

有机、无公害与常规蔬菜生产 模式土壤及植株性状比较研究初报*

刘畅 李季**

杨合法

(中国农业大学资源与环境学院生态系 北京 100094) (中国农业大学曲周实验站 曲周 657250)

摘要 试验研究表明,施用有机肥可促进蔬菜植株生长和增产,且有利于改善土壤理化性质,提高土壤肥力。有机、无公害生产模式土壤有机质、全N、速效钾含量分别较常规生产模式高48.5%、25.4%、130.1%和5.1%、4.3%、81.6%;有机生产模式西红柿维生素C、总糖、可溶性固形物分别比常规生产模式高11.9%、14.1%和3.9%,芹菜维生素C、总糖、可溶性固形物分别较常规生产模式高11.2%、12.5%和43.8%。有机、无公害生产模式芹菜NO₃⁻含量分别较常规模式低30.6%和25.9%。

关键词 有机生产模式 无公害生产模式 常规生产模式 蔬菜

Comparison of soil and plant characteristics in organic, integrated and conventional cultivation patterns of vegetable production. LIU Chang, LI Ji(College of Resources and Environmental Science, China Agricultural University, Beijing 100094, China), YANG He-Fa(Quzhou Experimental Station of China Agricultural University, Quzhou 657250, China), *CJEA*, 2006, 14(2): 191 ~ 194

Abstract The comparative experiments indicate that the application of organic fertilizer can promote the plant growth, increase the vegetable yield and improve the physical and chemical characters and fertility of soil. By using the organic and integrated cultivation patterns, the contents of organic matter, total N, available K in the soil are 48.5%, 25.4%, 130.1% and 5.1%, 4.3%, 81.6% higher than those by using the conventional cultivation pattern. The study on tomato shows that the vitamin C, sugar and soluble solid contents of the plant in the organic pattern are 11.9%, 14.1% and 3.9% higher than those in the conventional pattern. The study on celery shows that the vitamin C, sugar and soluble solid contents of the plant in the organic pattern are 11.2%, 12.5% and 43.8% higher than those in the conventional pattern. The nitrate contents of the plants in the organic and integrated patterns are 30.6% and 25.9% lower than those in the conventional pattern.

Key words Organic cultivation pattern, Integrated cultivation pattern, Conventional cultivation pattern, Vegetable

(Received Dec. 25, 2004; revised Feb. 23, 2005)

过分依赖化肥和农药的常规农业造成了严重的环境污染,并影响食品安全和危害人体健康。国外一些农场如荷兰早在1953年就开始进行不同施肥方式(单纯施用化肥、化肥和绿肥、化肥与有机肥)对土壤有机质含量影响的比较试验,又于1979年进行了常规农作系统、有机农作系统和综合农作系统的对比试验;进入80年代,奥地利、丹麦、法国、德国、意大利、瑞士、英国的一些农场也进行了常规农业和综合农业系统的比较试验,结果显示有机或综合农业系统的农业投入较常规农业系统低30%~60%,农药投入量较常规农业系统低30%~72%^[13,14]。近年来我国方芳等^[1]对高山无公害蔬菜与平原一般蔬菜的栽培和无机营养元素、蛋白质、维生素及纤维等营养成分进行比较分析表明,4种高山无公害蔬菜的Ca、Fe、P、维生素和蛋白质含量均较高;李季等^[2]连续4年进行温室无公害与常规蔬菜生产模式的比较试验表明,无污染蔬菜棚土壤有机质含量提高0.14%~0.4%,化肥用量降低50%,农药用量降低30%,产量提高5%~10%,产值提高1%~6%;1992~1998年席运官^[3~5]等对草莓在有机和无机种植系统内能量流动、物质转化以及经济效益进行比较研究,并分析比较了莴苣、洋葱有机与无机生产系统的能流、经济流及对土壤环境的影响结果表明,有机系统蔬菜长势、产量、经济效益及土壤有机质、微生物含量均高于无机系统。本研究通过对有机、无

