

DOI:CNKI:61-1390/S.20110907.1101.022 网络出版时间:2011-09-07 11:01
网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20110907.1101.022.html

不同有机肥对辣椒品质和产量的影响

要晓玮¹,梁银丽^{1,2},曾睿¹,吴兴¹

(1 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100; 2 中国科学院水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 【目的】在日光温室条件下,研究投入等量氮磷钾养分的不同有机肥处理对辣椒(*Capsicum annuum* L.)产量及品质的影响,为辣椒合理施肥、优质高效生产提供理论依据。【方法】以精选牛角椒为研究对象,施用等量氮磷钾养分的化肥(对照)、猪粪、牛粪、羊粪以及鸡粪,于辣椒结果初期、盛期和末期采样,测定辣椒感官品质、营养品质、安全品质以及产量。【结果】在整个结果期,施用有机肥和化肥对辣椒产量的影响无显著差异。施用牛粪的辣椒果形指数变化幅度仅为 0.6,保证了辣椒在整个结果期商品一致。牛粪处理的辣椒 Vc 含量在结果盛期和末期显著高于化肥处理,其可溶性糖和可溶性蛋白质含量在辣椒结果初期和盛期高于羊粪和鸡粪处理。不同有机肥处理辣椒的硝酸盐含量在整个结果期均呈现上升趋势,化肥和 4 种有机肥的施用均会造成不同程度的硝酸盐积累,不同施肥处理辣椒结果期的硝酸盐含量表现为:化肥>鸡粪>羊粪>猪粪>牛粪,且处理间差异显著,但与单施化肥相比,施用 4 种有机肥的辣椒硝酸盐含量均显著降低,其中以施用牛粪的辣椒硝酸盐含量最低。【结论】施用牛粪可以提高辣椒的 Vc 含量,提高辣椒的适口性和营养品质;同时可以显著降低辣椒的硝酸盐含量。从营养品质和安全品质角度考虑,最适合辣椒种植的有机肥是牛粪。

[关键词] 有机肥;辣椒;品质;硝酸盐

[中图分类号] S641.306⁺.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2011)10-0157-06

Effects of different organic fertilizers on the yield and quality of pepper

YAO Xiao-wei¹, LIANG Yin-li^{1,2}, ZENG Rui¹, WU Xing¹

(1 College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resource, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】The experiment was to provide a theoretical basis for pepper's adequate fertilization and efficient production through researching the effect of different organic fertilizers with the equal amounts of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield and quality of pepper(*Capsicum annuum* L.) in solar green house. 【Method】Using handpicked horn pepper, we measured sensory, nutritional and security quality and yield by applying equal amounts of nitrogen, phosphorus and potassium in chemical fertilizer (CK), pig manure, cattle dung, sheep manure and chicken manure at the initial, prosperous and late period of pepper's fruiting stage. 【Result】During fruiting stage, applying organic fertilizers and the chemical fertilizer has no effect on the yield of pepper. The variation scope of fruit shape index of applying cattle dung was only 0.6, ensuring the consistency of pepper products at fruiting stage. At the prosperous and late period of pepper's fruiting stage, the cattle dung treatment was significantly higher than the chemical fertilizer

* [收稿日期] 2011-04-06

[基金项目] 国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAD31B05);中国科学院重要方向项目(KZCX2-YW-443-3)

[作者简介] 要晓玮(1985-),女,陕西铜川人,硕士,主要从事作物生理生态研究。E-mail:freeweis85@163.com

[通信作者] 梁银丽(1957-),女,陕西咸阳人,研究员,博士,博士生导师,主要从事农业生态及作物生理生态研究。E-mail:liangyl@ms.iswc.ac.cn

treatment in the content of Vc, and significantly higher than the sheep manure treatment and the chicken manure treatment in the content of soluble sugar and soluble protein at the early and prosperous period of pepper's fruiting stage. During fruiting stage, pepper's nitrate content under different organic fertilizers took an ascending trend. In various degrees, chemical fertilizer and 4 organic fertilizers treatments caused significant difference in nitrate accumulation. The data showed: chemical fertilizer > chicken manure > sheep manure > pig manure > cattle dung. Compared with the chemical fertilization treatment, organic fertilizer treatments could significantly decrease accumulation of nitrate, especially the cattle dung treatment. 【Conclusion】 Applying cattle dung could increase the content of the pepper's Vc, enhance the palatability and nutritional quality, decrease the content of the pepper's nitrate significantly. To assure nutritional quality and safety quality of pepper, cattle dung could be more suitable for growing pepper than other organic fertilizers.

