

稻草型生物有机肥对萝卜的作用效果

朱红梅, 荣湘民, 刘强, 姜利红, 彭建伟, 谢桂先, 宋海星

湖南农业大学资源环境学院, 湖南 长沙 410128

摘要: 为推广应用稻草型生物有机肥, 采用田间小区试验研究了稻草型生物有机肥对萝卜 (*Raphanus sativus*) 功能叶叶绿素含量、碳氮代谢关键酶活性、萝卜产量和品质的影响。结果表明: 稻草型生物有机肥处理 I 与等 NPK 养分施用量的纯化肥处理 II 和菜枯肥处理 III 相比, 可提高萝卜功能叶叶绿素含量、防止功能叶早衰; 提高硝酸还原酶、蔗糖合成酶、蔗糖磷酸合成酶三种碳氮代谢关键酶活性。处理 I 使萝卜的产量分别比处理 II 和处理 III 提高 4.48%、6.01%, 维生素 C 分别提高 22.48%、28.24%, 可溶性糖含量分别提高 10.39%、19.91%, 萝卜硝酸盐含量分别下降 8.78% 和 16.67%, 且以上 4 个指标处理 I 与处理 II 和处理 III 的差异均达极显著水平, 此外亚硝酸盐含量也明显降低。

关键词: 稻草型生物有机肥; 萝卜; 叶绿素; 产量; 品质

中图分类号: X142

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2009) 02-0679-04

萝卜 (*Raphanus sativus*) 是我国人民食用较多的一种蔬菜, 由于其产量高, 因此需肥量大。生产中以施用化肥为主, 提高了萝卜的产量, 但是导致了产品品质下降和环境污染等问题。生物有机肥自 20 世纪 90 年代在我国问世以来, 由于其同时具备有机肥、菌肥的优点和特殊的环保作用而得到重视推广^[1]。目前关于蔬菜如豇豆 (*Vigna sinensis*)、番茄 (*Lycopersicon esculentum*)、黄瓜 (*Cucumis sativus*)、芥蓝 (*Brassica alboglabra*)、茄子 (*Solanum melongena*)、生姜 (*Zingiber officinale*) 等施用生物有机肥效果的报道较多^[1-3,9], 但对萝卜、特别是稻草型生物有机肥对萝卜的作用效果的报道尚无。

湖南是我国的水稻 (*oryza sativa*) 生产大省, 水稻秸秆年生产量大, 是一种利用前景巨大的生物资源, 但大量的稻草不合理利用和就地焚烧, 不仅浪费了生物资源, 对人们的日常生活和生态环境也造成了严重的危害。同时, 由于我国农业生产过程中施肥结构的不合理, 偏施化肥而不重视有机肥施用的现状不仅降低了土壤生产力和农产品质量, 也严重破坏了生态环境。因此, 如何合理有效利用农作物秸秆, 其意义不仅在于充分利用资源本身, 而且是为了更好地提高经济、社会、生态等综合效益。为合理利用稻草资源, 在课题组初步研制的稻草型生物有机肥的基础上^[4], 采用田间小区试验探讨稻草型生物有机肥对萝卜的作用效果, 以期对稻草型生物有机肥的研制与应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2006 年在湖南农业大学农业资源与环境专业实习基地进行。供试萝卜品种为杭州市良种引进公司的利丰牌浙大长萝卜。供试土壤为河流冲积母质发育的冲积菜园土, 土壤 pH 值为 5.64, $w_{\text{有机质}}$ 、 $w_{\text{全氮}}$ 、 $w_{\text{全磷}}$ 、 $w_{\text{全钾}}$ 分别为 29.56、2.28、2.74、8.66 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, $w_{\text{碱解氮}}$ 、 $w_{\text{速效磷}}$ 、 $w_{\text{速效钾}}$ 分别为 69.20、18.57、142.30 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。供试氮肥为尿素 (含 N 46%), 钾肥为氯化钾 (含 K_2O 60%), 磷肥为钙镁磷肥 (含 P_2O_5 12%), 稻草型生物有机肥为 B2 菌剂发酵而成的生物有机肥^[4], 其 N、 P_2O_5 、 K_2O 的质量分数分别为 0.80%、2.03%、2.54%, 其他指标均达到生物有机肥农业行业标准 (NY 884—2004); B2 菌剂为课题组组配的混合菌剂, 由细菌、真菌和放线菌组成, 有效活菌数 (CFU) 为 4.5 亿/mL, 霉菌杂菌数为 2.6×10^6 个/mL, 杂菌率 16.7%, pH 值 7.1。

