

长期定位施肥对保护地黄瓜产量及磷、钾养分吸收的影响

杜立宇¹, 刘俊杰², 梁成华¹

(1. 沈阳农业大学 土地与环境学院 辽宁 沈阳 110161; 2. 辽宁阜新科技情报研究所, 辽宁 阜新 123000)

摘 要:以沈阳农业大学蔬菜保护地长期定位试验为基础, 通过田间试验、化验分析相结合的方法, 系统的研究了长期定位条件下, 不同施肥处理对保护地黄瓜产量及其吸收养分的影响。结果表明:BNK(1 000.00 g·株⁻¹)和 ANPK(982.78 g·株⁻¹), APK(876.11 g·株⁻¹)和 BN₁(792.22 g·株⁻¹), BNP(758.33 g·株⁻¹)和 AP(758.33 g·株⁻¹), AK(657.22 g·株⁻¹)和 AN₀(626.11 g·株⁻¹), BP(327.78 g·株⁻¹)和 BK(313.89 g·株⁻¹), BN₀(297.22 g·株⁻¹)之间差异不显著, 说明化学氮肥和有机肥在增产效应上作用相当;ANK(1 188.89 g·株⁻¹), BNK(1 000.00 g·株⁻¹)处理的产量较高, 并与其它处理差异极显著;表明钾肥及氮钾肥配施都能够起到明显的增产效应。黄瓜植株从土壤中吸收磷素、钾素养分的量主要受土壤中磷素、钾素释放量的影响。

关键词:长期定位; 蔬菜保护地; 磷; 钾; 黄瓜

中图分类号:S 154.2; S 642.206⁺.2 文献标识码:A 文章编号: 1001-0009(2008)12-0024-04

设施生产在农业生产中占有很重要的地位, 随着设施使用年限的增加, 蔬菜连作障碍已经构成制约我国设施生产发展的重大问题^[1]。并且引起了广大科研工作者的普遍关注, 但是这些关注大多集中在土壤次生盐渍化、微生物区系变化及土传病害发生机制等方面的研究上, 而对于在设施土壤养分与蔬菜营养关系往往研究较少。设施蔬菜栽培高强度施肥现象十分普遍, 肥料的大量投入, 很可能将造成土壤养分收支失去平衡, 长期的养分不均衡还可能进一步影响到蔬菜产量及本身的养分含量。前人已有研究表明, 在长期定位施肥条件下, 不同施肥处理对保护地土壤养分的行为及其转化已经产生了重要的影响^[4, 6-8], 表现为磷素含量过高, 土壤钾素含量过度耗竭, 磷钾养分含量不平衡等。那么在此基础上继续研究设施条件下不同施肥处理蔬菜对养分的吸收状况及产量与施肥之间的关系, 并深入探讨设施土壤养分调控和平衡施肥的理论问题是十分必要的。现以黄瓜为例, 分析了成熟期不同施肥处理黄瓜植株体内磷、钾的含量及各处理植株干物质总量, 以期为合理施肥, 提高肥料利用率及蔬菜品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

第一作者简介:杜立宇(1974), 女, 博士, 主要从事土壤肥力方面的研究工作。
通讯作者:梁成华。E-mail: liang110161@sina.com。
基金项目:国家自然科学基金资助项目(30370972; 30571266)。
收稿日期:2008-07-10

该试验在沈阳农业大学园艺学院蔬菜施肥长期定位实验基地进行, 位于辽宁沈阳市东陵区沈阳农业大学院内(北纬 41°31', 东经 123°24')。土壤类型为草甸土, 此蔬菜施肥长期定位试验已经连续进行了 17 年, 其中 1988~1996 年完成了 2 个露地蔬菜栽培的轮作循环(8 种蔬菜, 一年两茬); 1996 年底将定位试验土壤分层搬到塑料大棚内开始设施栽培土壤施肥微区定位试验, 试验连续进行至今。试验采用完全随机区组设计。设 16 个处理, 小区面积 1.5 m², 3 次重复。分别在施有机肥和不施有机肥的基础上设 N₁、P、K 配施试验(施用有机肥用 A 表示, 不施有机肥用 B 表示), 各施肥处理如表 1 所示。