Key words: organic fertilizers; pepper; quality; nitrate

随着经济发展和人们饮食结构的变化,越来越多的人认识到蔬菜品质直接关系到人类健康,消费者对蔬菜品质的要求也越来越高。科学合理地施用有机肥是提高蔬菜品质、提升市场竞争力、推动农业可持续发展的有效举措之一^[1]。有机肥通常含有有机物质,如蛋白质、纤维素、半纤维素、脂肪、氨基酸以及氮、磷、钾和微量元素,养分全面,肥效持久,可提供作物生长所需的营养物质,改善作物生长性状,而且在增强土壤肥力、促进土壤微生物繁殖、保护农业生态环境等方面有着特殊作用^[2-4]。

辣椒是人们喜食的蔬菜之一,有关施肥对辣椒品质影响的研究较多,这些研究主要集中在探讨不同肥料种类和配比、单一肥料不同用量以及不同施肥技术对辣椒品质的影响^[5-7]等方面。但有关不同有机肥在投入等量氮磷钾养分情况下对辣椒品质影响的研究却鲜见报道。本试验以精选牛角椒(*Cap-sicum annuum* L.)为研究对象,通过田间区组试验,

研究投入等量氮磷钾养分不同有机肥对不同时辣椒感观品质、营养品质和安全品质的影响,旨在为辣椒的合理有效施肥提供理论依据,对于蔬菜的优质、高产也有重要意义。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试的有机肥猪粪、牛粪、羊粪、鸡粪均采自安塞养殖场,均为腐熟发酵好的有机肥,半风干后施用,其养分含量见表 1。试验所施用化肥的氮源为尿素(含 N 46%),由陕西渭河重化工有限责任公司生产;磷源为磷酸二铵(含 N 16%,含 P₂O₅ 44%),由陕化化肥股份有限公司生产;钾源为农用钾肥(含 K₂O 50%),由中化化肥有限公司生产。供试品种为精选牛角椒。供试土壤为黑垆土,有机质含量 14.66 g/kg,全氮 0.82 g/kg,碱解氮 27.75 mg/kg,速效磷 29.46 mg/kg,速效钾 142.68 mg/kg。

表 1 供试有机肥的养分含量

Table 1 Nutrient contents of different organic fertilizers

有机肥种类 Organic manure	有机质/(g·kg ⁻¹) Organic matter	全 N/(g·kg ⁻¹) Total nitrogen	碱解氮/(mg·kg ⁻¹) Alkaline nitrogen	速效磷/(mg·kg ⁻¹) Available phosphorus	速效钾/(g·kg ⁻¹) Available potassium
猪粪 Pig manure	45.41	6.46	130.60	48.74	5.42
牛粪 Cattle dung	131.78	10.84	249.95	64.16	4.82
羊粪 Sheep manure	247.19	9.72	110.38	332.90	6.68
鸡粪 Chicken manure	355.06	15.12	739.27	113.52	8.87

1.2 试验设计

试验于 2010-05-09 在陕西杨凌西北农林科技大学水土保持研究所试验场日光温室中进行。前茬为大蒜。试验设 5 个处理:化肥(对照)、猪粪、牛粪、羊粪和鸡粪,随机区组设计,3 次重复。小区面积 2.5 m×2.0 m=5.0 m²,株、行距 35 cm×50 cm,共 15 个小区,相邻小区用埋入土下 30 cm 的水泥墙隔