* “十五”国家科技攻关项目(2001BA508B01)资助

** 通讯作者

收稿日期:2004-12-25 改回日期:2005-02-23

公害与常规蔬菜生产模式比较,探讨了日光温室中无污染蔬菜生产的有效途径和方法,为常规蔬菜生产寻求有效替代技术提供理论基础。

1 试验材料与方法

试验于 2002 年 3 月~2004 年 1 月在中国农业大学曲周实验站日光温室内进行,日光温室为拱圆式,长 60m、宽 7m,3 个日光温室总用地面积 0.2hm²。试验分为日光温室条件下的有机蔬菜生产模式、无公害蔬菜生产模式和常规蔬菜生产模式,试验安排了黄瓜、西红柿、芹菜 3 个茬口。有机生产模式温室基肥施 EM^[6]堆肥,追肥施用干鸡粪,病虫害防治以物理防治为主如铺设防虫网、黄板诱杀、人工捉虫、硫磺熏蒸灭菌;无公害生产模式温室基肥施 EM 堆肥和化肥,追肥施用干鸡粪和化肥,病虫害防治以生物防治为主,如喷施生物制剂进行病虫害防治;常规生产模式温室采用常规管理方式。不同生产模式施肥量、施用肥料中养分含量见表 1。记录植株发育速度、产量和蔬菜基本品质等指标,每茬收获后取 0~20cm 耕层土壤测定其基本理化性状,采用咫尺测量田间蔬菜长势(取平均值),按实收产量计算蔬菜产量。用半微量开氏法测定土壤全 N,以钼锑抗比色法测定土壤全 P,用重铬酸钾氧化还原滴定外源加热法测定土壤有机质,用 NH₄Ac 浸提火焰光度法测定土壤速效钾,用 2,6-二氯靛酚滴定法测定果实维生素 C,以蒽酮比色法测定果实总糖,用镉柱还原法测定果实硝酸盐,用折射仪法测定果实可溶性固形物含量。

表 1 不同生产模式施肥量、施用肥料中养分含量

Tab. 1 Application amount and nutrients of the manure under different treatments

处 理 Treatments	施肥量/ kg·hm ⁻² Application amount							养分含量/ kg·hm ⁻² Nutrients content		
	硝酸铵 Ammonium nitrate	EM 堆肥 Dunghill	鸡粪 Dung	尿素 Urea	磷酸二铵 Diamine	硫酸钾 Salfate kalium	过磷酸钙 Superphosphate	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
黄 瓜 有 机 模 式	-	11250	14400	-	-	-	-	412	285	295
无 公 害 模 式	-	9000	8400	300	450	-	-	480	309	210
常 规 模 式	-	18675	6000	450	600	-	-	684	437	338
西 红 柿 有 机 模 式	-	18000	7200	-	-	-	1500	402	392	338
无 公 害 模 式	150	13500	-	262.5	-	-	1500	388	256	208
常 规 模 式	300	9000	-	450	-	-	1500	457	230	139
芹 菜 有 机 模 式	-	18000	9000	-	-	-	-	438	252	360
无 公 害 模 式	-	9000	4500	225	375	-	-	375	276	180
常 规 模 式	-	-	9000	450	750	300	-	473	453	76