表 1 设施蔬菜长期定位试验施肥处理

处理	马粪 /kg·区 ⁻¹	尿素 /kg·区 ⁻¹	过磷酸钙 /kg·区 ⁻¹	硫酸钾 /kg·区 ⁻¹
CK	—	—	—	—
AN ₀	11.25	—	—	—
AN	11.25	22.50	—	—
AP	11.25	—	720.00	—
AK	11.25	—	—	53.79
APK	11.25	—	720.00	53.79
ANP	11.25	22.50	720.00	—
ANK	11.25	22.50	—	53.79
ANPK	11.25	22.50	720.00	53.79
BN	—	22.50	—	—
BP	—	—	720.00	—
BK	—	—	—	53.79
BPK	—	—	720.00	53.79
BNP	—	22.50	720.00	—
BNK	—	22.50	—	53.79
BVPK	—	22.50	720.00	53.79

1.2 试验材料

供试土壤为草甸土。基本理化性质如下, pH 7.24; 有机质: 38.45 g ° kg⁻¹; 全氮 0.96 g ° kg⁻¹; 全磷: 1.39 g ° kg⁻¹; 全钾: 24.32 g ° kg⁻¹; 阳离子代换量: 11.93 cmol ° kg⁻¹。供试黄瓜品种为津春4号, 2004年3月11日播种, 日光温室内育苗。

1.3 测定方法

植株体内磷含量采用 H₂SO₄-H₂O₂消煮, 钒钼黄比色法测定; 钾含量采用 H₂SO₄-H₂O₂消煮火焰光度计法测定。产量以单株计算。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对黄瓜产量的影响

由表2可知, 各不同施肥处理黄瓜产量差异较大, 且处理之间差异达到极显著水平。其中 ANK 处理的产量最高, 为 1 188.89 g ° 株⁻¹, 其它处理产量依次分别为 BNPK(1 053.13 g ° 株⁻¹) > BNK(1 000.00 g ° 株⁻¹) > ANPK(982.78 g ° 株⁻¹) > AN_i(941.67 g ° 株⁻¹) > ANP(876.11 g ° 株⁻¹) > APK(802.78 g ° 株⁻¹) > BN_i(792.22 g ° 株⁻¹) > BNP(758.33 g ° 株⁻¹) > AP(758.33 g ° 株⁻¹) > AK(657.22 g ° 株⁻¹) > AN₀(626.11 g ° 株⁻¹) > BPK(363.89 g ° 株⁻¹) > BP(327.78 g ° 株⁻¹) > BK(313.89 g ° 株⁻¹) > BN₀(297.22 g ° 株⁻¹)。可以看出, BNK 和 ANPK, APK 和 BN_i, BNP 和 AP, AK 和 AN₀, BP 和 BK、BN₀ 之间差异不显著, 观察各个处理之间的施肥差异可知, 单独施用磷钾肥而不施氮肥和有机肥料的处理产量最低, 说明氮肥和有机肥施用是提高蔬菜产量的主要影响因素之一, 同时还可以看出化学氮肥施用之后, 黄瓜产量明显提高, 但是在此基础上, 再施用有机肥的产量差异不显著。说明化学氮肥和有机肥在增产效应上作用相当。并且在所有处理当中, ANK、BNK 处理的产量较高, 并与其它处理差异极显著; 这说明钾素在保护地土壤养分效应发挥上已经成为一种限制因素, 钾肥及氮钾肥配施都能够起到明显的增产效应。比较 BNPK、ANPK 处理的产量还可以发现, BNPK 处理产量为 1 053.13 g ° 株⁻¹ 比 ANPK 处理产量高 70.35 g ° 株⁻¹, 并且之间差异达极显著水平, 说明当氮磷钾养分供应协调时, 施用有机肥对增产影响不大, 相反还有可能在一定程度上引起产量的降低。