开以防肥料侧渗。06-08 移栽前施入有机肥 7 662 kg/hm²,利用无机氮、磷、钾肥调节,使各处理氮磷钾水平与化肥处理氮磷钾的用量相同,均为 N 120 kg/hm²、P₂O₅ 120 kg/hm²、K₂O 144 kg/hm²。追肥时各处理施用等量氮肥和钾肥,分别在 06-30、07-27、08-20 追入氮肥,共 120 kg/hm²,07-27 追入钾肥 96 kg/hm²。试验采用常规管理,每小区选择长势

一致的 10 株作为测定植株。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 土壤及有机肥养分含量的测定 有机质含量测定采用 $K_2Cr_2O_7$ 外加热法, $K_2Cr_2O_7-H_2SO_4$ 法测定全氮, $Zn-FeSO_4$ 还原扩散吸收法测定碱解氮, 0.5 mol/L NaHCO_3 法测定速效磷, 1.0 mol/L NH_4OAc 浸提、火焰光度法测定速效钾^[8]。

1.3.2 形态指标和产量的测定 在辣椒结果期间, 分别于结果初期(07-26)、结果盛期(08-18)和结果末期(09-14)采样。每处理在测定植株上采摘大小一致的果实 20 个, 用直尺、游标卡尺测量果长、果径(肩部), 用天平称单果质量, 计算果形指数(果形指数=果长/果径)。按果实成熟度每 7 d 采摘 1 次, 动态记产, 分别统计各小区辣椒产量。

1.3.3 果实品质的测定 随机抽取外观品质测定完的辣椒果实 20 个, 捣碎磨成匀浆用于测定果实品质。用苯酚硫酸法测定可溶性糖, 紫外吸收法测定可溶性蛋白质, 钼蓝比色法测定维生素 C(Vc), 茚三酮法测定游离氨基酸^[9]。紫外分光光度法测定硝酸盐^[10]。重复 3 次, 取其均值。

1.4 数据处理

试验数据采用 SAS 8.0 软件进行分析, LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同有机肥对辣椒品质的影响

2.1.1 不同有机肥对辣椒感官品质的影响 从表 2 可以看出, 在结果初期, 不同有机肥对单果质量的影响未达到显著水平。施用牛粪的辣椒果长显著低于对照和羊粪、鸡粪处理。施用不同有机肥的辣椒果径均高于施用化肥处理。施用化肥的辣椒果形指数最高, 为 9.48; 不同有机肥处理间以牛粪处理的果形指数最低, 仅为 6.85。

在结果盛期, 施用化肥和牛粪的辣椒果长均高于另外 3 种有机肥处理。施用化肥、猪粪和牛粪的辣椒果径和单果质量高于羊粪和鸡粪处理。施用化肥、牛粪和羊粪的辣椒果形指数间无显著差异。

在结果末期, 施用鸡粪的辣椒果径低于对照及其他 3 种有机肥处理。猪粪、羊粪和鸡粪处理的辣椒单果质量与对照差异不显著, 牛粪处理的辣椒单果质量显著高于对照, 为 18.77 g。施用鸡粪和羊粪的辣椒果形指数显著高于对照处理。

在整个结果期, 辣椒果形指数的变化幅度依次为化肥>猪粪>羊粪>鸡粪>牛粪, 其中施用牛粪的辣椒果形指数变化幅度仅为 0.6, 保证了辣椒在整个结果期商品一致。

表 2 不同有机肥对辣椒感官品质和营养品质的影响

Table 2 Effects of different organic fertilizers on the sensory quality and nutritional quality of pepper