1.2 试验设计

田间小区试验共设 3 个处理。I 为菌剂 B2 发酵而成的稻草型生物有机肥+化肥处理, II 为菜枯肥+化肥处理, III 为纯化肥处理。各处理氮、磷、钾肥施用量相等, $\text{N } 150 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, $\text{P}_2\text{O}_5 90 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, $\text{K}_2\text{O } 280 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, N 和 K 肥 50% 做基肥, 50% 做追肥, 20% 的氮肥在萝卜莲座期追施, 30% 的氮肥和 50% 的钾肥在萝卜肉质部生长期追施, 磷肥作基肥一次性施用; 10 月 15 日第一次追肥, 10 月 22 日第二次追肥。稻草型生物有机肥的施用量为 $2000 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 处理 2 施与稻草型生物有机肥等氮量的菜枯肥, 且全部作基肥施用。萝卜于 9 月 4 日播种, 11 月 20 日收获, 株行距分别为 0.27 m, 0.35 m, 小区

基金项目: 国家科技部科技支撑计划 (2007BAD87B11); 湖南省科技厅重点项目 (2006NK2001); 湖南省教育厅重点资助项目 (2007A028); 湖南省科技厅项目 (2007FJ4237, 2007NK3093)

作者简介: 朱红梅 (1967 年生), 女, 副教授, 硕士, 主要研究方向为植物营养生理。E-mail: zhuhm2004@126.com

收稿日期: 2008-12-26

面积 18 m², 每小区种萝卜 114 株, 随机区组排列, 重复 3 次。按常规管理方法管理。

1.3 测定方法

土样中各指标、植株中 $w_{\text{维生素C}}$ 和 $w_{\text{粗纤维}}$ 的测定参照鲍士旦主编的《土壤农化分析》第三版; $w_{\text{叶绿素}}$ 测定用丙酮乙醇混合液提取比色法; 硝酸还原酶活性测定采用活体法^[5]; 蔗糖合成酶(SS)和蔗糖磷酸合成酶(SPS)活性的测定采用间苯二酚法^[6]; $w_{\text{硝酸盐}}$ 测定采用酚二磺酸法, $w_{\text{亚硝酸盐}}$ 测定采用萘乙二胺法(GB/T15401-1994); $w_{\text{可溶性糖}}$ 测定采用蒽酮比色法。

2 结果与分析

2.1 稻草型生物有机肥对萝卜功能叶叶绿素含量的影响

由表 1 可以看出, 在整个生育期, 萝卜功能叶的 $w_{\text{叶绿素}}$ 、 $w_{\text{叶绿素 a}}$ 和 $w_{\text{叶绿素 b}}$ 均呈下降的趋势, 且三者的含量均以处理 I 最高、处理 II 次之, 处理 III 最低, 但方差分析和多重比较结果表明, 各时期各处理之间 $w_{\text{叶绿素}}$ 的差异均不显著。

植物叶绿素降解是叶片衰老最明显的外观标志。 $w_{\text{叶绿素}}$ 降低和 a/b 值减少是衡量叶片衰老的重要生理指标^[7]。表 1 表明, 处理 I 的 a/b 下降率要明显小于处理 II 和处理 III。

2.2 稻草型生物有机肥对萝卜功能叶碳氮代谢关键酶活性的影响

2.2.1 硝酸还原酶活性 (NR)

由图 1 可以看出, 稻草型生物有机肥能提高萝卜功能叶中硝酸还原酶活性。9 月 23 日, 处理 I 萝卜功

能叶中 NR 活性分别比处理 II 和处理 III 提高了 5.94%、2.94%; 3 个处理之间差异不显著。10 月 19 日, 处理 I 萝卜功能叶中 NR 活性分别比处理 II 和处理 III 提高了 3.34%, 10.19%; 处理 I 与处理 II 之间差异不显著, 与处理 III 之间差异达显著水平, 处理 II 与处理 III 之间差异不显著。11 月 19 日, 处理 I 萝卜功能叶中 NR 活性分别比处理 II 和处理 III 提高了 14.95%, 49.85%; 3 个处理之间差异均达极显著水平。

2.2.2 蔗糖合成酶活性 (SS)