2.2 不同施肥处理对黄瓜植株体内含磷量的影响

在黄瓜收获后测定植株样本中含磷量及土壤中磷素的释放总量, 由表3可知, 除了 BPK 处理之外, 施用有机肥的各个处理中黄瓜植株含磷量均大于不施用有机肥的各个相同处理。而 BPK 处理黄瓜植株含磷量较高为 1.23%, 比 APK 处理的植株含磷量高 0.09%。产生这种现象的原因可能是由于 BPK 处理本身土壤的磷素的释放量在各个处理之中相比较较高, 使植株从土壤中吸

收的磷量较多, 虽然 APK 处理的磷素释放量也比较高, 但是其生长也较旺盛, 产量较高, 这就造成了磷素在植株体内的稀释作用, 结果形成 BPK 处理植株含磷量反而比 APK 处理的高。比较不同施肥处理之间植株对磷素的吸收差异可以发现, 有机磷肥施用的处理植株含磷量相对高于不施磷肥的各个处理。对于不施用有机肥的各处理, 植株含磷量的顺序为 BPK(1.23%) > BNPK(0.93%) > BNP(0.93%) > BP(0.89%) > BK(0.85%) > BN₀(0.69%) > BN_i(0.50%) > BNK(0.41%)。而施用有机肥的各处理中植株含磷量的顺序为: ANPK(1.17%) > APK(1.13%) > AP(1.13%) > ANP(0.98%) > AK(0.97%) > AN_i(0.90%) > AN₀(0.90%) > ANK(0.85%)。无论是施用有机肥还是不施用有机肥的处理, 化学磷肥的施用对于从土壤中植株吸收磷素有一定的促进作用。而氮钾肥配施的处理黄瓜植株的含磷量在各个处理中均为最低, 这是由于该处理黄瓜产量较高形成养分被稀释作用所致。在分别对黄瓜植株含磷量及植株从土壤中吸收磷素的量与土壤磷素的释放总量做相关分析发现, 它们与土壤磷素的释放量均存在极显著的正相关关系 ($r = 0.752^{**}$, $r = 0.780^{**}$)。如磷肥和钾肥配施的处理中土壤磷的释放量最高, 而该处理植株含磷量也相应较高。表明植株从土壤中吸收磷素主要受土壤中磷素的释放影响。

表 2 不同施肥处理土壤黄瓜产量及干物质产量

处理	产量/ g ° 株 ⁻¹	干物质重/ g ° 株 ⁻¹
ANK	1 188.89 aA	170.49
BNPK	1 053.13 bB	146.63
BNK	1 000.00 cC	144.37
ANPK	982.78 cC	163.50
AN _i	941.67 dD	155.40
ANP	876.11 eE	155.57
APK	802.78 fF	116.66
BN _i	792.22 fF	126.52
BNP	758.33 gG	114.86
AP	758.33 gG	136.31
AK	657.22 hH	109.13
AN ₀	626.11 iH	126.49
BPK	363.89 jI	88.00
BP	327.78 kJ	78.65
BK	313.89 lJ	77.00
BN ₀	297.22 mJ	71.63

2.3 不同施肥处理对黄瓜植株体内含钾量的影响

由表3可知, 施用有机肥的各处理黄瓜植株含钾量明显高于不施有机肥的各处理。说明有机肥对于植株从土壤中吸收钾素也有与磷同样的促进作用。在比较各种不同的施肥处理间的差异时发现, 对施用有机肥的各处理来说, 黄瓜植株的含钾量为 AK(8.12%) > APK(7.51%) > AN₀(7.14%) > AP(7.13%) > ANPK(6.94%) > ANP(6.68%) > ANK(6.52%) > AN_i(6.41%)。而不施有机肥的各处理中黄瓜植株含钾量分