测定日期 Date (month-day)	处理 Treatment	果长/cm Fruit length	果径/cm Fruit diameter	单果质量/g Fruit weight	果形指数 Fruit shape index	Vc/ ($mg \cdot kg^{-1}$)	游离氨基酸/ ($\mu g \cdot g^{-1}$) Free amino acids	可溶性糖/ ($mg \cdot g^{-1}$) Soluble sugar	可溶性蛋白质/ ($mg \cdot g^{-1}$) Soluble protein
07-26	对照 Contrast	16.43 a	1.73 b	16.57 a	9.48 a	432.6 a	270.53 ab	12.23 a	39.57 a
	猪粪 Pig manure	15.80 ab	2.06 a	18.39 a	7.68 b	336.8 b	260.79 ab	9.75 ab	24.06 c
	牛粪 Cattle dung	14.63 b	2.14 a	17.33 a	6.85 c	275.0 c	282.74 a	11.25 a	39.37 a
	羊粪 Sheep manure	16.27 a	2.05 a	18.17 a	7.95 b	281.8 c	257.99 ab	8.27 b	31.69 b
	鸡粪 Chicken manure	16.42 a	2.19 a	19.33 a	7.53 bc	287.9 c	265.29 b	7.61 b	25.32 c
08-18	对照 Contrast	16.13 a	2.29 ab	20.94 a	7.14 b	630.4 c	425.70 a	32.32 a	55.00 a
	猪粪 Pig manure	13.47 c	2.44 a	20.31 a	5.52 c	672.6 c	353.33 bc	24.17 b	35.65 d
	牛粪 Cattle dung	15.98 a	2.16 ab	19.39 ab	7.38 b	1023.5 a	296.80 d	29.71 a	46.52 b
	羊粪 Sheep manure	13.29 c	1.95 bc	15.83 c	6.84 b	838.2 b	359.38 b	23.75 b	39.08 c
	鸡粪 Chicken manure	15.13 b	1.76 c	17.57 b	8.63 a	775.8 bc	338.00 cd	21.87 b	28.07 e
09-14	对照 Contrast	11.35 ab	1.82 a	14.40 bc	6.22 b	561.4 b	434.54 a	18.03 a	50.77 a
	猪粪 Pig manure	12.07 a	1.78 a	16.20 b	6.80 ab	521.2 c	329.87 b	16.44 ab	38.62 b
	牛粪 Cattle dung	12.29 a	1.82 a	18.77 a	6.78 ab	762.9 a	420.03 a	15.90 ab	52.81 a
	羊粪 Sheep manure	12.52 a	1.67 a	13.05 c	7.50 a	448.6 d	334.84 b	15.47 ab	25.96 b
	鸡粪 Chicken manure	10.10 b	1.31 b	13.37 c	7.78 a	560.0 b	346.89 b	14.87 b	34.53 b

注: 同列不同小写字母表示处理间差异达 5% 显著水平。下表同。

Note: Different small letters show difference among treatments at 5%. The same as below.

2.1.2 不同有机肥对辣椒营养品质的影响 由表 2 可知, Vc、游离氨基酸、可溶性糖含量在辣椒整个

结果期均呈先升后降趋势。在结果初期, 化肥处理辣椒果实的 Vc 含量为 432.6 mg/kg, 显著高于有机

肥处理;其次为猪粪处理,为 336.8 mg/kg;其他 3 种有机肥处理间无显著差异。对照和牛粪处理辣椒的可溶性蛋白质和可溶性糖含量高于其他 3 种有机肥处理。施用牛粪的辣椒游离氨基酸略高于对照和猪粪、羊粪处理,显著高于鸡粪处理。

在结果盛期,施用牛粪和羊粪辣椒的 Vc 含量显著高于对照,其中牛粪处理辣椒的 Vc 含量最高,为 1 023.5 mg/kg,显著高于其他 3 种有机肥处理。对照处理的辣椒游离氨基酸含量最高,为 425.70 $\mu\text{g/g}$,而牛粪处理的最低,为 296.80 $\mu\text{g/g}$ 。不同处理对辣椒可溶性蛋白质的影响呈现出不同的规律,5 种处理辣椒可溶性蛋白含量的变化为:对照 > 牛粪 > 羊粪 > 猪粪 > 鸡粪。施用化肥和牛粪的辣椒可溶性糖含量显著高于其他 3 种有机肥处理。