2 结果与分析

2.1 不同生产模式土壤化学性质变化

由表 2 可知经黄瓜、西红柿与芹菜 3 茬试验,有机、无公害与常规生产模式土壤有机质、全 N、全 P、速效钾

表 2 不同生产模式耕层土壤养分变化*

Tab. 2 Changes of soil nutrients in the plowed layer under different treatments

养分指标 Nutrients	茬次 Crops	有机模式 Organic mode	无公害模式 Pollution-free mode	常规模式 Conventional mode
有机质/ g·kg ⁻¹	原始土壤	16.6b	15.3b	18.9a
	黄 瓜	18.9a	16.6b	19.3a
	西 红 柿	27.9a	21.0b	20.1b
	芹 菜	34.9a	24.7b	23.5b
全 N/ g·kg ⁻¹	原始土壤	1.17b	1.19b	1.36a
	黄 瓜	1.29a	1.28a	1.44a
	西 红 柿	1.71a	1.36b	1.45b
	芹 菜	2.32a	1.93b	1.85b
全 P/ g·kg ⁻¹	原始土壤	1.38b	1.24b	2.22a
	黄 瓜	1.46b	1.29c	2.04a
	西 红 柿	1.73b	1.46c	2.04a
	芹 菜	1.98c	1.63b	2.31a
速效钾/ mg·kg ⁻¹	原始土壤	282a	314a	213b
	黄 瓜	438a	429a	237b
	西 红 柿	514a	499a	247b
	芹 菜	787a	621a	342b

* 表中同一行中不同字母表示养分含量达 $P=0.05$ 显著性差异。

含量均高于原始土壤,且有机、无公害生产模式土壤养分含量变化显著。有机生产模式土壤有机质、全 N、速效钾含量分别比常规生产模式高 48.5%、25.4% 和 130.1%,均达显著差异水平;无公害生产模式土壤有机质、全 N、速效钾含量分别比常规生产模式高 5.1%、4.3%、81.6%;有机、无公害生产模式土壤全 P 含量均低于常规生产模式,但增长率均高于常规生产模式。与原始土壤相比,有机生产模式土壤有机质、全 N、全 P、速效钾含量分别增加 110.2%、98.3%、43.5%、179.1%,无公害生产模式土壤有机质、全 N、全 P、速效钾含量分别增加 61.4%、62.2%、31.5%、97.8%,常规生产模式土壤有机质、全 N、全 P、速效钾含量分别增加 24.3%、36.0%、4.1%、60.6%。通过 3 茬蔬菜试验,有机、无公害生产模式土壤养分含量变化显著。芹菜试验结束时,有机

生产模式土壤有机质、全 N 含量由原始土壤分别低于常规生产模式 12.2% 和 14.0%, 变为比常规生产模式分别高 48.5%、25.4%; 无公害生产模式土壤有机质、全 N 含量由原始土壤分别低于常规生产模式 19.1% 和 12.5%, 变为较常规生产模式分别高 5.1%、4.3%; 虽然有机、无公害生产模式土壤全 P 含量低于常规生产模式, 但前者增长率明显高于后者, 初步说明施用有机肥有利于提高土壤养分含量, 改善土壤理化性质。王慎强等^[7]研究表明, 长期施用有机肥有利于增加土壤全 N; 王库等^[8]研究表明, 施用有机肥能显著改善土壤供 P 状况。大量研究也表明, 施用有机肥有利于提高土壤有机质含量, 李季等^[2]通过日光温室无污染蔬菜的长期定位试验研究表明, 长期施用 EM 堆肥土壤有机质、速效钾含量均高于对照。

2.2 不同生产模式蔬菜株高、产量变化

由表 3 可知有机、无公害生产模式黄瓜植株长势均优于常规生产模式, 分别比常规生产模式高 40.77% 和 28.46% 且达显著差异水平; 有机、无公害生产模式黄瓜单果重比常规生产模式分别高 7.41% 和 5.56%, 但未达显著差异水平; 有机生产模式黄瓜产量低, 可能是由于生长后期长期阴天导致病害严重无法控制, 致使产量受到影响。西红柿试验中植株高度、单果重、产量均以有机生产模式为最高, 比无公害生产模式分别高 3.03%、14.97%、15.60%, 比常规生产模式分别高 0.99%、11.18%、0.20%。有机、无公害生产模式与常规生产模式西红柿产量并未达显著差异水平, 但有机、无公害生产模式单位 N 肥产出量比常规生产模式高 14.1%