别为 BK(6.788%)> BPK(5.76%)> BP(4.98%)> BN₀(4.80%)> BNK(4.77%)> BNPK(4.44%)> BNP(4.39%)> BN₁(4.24%)。表明无论是施用有机肥还是不施用有机肥,有钾肥和磷肥补充的处理中植株含钾量均呈现较高的趋势。特别是单施磷肥的处理均表现出植株含钾量较高的特点,这与该处理的非交换性钾的释放量较大相矛盾,与实际生产中出现的施钾肥仍然有效的特点相符合。为了进一步验证植株的吸收钾量与土壤钾素释放之间的关系,将植株的干物质产量与植株含钾量相乘得出黄瓜植株从土壤中吸收钾素的量,对其与土壤非交换性钾释放量作相关分析,结果表明它们之间呈极显著正相关关系($r=0.923^{**}$)。这表明植株含钾量与土壤钾素释放量之间的差异是由于不同处理之间产量的差异所致。对于氮磷钾配施的处理,其植株的含钾量居于中间水平,这可能是由于该处理中植株的生长较旺盛,对其从土壤中吸收的钾素起到了一定的稀释作用所致。而对于氮钾肥配施和单施氮肥的处理来说,其植株的含钾量均较低,这也可能是由于氮肥施用对于植株生长的促进作用较强,同样造成了钾素在植株体内的稀释作用的结果。总之,决定植株从土壤中吸收钾素的主要限制因素是土壤非交换性钾的释放。

表 3 不同施肥处理土壤磷、钾释放量及
黄瓜植株磷、钾含量

处理	植株含磷量 / %	土壤磷释放量 / g · kg ⁻¹	植株含钾量 / %	土壤非交换性钾释放量 / g · kg ⁻¹
ANK	0.85	369.89	6.52	1 950.75
BNPK	0.93	500.03	4.44	1 585.66
BNK	0.41	146.77	4.77	1 589.68
ANPK	1.17	723.43	6.94	1 819.35
AN ₁	0.90	368.54	6.41	1 734.10
ANP	0.98	567.22	6.68	1 781.81
APK	1.13	751.81	7.51	1 786.50
BN ₁	0.50	138.87	4.24	1 399.36
BNP	1.13	445.33	7.13	1 453.48
AP	0.93	642.87	4.39	1 687.96
AK	0.97	417.41	8.12	1 791.20
AN ₀	0.90	417.16	7.14	1 803.71
BPK	1.22	522.82	5.76	1 535.60
BP	0.89	486.16	4.99	1 280.94
BK	0.85	144.39	6.78	1 552.49
BN ₀	0.69	417.16	4.80	1 452.54

3 结论与讨论

该研究结果说明,保护地土壤在长期定位条件下,化学氮肥施用之后,黄瓜产量明显提高,但是在此基础上,再施用有机肥的产量差异不显著。表明化学氮肥和有机肥在增产效应上作用相当。从养分之间的关系对产量影响的效应上看,BNPK 比 ANPK 处理产量高并且之间差异达极显著水平,说明当氮磷钾养分供应协调时,施用有机肥对增产影响不大,相反还有可能在一定程度上引起产量的降低。可见,在施肥的时候对于不同

养分之间按照一定协调比例施用是增产的一项既节约能源又行之有效的措施。但该研究对于不同养分之间适合的比例关系并没有进行深入探讨,这也是在今后的研究中需要继续展开的一个重点方向。

对于植株中磷钾养分含量来说,施用有机肥的各个处理一般大于不施用有机肥的各个相同处理中黄瓜植株含磷量。无论是施用有机肥还是不施用有机肥的处理,化学磷肥的施用对于从土壤中植株吸收磷素都有一定的促进作用。而氮钾肥配施的处理黄瓜植株的含磷量在所有施肥处理中均为最低,这表明植株从土壤中吸收磷素主要受土壤中磷素的释放影响。将黄瓜植株从土壤中吸收钾素的总量与土壤非交换性钾释放量作相关分析,结果表明:它们之间呈极显著正相关关系,相关系数 $r=0.923^{**}$ 。决定植株从土壤中吸收钾素的主要限制因素主要是土壤非交换性钾的释放,同时有机肥对于植株从土壤中吸收钾素也有与磷同样的促进作用。