在结果末期,牛粪处理辣椒的 Vc 含量仍显著高于对照和其他 3 种有机肥处理,肥力持续时间较长。对照和牛粪处理辣椒的游离氨基酸、可溶性蛋白质含量显著高于其他 3 种有机肥处理。

2.1.3 不同有机肥对辣椒安全品质的影响 从图 1 可以看出,在整个结果期,不同有机肥对辣椒硝酸盐积累的影响趋势基本相同,随着生长期延长均呈上升趋势。化肥和有机肥的施用均会造成不同程度的硝酸盐积累,但与施用化肥相比,施用猪粪、牛粪、羊粪和鸡粪辣椒硝酸盐含量的增加幅度显著降低,分别为 14.58%~22.70%, 17.50%~37.64%, 10.12%~14.66%和 6.71%~16.82%。其中施用牛粪处理的辣椒硝酸盐含量的降低幅度最大。

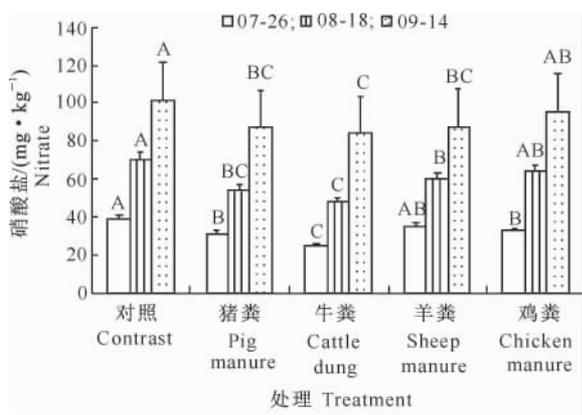


图 1 不同有机肥对辣椒安全品质的影响
不同大写字母表示处理间差异达 1% 显著水平

Fig. 1 Effects of different organic fertilizers on the security quality of pepper

Different capital letters show difference among treatments at 1%

在整个结果期,辣椒硝酸盐含量表现为化肥 > 鸡粪 > 羊粪 > 猪粪 > 牛粪。施用有机肥的辣椒硝酸

盐含量均低于我国蔬菜硝酸盐标准允许量 (432 mg/kg)。这是因为辣椒属于果菜类,是低硝酸盐积累的一种蔬菜。说明与施用化肥相比,施用有机肥可以降低辣椒硝酸盐的积累,保障辣椒的品质安全。

2.2 不同有机肥对辣椒产量的影响

由表 3 可以看出,5 种处理的辣椒产量无显著差异,猪粪和牛粪处理的产量略高于对照,而羊粪和鸡粪处理的产量均低于对照。

表 3 不同有机肥对辣椒产量的影响

Table 3 Effects of different organic fertilizers on the yield of pepper

处理 Treatment	小区产量/kg Yield of treatment area	增产率/% Yield increase rate
对照 Contrast	10.85 a	—
猪粪 Pig manure	10.95 a	0.92
牛粪 Cattle dung	10.90 a	0.46
羊粪 Sheep manure	10.40 a	-4.15
鸡粪 Chicken manure	10.05 a	-7.37

3 结论与讨论

施用有机肥可以改善土壤肥力状况,促进辣椒植株的营养生长,使产量增加^[11]。但由于各处理间具有等量的氮磷钾养分水平,因此本研究 4 种有机肥处理与化肥处理相比较增产作用不显著。除产量之外,果实品质也是人们追求的主要目标。果形指数是辣椒的主要感观品质之一。本研究表明,在辣椒整个结果期,施用牛粪辣椒果形指数的变化幅度仅为 0.6,保证了辣椒在整个结果期商品一致。