由图 2 可以看出, 稻草型生物有机肥能明显提高萝卜功能叶中 SS 活性。9 月 23 日, 处理 I 萝卜功能叶中 SS 活性分别比处理 II 和处理 III 提高了 37.47%, 89.57%; 处理 I 与处理 II、III 之间差异均达极显著水平, 处理 II 与处理 III 之间差异达显著水平。10 月 19 日, 处理 I 萝卜功能叶中 SS 活性分别比处理 II 和处理 III 提高了 3.82%, 26.02%; 处理 I 与处理 II 之间差异不显著, 与处理 III 之间差异达显著水平, 处理 II 与处理 III 之间差异不显著。11 月 19 日, 处理 I 萝卜功能叶中 SS 活性分别比处理 II 和处理 III 提高了 11.88%, 13.86%; 处理 I 与处理 II 之间差异不显著, 与处理 III 之间差异达显著水平, 处理 II 与处理 III 之间差异不显著。

2.2.3 蔗糖磷酸合成酶活性 (SPS)

由图 3 可以看出, 稻草型生物有机肥能明显提高萝卜中、前期功能叶中 SPS 活性。9 月 23 日, 处理 I 萝卜功能叶中 SPS 活性分别比处理 II 和处理 III 提高了 6.29%, 75.93%; 处理 I 与处理 II 之间差异

表 1 生物有机肥对萝卜功能叶中叶绿素质量分数的影响
Table 1 Effects of bio-organic manure on chlorophyll concentration in functional leaves of radish g·kg⁻¹, %

质量分数	$w_{\text{叶绿素}}$			$w_{\text{叶绿素 a}}$			$w_{\text{叶绿素 b}}$			$w_{\text{叶绿素 a}}/w_{\text{叶绿素 b}}$			$w_{\text{叶绿素 a}}/w_{\text{叶绿素 b}}$ 下降率
	09-23	10-19	11-19	09-23	10-19	11-19	09-23	10-19	11-19	09-23	10-19	11-19	
I	9.19±0.83	8.09±0.53	7.34±0.41	7.02±0.61	6.15±0.54	5.55±0.47	2.18±0.12	1.94±0.21	1.79±0.07	3.22±0.21	3.17±0.22	3.11±0.30	3.62±0.31
II	8.90±0.51	7.49±0.29	6.77±0.27	6.78±0.52	5.59±0.17	5.04±0.28	2.12±0.10	1.90±0.05	1.73±0.07	3.20±0.17	2.95±0.18	2.91±0.12	8.94±0.71
III	8.18±0.24	6.98±0.35	6.03±0.19	6.23±0.36	5.22±0.37	4.41±0.37	1.95±0.07	1.76±0.13	1.62±0.10	3.20±0.25	2.96±0.21	2.72±0.17	14.85±0.83

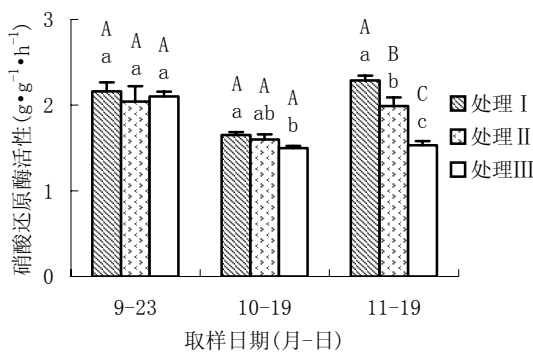


图 1 稻草型生物有机肥对萝卜功能叶中硝酸还原酶活性的影响
Fig. 1 Effects of straw bio-organic manure on NR activities in functional leaves of radish

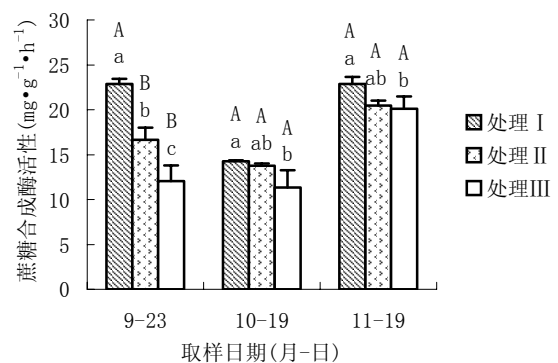


图 2 稻草型生物有机肥对萝卜功能叶中蔗糖合成酶活性的影响
Fig. 2 Effects of straw bio-organic manure on activities of SS in functional leaves of radish