研究结果初步明确了长期定位条件下不同施肥处理黄瓜产量及磷钾养分的吸收状况,但是在蔬菜保护地合理施肥和有效提高土壤质量和蔬菜品质的过程中还有很大需要逐步探讨研究的空间。经研究认为土壤养分的探讨应该更多的与地上部分的生长发育及其品质结合起来进行综合考究,对于土壤养分的转化规律及其有效性的深入研究将有着重要的实际意义。

参考文献

[1] 喻景权. 设施园艺可持续发展与连作障碍问题[J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(2): 124-126.

[2] 葛晓光, 张恩平. 长期施肥条件下菜田—蔬菜生态系统变化的研究(Ⅰ)土壤有机质的研究[J]. 园艺学报, 2004, 31(1): 34-38.

[3] 张昕. 有机肥与无机氮肥长期定位配施对蔬菜产量及菜田土壤肥力性状的影响[D]. 沈阳: 沈阳农业大学博士学位论文, 1999.

[4] 高慧. 长期定位施肥对设施土壤肥力及番茄生育影响的研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2003.

[5] 戴晓艳, 须相成, 陈恩风. 不同肥力棕壤和黑土各粒级微团聚体氮素矿化势[J]. 沈阳农业大学学报, 1990, 21(4): 327-330.

[6] 陈永智, 丁光国, 胡永军. 平衡施肥与可持续蔬菜优质生产[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2000: 52-58.

[7] 黄锦法, 李艾芬, 马树国, 等. 蔬菜保护地土壤障碍的调查及矫治措施[J]. 土壤肥料, 2002(2): 42-44.

[8] 朱建华, 李俊良. 几种复合肥施用对蔬菜保护地土壤环境质量的影响[J]. 农业环境保护, 2002, 21(1): 5-8.

[9] 崔正忠, 陈友. 蔬菜保护地土壤养分变化趋势[J]. 北方园艺, 2002(2): 10-12.

[10] 薛继澄, 毕德义. 保护地栽培蔬菜生理障碍的土壤因子与对策[J]. 土壤肥料, 1994(1): 4-9.

[11] 田永生. 蔬菜营养生理与土壤[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1982.

[12] Patri N K. Groundwater quality under conventional and no tillage; Nitrate, electrical conductivity, and pH[J]. J Environ Qual, 1998, 27: 869-877.

[13] Chang C. Soil chemistry after eleven annual application of cattle feedlot manure[J]. J Environ Qual, 1991, 20: 475-480.

[14] 史春余,张夫道,张俊清,等.长期施肥条件下设施蔬菜地土壤养分变化研究[J].植物营养与肥料学报,2003,9(4):437-441.

[15] 刘兆辉.山东大棚蔬菜土壤养分特征及合理施肥的研究[D].北京:中国农业大学博士学位论文,2000.

Effect of Long-term Fertilization on Yields and Absorption of Phosphorus and Potassium of Cucumber in Vegetable Soils in Greenhouse

DU Liyu¹, LIU Jun-jie², LIANG Cheng-hua¹

(1.College of Land and Environment, Shenyang Agriculture University, Shenyang, Liaoning 110161, China; 2. Fuxin Science and Technology Information Institute of Liaoning, Fuxin, Liaoning 123000, China)