Vc、可溶性糖和氨基酸含量是反映蔬菜营养品质的重要指标,其含量高低决定着蔬菜口味,并对蔬菜采摘后的贮藏和运输有着重要影响,进而影响蔬菜的商品价值^[12]。辣椒是 Vc 含量较高的蔬菜之一。关于有机肥提高蔬菜 Vc 含量的研究较多,但结果却存在差异。李吉进等^[14]研究表明,施用有机肥与施用化肥的番茄相比,Vc 含量无明显变化;王昌全等^[14]研究发现,在增加芹菜 Vc 和可溶性糖含量方面,各有机肥的影响程度为鸡粪 > 猪粪 > 油枯;李祥云等^[15]研究表明,猪粪、牛粪、鸡粪处理大葱的 Vc 含量均较对照和常规施肥高。虽然蔬菜 Vc 含量的高低在很大程度上取决于蔬菜的种类,但不同的蔬菜品种,甚至同一品种不同生长发育阶段的 Vc 含量也有一定差别^[16-17]。本研究结果表明,施用不同有机肥在结果的不同时期对辣椒 Vc 含量的影响效果不同,结果盛期和结果末期施用牛粪的辣椒 Vc 含量分别为 1 023.5 和 762.9 mg/kg,显著高于

施用化肥和其他 3 种有机肥。在整个结果期,施用牛粪的辣椒可溶性糖和施用化肥无显著性差异;施用牛粪的辣椒可溶性蛋白质和游离氨基酸含量在结果初期和末期同施用化肥处理也无显著性差异。从辣椒 Vc、可溶性糖、可溶性蛋白和游离氨基酸含量综合考虑,施用牛粪与施用化肥一样能提高辣椒的营养品质,增加辣椒的适口性。

Pechova 等^[18]研究表明,在适宜的范围内,增施有机肥是一项降低蔬菜硝酸盐积累的有效措施。有机肥作为缓效肥料,施入土壤后,必须经微生物分解成速效养分后才能被蔬菜吸收利用,因此不会导致硝酸盐在体内的明显积累^[19]。这主要是由于有机肥中含有较多的糖、酚、醛类化合物及羧基,可对肥料中的 NH_4^+ 进行吸附和固定,抑制 NH_4^+ 的硝化作用,减少硝态氮的形成^[11,20]。但不同有机肥对不同蔬菜硝酸盐积累的降低能力不同^[21-23]。本研究发现在整个结果期,所有处理辣椒的硝酸盐含量均呈上升趋势,施用不同有机肥的辣椒硝酸盐含量均远低于国家规定的标准。与施用化肥相比,施用有机肥能显著减少硝酸盐的积累,其中牛粪处理能极显著降低辣椒施肥后的硝酸盐含量,降低幅度为 17.50%~37.64%,确保了辣椒在整个结果期的品质安全。

帕提曼·阿不都热合曼等^[24]研究表明,施用牛粪堆肥可以提高菠菜的 Vc,降低菠菜硝态氮的含量。刘艳鹏等^[25]研究发现,施用牛粪处理番茄的果实品质最佳。本研究发现,与施用化肥相比,施入牛粪在结果盛期和末期能显著提高 Vc 含量,改善了辣椒的适口性,提升了辣椒的营养品质,同时显著降低了辣椒硝酸盐的含量,所以从外形、营养价值和品质安全角度考虑,最适合辣椒种植的有机肥是牛粪。这与马志宏等^[26]、王建湘等^[27]的研究结果并不一致。其原因可能与蔬菜品种和施用量不同有关。关于不同种植方式下,不同辣椒品种、有机肥配方施用对辣椒品质的作用机理还有待于进一步探讨。

[参考文献]