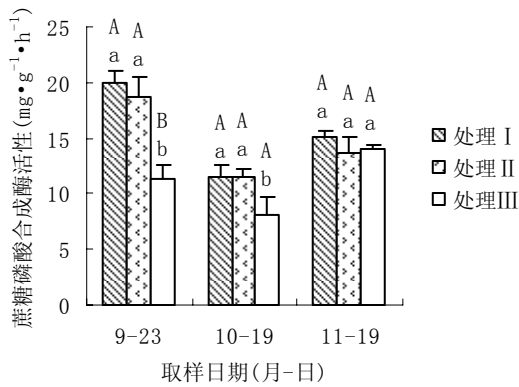


图3 稻草型生物有机肥对萝卜功能叶蔗糖磷酸合成酶活性的影响

Fig. 3 Effect of straw bio-organic manure on activities of SPS in functional leaves of radish

不显著,但二处理与处理III之间差异均达极显著水平。10月19日,处理I萝卜功能叶中SPS活性分别比处理II和处理III提高了0.96%,43.07%;处理I与处理II之间差异不显著,但二处理与处理III之间差异均达显著水平。11月19日,处理I萝卜功能叶中SPS活性分别比处理II和处理III提高了7.68%,10.12%;三个处理之间差异不显著。

2.3 稻草型生物有机肥对萝卜产量的影响

蔬菜产量是关系到菜农经济收入的重要指标。由表2可知,萝卜产量以处理I最高,达63617 kg/hm²,分别比处理II和处理III提高了4.48%,6.01%;处理I与处理II、III之间差异均达极显著水平,处理II和处理III之间的差异不显著。这说明稻草型生物有机肥能促进萝卜生长,显著提高萝卜的产量。

2.4 稻草型生物有机肥对萝卜品质的影响

由表2可知,萝卜收获时处理I萝卜中 $w_{\text{维生素C}}$ 最高,达18.27 mg·kg⁻¹,分别比处理II和处理III提高了22.48%,28.24%;处理I与处理II、III之间的差异均达极显著水平,处理II与处理III之间的差异不显著。

$w_{\text{可溶性糖}}$ 以处理I萝卜中最高,达189.88 g·kg⁻¹,分别比处理II和处理III提高了10.39%,19.91%;3个处理之间的差异均达极显著水平。处理I萝卜 $w_{\text{硝酸盐}}$ 最低,为2079.67 mg·kg⁻¹,分别比处理II和处理III降低了8.78%和16.67%;各处理之间的差异均达极显著水平。

处理I萝卜 $w_{\text{亚硝酸盐}}$ 以最低,为0.018 mg·kg⁻¹,

分别比处理II和处理III降低了18.18%和28.00%;各处理之间的差异均达极显著水平。

处理I萝卜 $w_{\text{粗纤维}}$ 最低,为26.31%,分别比处理II和处理III降低了0.72%和3.17%;但三处理之间的差异不显著。可见,施用稻草型生物有机肥能维持萝卜 $w_{\text{粗纤维}}$ 在适宜水平,使萝卜具有较好的食用价值和商品价值。

总之,稻草型生物有机肥能显著提高萝卜 $w_{\text{维生素C}}$ 、 $w_{\text{可溶性糖}}$,显著降低萝卜 $w_{\text{硝酸盐}}$ 和 $w_{\text{亚硝酸盐}}$,使 $w_{\text{粗纤维}}$ 保持适中,说明稻草型生物有机肥能改善萝卜的营养品质和卫生品质。

3 讨论

植物干物质的积累和作物的产量均来源于光合作用,叶绿素存在于光合作用的重要器官叶绿体中,主要由叶绿素a和叶绿素b组成。本试验表明,稻草型生物有机肥在萝卜生育前期能够提高植株中的 $w_{\text{叶绿素}}$,在后期稻草型生物有机肥可降低植物叶绿素降解的速率和 $w_{\text{叶绿素a}}/w_{\text{叶绿素b}}$ 下降率,防止功能叶早衰,保证了萝卜干物质的积累和产量的提高。这可能是由于稻草型生物有机肥中含有大量能够促进作物生长的营养元素和有益微生物、增强养分有效性,改善萝卜生长环境,从而有利于植株的诸多生理功能变得更加协调与增强有关。

作物叶片中的光合产物主要是以蔗糖的形式存在并向外输出,而控制叶片中蔗糖合成的酶主要是蔗糖磷酸合成酶(SPS),其次是蔗糖合成酶(SS)^[8]。本研究结果表明,稻草型生物有机肥能明显提高萝卜功能叶中的SS、SPS活性,有利于蔗糖的合成,对增加萝卜产量和改善萝卜品质起着重要作用。