和 2.2%。芹菜试验中, 有机、无公害生产模式与常规生产模式株高达显著差异水平, 较常规生产模式分别高 22.0% 和 9.8%; 单果重以有机生产模式为最高, 与常规生产模式单果重达显著差异水平; 无公害生产模式产量低于常规生产模式, 但单位 N 产出量比常规生产模式高 20.9%, 有机生产模式单位 N 产出量较常规生产模式高 14.4%。黄瓜试验中, 无公害生产模式蔬菜产量高于常规生产模式, 说明有机、无机肥合理配施增产效果明显, 有机肥可提高土壤供 K 能力^[9], 而 K 肥可促进作物生长, 故可提高作物产量; 西红柿、芹菜试验中无公害生产模式蔬菜产量均低于常规生产模式, 这可能是由于常规生产模式投入的化肥较多, 化肥能迅速提高土壤速效养分含量, 能很快满足作物生长发育的营养需求, 从而提高作物产量。倪治华等^[10]研究表明, 施用有机肥对蔬菜作物有显著增产和促进植株生长的作用。有机肥利用率高于化肥, 施用有机肥有利于促进植株生长和果实发育, 有一定增产作用。西红柿、芹菜试验中, 有机、无公害生产模式单位 N 产出量均高于常规生产模式, 说明有机肥利用率较高。

2.3 不同生产模式蔬菜品质变化

由表 4 可知有机生产模式蔬菜品质各项指标均好于常规生产模式。有机生产模式西红柿、芹菜中维生素 C、总糖、可溶性固形物较常规生产模式分别高 11.9%、14.1%、3.9% 和 11.2%、12.5%、43.8%; 西红柿、芹菜可溶性固形物含量无公害与常规生产模式之间差异不明显; 芹菜维生素 C 含量无公害生产模式较常规生产模式高 10.5%; 西红柿、芹菜总糖含量无公害生产模式较常规生产模式分别低 12.3% 和 3.1%; 西红柿

表 4 不同生产模式蔬菜品质比较

Tab 4 Quality of the vegetable crops under different treatments

蔬菜品种 Vegetable species	处 理 Treatments	维生素 C mg·kg ⁻¹ Vitamine C	总糖 g·kg ⁻¹ Total saccharide	可溶性固形物 g·kg ⁻¹ Dissoluble solid	硝酸盐 mg·kg ⁻¹ Nitrate
西红柿	有机模式	18.58	37.2	52.74	-
	无公害模式	16.70	28.6	50.74	-
	常规模式	16.60	32.6	50.74	-
芹 菜	有机模式	93.20	3.6	46.00	739.24
	无公害模式	92.60	3.1	34.00	789.44
	常规模式	83.80	3.2	32.00	1065.73

表 3 不同生产模式蔬菜株高、产量比较 *

Tab 3 Height of the plant and output of the vegetable under different treatments

蔬菜品种 Vegetable species	处 理 Treatments	株高/ m Height of plant	单果重/ kg Weight per fruit	产量 kg·hm ⁻² Output	单位N产量 kg·kg ⁻¹ Output of N
黄 瓜	有机模式	1.83a	0.058a	2157a	5.2
	无公害模式	1.67ab	0.057a	5812.5a	12.1
	常规模式	1.30b	0.054a	5556a	8.1
西红柿	有机模式	1.02a	0.169a	59250a	147.5
	无公害模式	0.99a	0.147b	51255a	132.1
	常规模式	1.01a	0.152b	59130a	129.3
芹 菜	有机模式	0.50a	0.455a	32148a	73.3
	无公害模式	0.45b	0.412c	29085c	77.5
	常规模式	0.41c	0.430b	30315b	64.1

* 同一列中不同字母表示 $P=0.05$ 显著性差异。

有机、无公害、常规生产模式均未检出硝酸盐含量, 其原因可能是由于样品采摘后经过长途携带, 造成损伤, 以及从采摘到测定的时间间隔太长导致蔬菜样本中硝酸盐降解, 以及浆果中硝酸盐含量较低等原因所致; 芹菜植株硝酸盐含量以有机生产模式为最低, 为 739.24mg/kg; 无公害生产模式次之, 为 789.44mg/kg; 常规生产模式最