- [1] 黄鸿翔,李书田,李向林,等.我国有机肥的现状与发展前景分析[J].土壤肥料,2006(1):3-8.
Huang H X, Li S T, Li X L, et al. Analysis on the status of organic fertilizer and its development strategies in China [J]. Soils and Fertilizers, 2006(1):3-8. (in Chinese)
- [2] Bending G D, Turner M K, Jones J E. Interactions between crop residue and soil organic matter quality and the functional diversity of soil microbial communities [J]. Soil Biology and Biochemistry, 2002, 34(8):1073-1082.
- [3] Granatstein D. North American trend for organic tree fruit production [J]. The Compact Fruit Tree, 2002, 35(3):83-87.
- [4] 薛峰,颜廷梅,杨林章,等.施用有机肥对土壤生物性状影响的研究进展[J].中国生态农业学报,2010,18(6):1372-1377.
Xue F, Yan T M, Yang L Z, et al. Influences of organic fertilizer application on soil biological properties [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2010, 18(6):1372-1377. (in Chinese)
- [5] 李士敏.氮磷钾肥料施用对辣椒产量和经济效益的影响[J].土壤肥料,2005(1):14-16.
Li S M. Effect of N, P and K fertilizers application on the yield and economic efficiency of chili [J]. Soils and Fertilizers, 2005(1):14-16. (in Chinese)
- [6] 孙志梅,薛世川,王国旗,等.不同腐殖酸复合肥料用量对辣椒产量及其养分利用率的影响[J].中国生态农业学报,2004,12(3):99-101.
Sun Z M, Xue S C, Wang G Q, et al. Effect of the application amount of humic acid compound fertilizer on the yield and nutrient utilization rate of pepper [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2004, 12(3):99-101. (in Chinese)
- [7] 唐拴虎,张发宝,黄旭,等.缓/控释肥料对辣椒生长及养分利用率的影响[J].应用生态学报,2008,19(5):986-991.
Tang S H, Zhang F B, Huang X, et al. Effects of slow/controlled release fertilizers on the growth and nutrient use efficiency of pepper [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19(5):986-991. (in Chinese)
- [8] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2007:30-34,42-49,56-58,81-83,106-108.
Bao S D. Soil and agriculture chemistry analysis [M]. Beijing: Chinese Agriculture Press, 2007:30-34, 42-49, 56-58, 81-83, 106-108. (in Chinese)
- [9] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版公司,2000:98-99,143-144,203-204,211-213.
Gao J F. Experimental technique of plant physiology [M]. Xi'an: World Book Press, 2000:98-99, 143-144, 203-204, 211-213. (in Chinese)
- [10] 杨锚,邵华,金芬,等.新鲜蔬菜和水果中硝酸盐紫外分光光度法的测定[J].华中农业大学学报,2009,28(1):102-105.
Yang M, Shao H, Jin F, et al. Determination of nitrates in fresh vegetables and fruits by UV-Spectrophotometry [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2009, 28(1):102-105. (in Chinese)
- [11] 金慧,吴景贵,李江楠,等.施用有机肥对作物生长性状影响的研究进展[J].现代农业科技,2010(12):261.
Jin H, Wu J G, Li J N, et al. Research progress of application effects of organic fertilizers on plants growth traits [J]. Modern Agricultural Sciences and Technology, 2010(12):261. (in Chinese)
- [12] 汤宏,张杨珠,曾掌权,等.施用有机肥对蔬菜品质影响的研究进展[J].湖南农业科学,2009(6):69-72.
Tang H, Zhang Y Z, Zeng Z Q, et al. Research progress of the