NR是氮代谢过程中的关键酶,也是限速酶,提高蔬菜中NR的活性,不仅可降低蔬菜 $w_{\text{硝酸盐}}$,还可增加同等施肥条件下蔬菜的产量,即提高肥料的利用率^[2]。本研究结果表明,稻草型生物有机肥能明显提高萝卜功能叶中的NR活性,有利于提高萝卜对N素的同化与累积,降低萝卜 $w_{\text{硝酸盐}}$ 、 $w_{\text{亚硝酸盐}}$ 以及增加萝卜 $w_{\text{蛋白质}}$ 。

大量研究表明^[1-2, 9-11],生物有机肥能提高作物的生物产量、经济效益,改善作物的品质。本研究结果表明,与等NPK养分施用量的纯化肥处理和菜枯肥相比,稻草型生物有机肥能明显提高萝

表2 稻草型生物有机肥对萝卜产量与品质的影响
Table 2 Effects of straw bio-organic manure on yield and quality of radish

处理	$w_{\text{产量}}/(kg \cdot hm^2)$	$w_{\text{维生素C}}/(mg \cdot kg^{-1})$	$w_{\text{可溶性糖}}/(g \cdot kg^{-1})$	$w_{\text{硝酸盐}}/(g \cdot kg^{-1})$	$w_{\text{亚硝酸盐}}/(mg \cdot kg^{-1})$	$w_{\text{粗纤维}}/\%$
I	63617±5921 aA	18.27±0.63aA	209.60±0.77aA	2.08±2.68aA	0.018±0.001cC	26.31±0.09aA
II	60897±4207bB	14.92±0.93bB	189.88±0.32bB	2.28±2.49bB	0.022±0.001bB	26.50±0.43aA
III	60010±3874bB	14.25±0.60bB	174.79±0.97cC	2.50±4.38aA	0.025±0.001aA	27.17±0.18aA

注:维生素C、硝酸盐、亚硝酸盐的含量以鲜重计,可溶性糖、粗纤维以干重计。

卜中 w 可溶性糖、 w 维生素 C, 显著降低茄子中 w 硝酸盐、 w 亚硝酸盐, 保持粗纤维含量适中, 从而显著提高萝卜的营养品质、卫生品质和口感。

通过对萝卜功能叶的 w 叶绿素、C、N 代谢关键酶活性、萝卜产量和品质的比较, 可以初步认为, 供试稻草型生物有机肥对于萝卜实现高产、优质、低污染的生产效果显著, 可以在实际生产中推广应用。

4 结论

通过田间小区试验对稻草型生物有机肥在萝卜上的施用效果进行研究, 得到以下结论。

(1) 稻草型生物有机肥提高萝卜功能叶 w 叶绿素、 w 叶绿素 a 和 w 叶绿素 b, 叶绿素 a/b 下降率要明显减缓, 可防止功能叶早衰。

(2) 稻草型生物有机肥提高硝酸还原酶、蔗糖合成酶、蔗糖磷酸合成酶三种碳氮代谢关键酶活性。其中, 稻草型生物有机肥处理的萝卜功能叶硝酸还原酶活性与其它两个处理相比, 分别提高 3.34%~14.95% 和 2.94%~49.85%; 蔗糖合成酶活性与其它两个处理相比, 分别提高 3.82%~37.47% 和 13.86%~89.57%; 蔗糖磷酸合成酶活性与其它两个处理相比, 分别提高 0.96%~7.68% 和 10.12%~75.93%。

(3) 稻草型生物有机肥可以萝卜产量提高, 品质改善。其中使萝卜的产量分别比处理 II 和处理 III 提高 4.48%、6.01%, w 维生素 C 分别提高 22.48%、28.24%, w 可溶性糖分别提高 10.39%、19.91%, w 硝酸盐分别下降 8.78% 和 16.67%, 且以上 4 个指标处理 I 与处理 II 和处理 III 的差异均达极显著水平, 同时 w 亚硝酸盐分别降低 18.18% 和 28.00%。

参考文献:

[1] 夏光利, 毕军, 张萍, 等. 新型生物有机肥 (NAEF) 对番茄生长及土壤活性质量效应研究[J]. 土壤通报, 2007, 38(3): 519-522.
XIA Guangli, BI Jun, ZHANG Ping, et al. Effect of a new bio-organic manure on tomato growth and soil activity quality[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2007, 38(3): 519-522.