Abstract: Through long-term experiment in vegetable greenhouse of Shenyang Agriculture University and through the cooperation of field experimen and the chemical analysis it was conducted to study the effects of different fertilization on the contents of phosphorus and potassium .The results were summarized as follows, the differentiation of BNK(1 000. 00 g ° plant⁻¹) and ANPK (982. 78 g ° plant⁻¹), APK (876. 11 g ° plant⁻¹) and BN1 (792. 22 g ° plant⁻¹), BNP (758. 33 g ° plant⁻¹) and AP (758. 33 g ° plant⁻¹), AK (657. 22 g ° plant⁻¹) and AN0 (626. 11 g ° plant⁻¹), BP (327. 78 g ° plant⁻¹) and BK (313. 89 g ° plant⁻¹),BN0(297. 22 g ° plant⁻¹)was indistinctively . That direct Nitrogen fertilizer and organic fertilizer had the same effect on increasing soil productivity. The yields of ANK(1 188. 89 g ° plant⁻¹)and BNK (1 000. 00 g ° plant⁻¹)was higher and the differentiation with others was very distinctively. This conduct that the applying of K or N-K fertilizer considerably increased the productivity. The contents of phosphorus and potassium absorbed by cucumber were closely related with and were significantly linearly correlated to the releasing contents of phosphorus and potassium.

Key words: Long-term experiment; Vegetable soils in greenhouse; Phosphorus; Potassium; Cucumber

粗饲料的合理利用

冬春季节青绿饲料相对缺乏。大多数养殖户一般使用农作物秸秆、青干草等粗饲料喂家畜。以下是合理利用粗饲料的几种方法。

1 切碎炒焙,无料也肥

俗话说“寸草铡三刀,无料也上膘”。秸秆下部粗硬部分应切去做燃料,秸秆上部可切成3 cm左右用于喂牛,切成1.5 cm左右用于喂马属动物和羊等。如用于喂猪,则要用粉碎机先行粉碎。用秕壳喂家畜,可先把秕壳放在大锅中炒至发黄,再进行粉碎后饲喂。

2 喂大家畜可不用粉碎,但炒焙后不仅能增加适口性,还可防止家畜受凉后拉稀,提高家畜的育肥效果

目前,生产中多用发酵、碱化、氨化、喷洒盐水等理化生物学方法对农作物秸秆和麦秸等禾本科饲草进行处理,用经过处理的秸秆、饲草等饲喂畜,可

有效提高家畜消化率。如同时掺喂适量的鲜地瓜、胡萝卜

等,会进一步提高家畜的消化效果。叶片是宝,喂畜最好大多数农作物秸秆和各种干草,其叶片中含有的营养成分往往比秸秆中多,但叶片极易脱落和丢弃。紫花苜蓿干草的叶片可消化蛋白质的含量比茎部高3倍以上,粗脂肪和钙高2.5倍以上,磷高0.5倍。

3 胡萝卜素也主要存在于叶片部分,而叶片的粗纤维含量只有茎部的1/3

因此,在加工调制和饲喂时要特别注意,尽量减少叶片的损失和丢弃。花生蔓、黄豆叶和地瓜叶最易脱落,应注意留心保存,使家畜吃到含叶片较多的干草和秸秆。精粗搭配,效果加位,粗饲料特别是秸秆和秕壳,净能含量较少,体积较大,是生长、育肥、劳役、产乳家畜的基本饲料,但仅喂这些饲料无法满足家畜的营养需要,必须饲喂一定数量的精料,如玉米面、饼类饲料和麸皮等,

可有效提高家畜的生长效果。

4 精粗搭配,防病健胃,粗饲料喂家畜,也要注意调剂使用,不要用单一饲草喂家畜

特别是单一的农作物秸秆,如稻草、麦秸等所含的粗蛋白质、钙、磷等,都不能满足家畜的营养需要、应与含蛋白质、钙含量较多的豆科秸秆搭配饲喂,以提高饲料的利用率。长期用麦秸饲喂家畜,可导致牛羊得瘤胃迟缓病和马属动物消化不良病。如果搭配饲喂,不仅可以满足营养需要,而且可以促进胃肠蠕动,起到防疾病、助消化,使脾胃的作用。青粗搭配,营养齐备,粗饲料中一般胡萝卜素含量较少,含磷量也很低,而青绿多汁饲料和发芽饲料中含量较高,骨粉中钙磷含量较高。因此,冬春季节饲喂家畜时,应补喂适量的骨粉、青绿多汁饲料如白菜叶、萝卜缨、胡萝卜和发芽饲料等,以满足家畜的营养需要,促进家畜健康生长。