜的生长,小白菜叶片 SOD 活性逐渐升高,施肥处理后叶片中 SOD 活性高于未施肥的处理。播种 24 d 时,不同处理的 SOD 活性呈 A3>B2>CK。因此,添加有 15% 蛆粪有机肥的 A3 处理下,叶片抗逆性最强。随着植物的生长,叶片 POD 活性逐渐升高,在第 24 天时,POD 活性呈 B2>A3>CK。从变化趋势分析,SOD 和 POD 在植物内是协同作用的,生长前 17 d 时体内的自由基含量少,所以 POD 活性较小;而在 17~24 d,植株内自由基及其衍生物的含量不断增加,尤其 SOD 氧化自由基的产物 H₂O₂ 的增加,需要大量的 POD 来分解 H₂O₂。CAT 可促使 H₂O₂ 分解为分子氧和水,清除体内的过氧化氢,从而使细胞免于遭受 H₂O₂ 的毒害,是生物防御体系的关键酶之一。在测定期间,3 个处理的叶片 CAT 活性变化不大,基本趋于平衡。但是各个时期 CAT 活性都呈 A3>B2>CK。在测定时期,MDA 含量在逐渐增大,3 个处理的 MDA 含量变化趋势基本一致,在第 24 天时,MDA 含量为 B2>A3>CK。

3 讨论与结论

基质中添加不同比例的不同有机肥,对小白菜的出苗速度有一定的影响,主要表现在有机肥添加比例高低与出苗速度快慢成反比,比例越高,出苗速度越慢。但对出苗率影响不大。基肥对幼苗叶片性状、幼苗品质有较大影响,基质中添加有机肥可满足小白菜幼苗的生长需要,但要适量,过多会影响肥料效果。蛆粪有机肥中以有机肥/基质比例为 15% 的处理 A3 效果最好;艳阳天有机肥以比例为 10% 的处理 B2 效果最好,仅相当于蛆粪有机肥添加比例为 5% 的处理 A1。林植芳等^[9] 研究认为保护酶系统与植物抗逆性有直接关系。从 A 组和 B 组中各选出最好的处理 A3、B2 与 CK 对照,检测叶片保护酶活性和 MDA 含量,发现有机肥可改变小白菜叶片的酶活变化,添加适当有机肥可增加叶片保护酶活性,可降低 MDA 含量,从而达到对叶片细胞的保护作用,增加小白菜幼苗的抗逆性,抵抗外界环境的抗逆性。同时也证明了 SOD、POD、CAT 3 种保护酶的协同作用,更验证了明了 SOD 活性变化与 POD 活性变化相互消长的变化规律^[10-11]。

山东红日阿康的艳阳天有机肥在我国农业的施用覆盖率很大,和同等质量的蛆粪有机肥价格相当,但在肥效上远没有蛆粪有机肥的能力强。同时张紫秋等^[12] 报道指出,蛆粪有机肥中还含有抗菌肽以及多种抗病害的有益菌,可提高植物的抗病性,结合该试验对幼苗叶片保护酶活性及 MDA 含量的检测,可发现蛆粪有机肥在协助植物抵抗外界环境的胁迫要优于一般的商品有

机肥。人们对无污染生态环境的渴望和对绿色食品的需求,必将促进传统农业向生态农业转化,寻求低成本、全养分、环保方便的有机肥势在必行。

参考文献

- [1] Stamatiadis S, Werner M, Buchanan M. Field assessment of soil quality as affected by compost and fertilizer application in a broccoli field (San Benito County, California) [J]. *Applied Soil Ecology*, 1999, 12(3): 217-225.
- [2] 沈中泉, 郭云桃, 袁家富. 有机肥料对改善农产品品质的作用及机理 [J]. *植物营养与肥料学报*, 1995(1): 54-60.
- [3] 张军民. 不同施肥结构对日光节能温室番茄产量和品质影响 [J]. *北方园艺*, 2004(6): 22-23.
- [4] 周焱, 罗安程. 有机肥对大棚蔬菜品质的影响 [J]. *浙江农业大学学报*, 2004(4): 210-212.
- [5] 盛下放, 钱永禄, 刘丽. 不同处理有机肥对蔬菜品质和土壤肥力的影响 [J]. *农业环境科学学报*, 2006(1): 77-80.
- [6] 余东. Cd 对枇杷 (*Eriobotrya japonica* Lindl.) 的毒害研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2006.
- [7] Walker M A, Mckersie B D. Role of the ascorbate-glutathione antioxidant system in chilling resistance of tomato [J]. *Journal of Plant Physiology*, 1993, 141(2): 234-239.
- [8] 何道根, 何贤彪, 金丽华, 等. 基肥对青菜穴盘幼苗生长发育的影响 [J]. *浙江农业科学*, 2009(4): 659-661.
- [9] 林植芳, 林桂珠, 李双顺. 莴菜叶片和叶绿体消除活性氧能力的变化 [J]. *植物生理学通讯*, 1988(5): 28-31.
- [10] 高福亮, 张吉立, 刘振平. 冬季低温对 4 种彩叶植物 SOD、POD 活性影响的研究 [J]. *中国农学通报*, 2010, 26(5): 169-173.
- [11] 张吉立. 低温对四种彩叶树种生理特性影响的研究 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2009.
- [12] 张紫秋, 喻东, 雷璐, 等. 蛆粪有机肥对玉米致病真菌及线虫的活性抑制研究 [J]. *安徽农业科技*, 2014, 42(32): 11336-11338.

Effect of Maggot Frass Organic Fertilizer on Seedling Growth of *Brassica rapa chinensis*

ZHANG Ziqiu, LI Mingrui, LEI Jin, LIN Lianbing

(Faculty of Life Science and Technology, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650000)

Abstract: Using *Brassica rapa chinensis* as experimental materials, the effect of different treatments of organic fertilizer on seedlings growth of *Brassica rapa chinensis* and the activity of protective enzymes in seedlings leaf were studied. The results showed that in maggot frass organic fertilizer group series, the group with a mass ratio of 15% maggot frass organic fertilizer (hereinafter 'MFOF') was the best and in sunny days organic fertilizer group series, the group with a mass ratio of 10% was the best, but the best group of sunny days organic fertilizer only equate to the effect of the 5% mass ratio MFOF group. And also found that adding an appropriate organic fertilizer to increase the activity of protective enzymes in leaf, and decreased MDA content, so as to achieve the protective effect of leaf cells to increase the resistance of *Brassica rapa chinensis* seedling.

Keywords: *Brassica rapa chinensis*; maggot frass organic fertilizer; seedling quality; strong seedling index; protective enzymes