[2] 孔祥波, 徐坤, 尚庆文, 等. 生物有机肥对生姜生长及产量、品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2007(2): 64-67.
KONG Xiangbo, XU Kun, SHANG Qingwen, et al. Effect of bio-organic manure on the growth, yield and quality of ginger[J]. Soil and Manure Sciences in China, 2007(2): 64-67.

[3] 郑少玲, 陈琼贤, 梅凤娴, 等. 生物有机肥对芥蓝生长及土壤中氮、磷、钾含量的影响[J]. 华南农业大学学报, 2007, 28(3): 15-19.
ZHENG Shaoling, CHEN Qiongxiang, MEI Fengxian, et al. Effect of bio-organic manure on brassica boglobra growth and soil N, P, K content[J]. Journal of South China Agricultural University, 2007, 28(3): 15-19.

[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研究[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2006, 32(3): 264-268.
SHI Qiwei, LIU Qiang, RONG Xiangmin, et al. Effects of different microbial agents on fermentation of rice straw in composting[J]. Journal of Hunan Agricultural University: Natural Sciences, 2006, 32(3): 264-268.

[5] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1990.
ZHANG Zhiliang. Handbook Plant Physiology Experiments[M]. Beijing: Higher Education Press, 1990: 80-93.

[6] 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 80-93.
Institute of Plant Physiology, Chinese Academy of Sciences. Guide of Modern Plant Physiology Experiment[M]. Beijing: Science Press, 1999.

[7] 严重玲, 李瑞智, 钟章成. 模拟酸雨对绿豆、玉米生理生态特性的影响[J]. 应用生态学报, 1995, 6(增刊): 124-131.
YAN Chongling, LI Ruizhi, ZHONG Zhangcheng. Effect of simulated acid rain on ecophysiological characteristics of mung bean and maize[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1995, 6(sup.): 124-131.

[8] 夏淑芳, 沈允钢, 李德耀, 等. 光合作用及其产物的转化、积累与输出. 光合作用进展[C]. 北京: 科学出版社, 1984, 3: 187-196.
XIA Shufang, SHEN Yungang, LI Deyao, et al. Photosynthesis and transformation, accumulation, output of dry matter. Progress of Photosynthesis[C]. Beijing: Science Press, 1984, 3: 187-196.

[9] 黄若玲, 贺爱国, 何录秋, 等. 含稀土生物有机肥对豇豆生长、产量及品质的影响[J]. 湖南农业科学, 2008(2): 87-89.
HUANG Ruoling, HE Aiguo, HE Luqiu, et al. Effects of rare earth bio-organic manure on growth, yield and quality of cowpea[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2008(2): 87-89.

[10] CHEUK W, LO K V, BRANION R, et al. Applying compost to suppress tomato disease[J]. Proquest Agriculture, 2003(1): 50.

[11] 彭华伟, 刘国顺, 吴学巧, 等. 生物有机肥对烤烟氮磷钾积累、吸收和含量的影响[J]. 中国烟草科学, 2008(1): 25-29.
PENG Huawei, LIU Guoshun, WU Xueqiao, et al. Effects of bio-organic manure on accumulation, uptake and contents of N, P, K in flue-cured tobacco[J]. Chinese Tobacco Science, 2008(1): 25-29.

Effects of application of rice straw bio-organic manure on the growth of radish

Zhu Hongmei, Rong Xiangmin, Liu Qiang, Jiang Lihong, Xie Guixian, Peng Jianwei, Song Haixing

College of Resource and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China

Abstract: Plot trials were carried out to study the effects of the rice straw bio-organic manure application on the chlorophyll content, vital enzyme activity of carbon and nitrogen metabolism, and yield and quality of radish. The results showed that there were a higher chlorophyll content in functional leaves of radish to prevent its premature under the application of rice straw bio-organic manure (treatment I) compared to the fertilizer (treatment II) or vegetable withered manure treatment (treatment III). Rice straw bio-organic manure treatment promoted three kind of vital enzyme activity such as nitrate reductas, sucrose synthes and sucrose phosphate synthes during the growth of radish. Compared to the treatment II and treatment III, Treatment I obviously increased the yield of radish to 4.48% and 6.01%, Vc content to 22.48% and 28.24%, soluble suger content to 10.39% and 19.91%, but decreased the nitrate content to 8.78% and 16.67% and the nitrite content.

Key words: rice straw bio-organic manure; radish; chlorophyll; yield; quality