高,为 1065.73mg/kg,高于世界卫生组织和联合国粮农组织(WHO/FAO)制定的蔬菜可食部分硝酸盐含量 432mg/kg(鲜样)^[11],但有机生产模式芹菜硝酸盐含量低于规定的二级标准(785mg/kg),不宜生食,可以熟食、盐渍;无公害生产模式芹菜硝酸盐含量略高于二级标准,但低于我国无公害食品标准(叶菜类 <3000mg/kg);常规生产模式芹菜硝酸盐含量为规定的三级标准(1440mg/kg),不宜生食、盐渍,可以熟食^[12]。

3 小 结

施用有机肥可促进蔬菜植株生长和增产,且有利于改善土壤理化性质,提高土壤肥力。有机生产模式较常规生产模式植株长势好;有机、无公害生产模式土壤有机质、全 N、速效钾含量均高于常规生产模式;有机、无公害生产模式土壤全 P 含量低于常规生产模式,其原因是常规生产模式原始土壤全 P 含量显著高于有机和无公害生产模式,且常规生产模式各蔬菜茬口生产均投入化学 P 肥,虽然如此,有机、无公害生产模式全 P 增长率仍高于常规生产模式,说明施用有机肥有利于提高土壤 P 素的供应水平。施用有机肥有利于提高蔬菜品质,有机生产模式西红柿和芹菜的维生素 C、总糖、可溶性固形物含量分别比常规生产模式高 11.9%、14.1%、3.9% 和 11.2%、12.5%、43.8%。西红柿未检出硝酸盐,可能是由于采样、运输、保存措施不当造成硝酸盐降解所致,芹菜中硝酸盐含量以有机模式为最低,说明施用有机肥有利于降低蔬菜硝酸盐含量。有机、无公害模式的增产效果并不显著,西红柿、芹菜产量有机模式较常规模式分别高 0.20%、6.05%,而黄瓜产量则低于常规生产模式,主要原因是不同模式生产技术仍处于试验探索阶段,故会出现产量降低现象。有机、无公害蔬菜生产模式替代常规蔬菜生产模式前景广阔,但要真正实现替代模式的推广仍需一段时间。只有无污染蔬菜生产技术得到全面推广,才能真正实现蔬菜生产的可持续性。

参 考 文 献

- 1 方 芳,王 芳等.高山无公害蔬菜与平原一般蔬菜栽培和营养成分的比较.浙江师范大学学报(自然科学版),2001(3):288~291
- 2 李 季,苏 芳等.日光温室无污染蔬菜生产定位试验研究.中国生态农业学报,2002,10(3):123~125
- 3 席运官,邵崇妹等.蔬菜有机与无机生产系统能流、经济流的比较研究.生态农业研究,1999(2):39~42
- 4 席运官,邵崇妹等.草莓有机与无机种植系统能流和经济流的比较研究.农村生态环境,1997,13(3):37~41
- 5 席运官.有机农业与中国传统农业的比较.农村生态环境,1997,13(1):55~58
- 6 倪永珍,李维炯.EM 技术应用研究.北京:中国农业大学出版社,1998
- 7 王慎强,蒋其鳌等.长期施用有机肥与化肥对潮土土壤化学及生物学性质的影响.中国生态农业学报,2001,9(4):67~69
- 8 王 库,何东方.有机肥对旱地红壤供磷效应的研究.土壤肥料,2001(5):19~22
- 9 刘 明,谭宏志等.有机肥和钾肥配合施用对水稻产量及土壤肥力的影响.土壤肥料,2001(3):36~38,47
- 10 倪治华,马国瑞.有机无机生物活性肥料对蔬菜作物生长及土壤生物活性的影响.土壤通报,2002,33(3):212~215
- 11 李仁发,潘晓萍等.施用有机肥对降低蔬菜硝酸盐残留的影响.福建农业科技,1999(6):14~15
- 12 董 英,黄达明等.蔬菜硝酸盐的积累及其生理机制研究进展.江苏农业科学,2002(6):78~81
- 13 Andren O, Paustian K, Rosswal. Soil biotic interactions in the function of agroecosystem. Biological Interaction in Soil. Amsterdam: Elsevier,1988.67
- 14 Paoletti M. G., Stinner B. R., Lorenzoni G. G. Agricultural Ecology and Environment. Amsterdam: Elsevier,1989.636