- effects of organic fertilizers application on the quality of vegetables [J]. *Hunan Agricultural Sciences*, 2009(6): 69-72. (in Chinese)
- [13] 李吉进, 邹国元, 宋东涛, 等. 有机肥和化肥对番茄产量和品质的影响 [J]. *土壤通报*, 2009, 40(6): 1330-1332.
Li J J, Zou G Y, Song D T, et al. Influence of compost and chemical fertilizers on tomato yield and quality [J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 2009, 40(6): 1330-1332. (in Chinese)
- [14] 王昌全, 谢德体, 李冰, 等. 不同有机肥种类及用量对芹菜产量和品质的影响 [J]. *中国农学通报*, 2005, 1(1): 192-195.
Wang C Q, Xie D T, Li B, et al. Effect of different kinds and dosage of organic manure on the yield and quality of celery [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2005, 1(1): 192-195. (in Chinese)
- [15] 李祥云, 宋朝玉, 王瑞英, 等. 不同畜禽粪肥及不同用量对大葱生长的影响 [J]. *中国土壤与肥料*, 2006(6): 45-47.
Li X Y, Song C Y, Wang R Y, et al. Effect of different kinds of animal manures and quantity on growth of scallion [J]. *Soil and Fertilizer Sciences in China*, 2006(6): 45-47. (in Chinese)
- [16] Merrill W. *Composition of foods*; Handbook No. 8 [M]. Washington D C; the United State Department of Agriculture, 1963.
- [17] Heeb A, Lundegardh B, Savage G, et al. Impact of organic and inorganic fertilizers on yield, taste, and nutritional quality of tomatoes [J]. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2006, 169(4): 535-541.
- [18] Pechova B, Prugar J, Medved M, et al. Process of nitrate accumulation in vegetables crops [J]. *Scientia Agricultura Bohemica*, 1998, 29(2): 93-118.
- [19] 徐文军, 王希平. 硝酸盐对蔬菜的污染与防治 [J]. *北方园艺*, 2003(6): 54-55.
Xu W J, Wang X P. Nitrate pollution in vegetables and control [J]. *Northern Horticulture*, 2003(6): 54-55. (in Chinese)
- [20] Tarkalson D D, Jolley V D, Robbins C W, et al. Mycorrhizal colonization and nutrition of wheat and sweet corn grown in manure-treated and untreated topsoil and subsoil [J]. *Journal of Plant Nutrition*, 1998, 21(9): 1985-1999.
- [21] 蒋卫杰, 余宏军, 李红. 不同有机肥种类对生菜硝酸盐含量的影响 [J]. *中国蔬菜*, 2005(8): 10-12.
Jiang W J, Yu H J, Li H. Effect of different organic manure on nitrate content in lettuce [J]. *China Vegetables*, 2005(8): 10-12. (in Chinese)
- [22] 高峻岭, 宋朝玉, 李祥云, 等. 不同有机肥配比对蔬菜产量和品质及土壤肥力的影响 [J]. *中国土壤与肥料*, 2008(1): 48-51.
Gao J L, Song C Y, Li X Y, et al. Effect of different combinations of organic manures on vegetables yield, quality and soil fertility [J]. *Soil and Fertilizer Sciences in China*, 2008(1): 48-51. (in Chinese)
- [23] Abubaker S M, Ammar T, Tahboub A B. Nitrate accumulation in spinach (*Spinacia oleracea* L.) tissues under different fertilization regimes [J]. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 2010, 8(2): 778-780.
- [24] 帕提曼·阿不都热合曼, 松中昭夫, 秦勇. 有机肥和化肥对菠菜产量及品质的影响 [J]. *北方园艺*, 2007(11): 28-30.
Patiman · Abdurahiman, Matsunaka T, Qin Y. Research the influence of organic and chemical fertilizer to the spinach, output and quality [J]. *Northern Horticulture*, 2007(11): 28-30. (in Chinese)
- [25] 刘艳鹏, 余宏军, 蒋卫杰, 等. 不同有机肥种类对无土栽培番茄生长及品质的影响 [J]. *北方园艺*, 2007(7): 1-3.
Liu Y P, Yu H J, Jiang W J, et al. Effects of different fertilizer type on growth and quality of tomato in soilless culture [J]. *Northern Horticulture*, 2007(7): 1-3. (in Chinese)
- [26] 马志宏, 刘秀珍. 不同有机肥对乌塌菜产量及品质的影响 [J]. *山西农业大学学报: 自然科学版*, 2008, 28(2): 480-482.
Ma Z H, Liu X Z. The effects of different organic fertilizers on yield and quality of wta-tsai [J]. *Journal of Shanxi Agricultural University: Natural Science Edition*, 2008, 28(2): 480-482. (in Chinese)
- [27] 王建湘, 周杰良. 不同有机肥种类对小白菜品质及产量的影响 [J]. *上海蔬菜*, 2007(1): 63-64.
Wang J X, Zhou J L. Effects of different fertilizer type on quality and yield of Chinese cabbage [J]. *Shanghai Vegetables*, 2007(1): 63-64. (in Chinese)