

日光温室豇豆产量和品质对水分和氮素水平的响应

梁银丽^{1,2}, 熊亚梅^{1,*}, 吴 燕¹, 周茂娟¹, 韦泽秀¹, 高 静¹, 贺丽娜¹

(1. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 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: 依据在日光温室条件下的田间试验,研究了水分和氮素水平对豇豆产量和品质的影响,以期筛选较佳水分和氮素控制指标,为豇豆优质高产提供依据。结果表明:同一氮肥处理下,豇豆产量随土壤水分含量增加而显著增加,达到土壤相对含水量(RH)75%~85%时产量最高,豇豆高产较佳的水分和养分组合为:氮肥 120 kg/hm²,壤 RH 为 60%~85%。水分对豇豆鲜菜可溶性糖含量影响不明显;在水分充足条件下氮肥能提高豇豆的可溶性糖含量;水分有助于提高豇豆的 Vc 含量,水分、氮肥适宜豇豆可获得较高的 Vc 含量。豇豆硝酸盐含随施氮量增加显著增大。在氮素水平为 60~120 kg/hm² 条件下,水分对豇豆硝酸盐含量影响不明显,在氮素水平为 180 kg/hm² 条件下,水分明显增加豇豆硝酸盐含量。按照蔬菜中硝酸盐含量安全标准,在氮水平为 60~120 kg/hm² 条件下豇豆的硝酸盐含量均在 250 mg/kg 以下,达到一级安全标准。氮水平 120 kg/hm² 是较佳的豇豆安全施肥量。综合考虑水分和氮肥对豇豆安全品质、营养品质以及产量的效应,建议豇豆生产中氮肥用量为 120 kg/hm² 左右,田间持水量保持在 60%~85%。

关键词: 土壤水分;氮素;保护酶活性;日光温室

中图分类号:S152.75; S143.1

文献标识码:A

文章编号:1009-2242(2008)05-0142-04

The Response of Cowpea Yield and Quality to Soil Moisture and Nitrogen in Solar Greenhouse

LIANG Yin-li^{1,2}, XIONG Ya-mei^{1,*}, WU Yan¹, ZHOU Mao-juan¹, WEI Ze-xiu¹, GAO Jing¹, HE Li-na¹

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

Abstract: In solar greenhouse, the paper studied response of cowpea (*Vigna sinensis* L.) yield and quality to soil moisture and nitrogen level, in order to select optimum soil moisture and nitrogen management level for high quality production of cowpea. The results show that, the yield of cowpea increased as soil moisture raising under same nitrogen level, the highest yield could be obtained when soil relative water content as 75%~85%. The optimum quantity of soil moisture and nitrogen for higher yield of cowpea should be N 120 kg/hm² and soil RH as 60%~85%. Application nitrogen fertilizer could increase soluble sugar content in cowpea under water supplying sufficient. There was no important effect of soil moisture on soluble sugar content in cowpea. Increase soil moisture could promote vitamin C content raise in cowpea. The content of nitrate in cowpea went up as nitrogen increasing. The effect of soil moisture on content of nitrate in cowpea was not remarkable under condition of nitrogen level 60~120 kg/hm², and soil moisture increased the content of nitrate in cowpea under condition of nitrogen level 180 kg/hm². According to the content of nitrate in vegetable safety quality standard, the content of nitrate in cowpea under nitrogen 60~120 kg/hm² was lower than that of 250 mg/kg, and reached to the first safety standard. So that nitrogen 120 kg/hm² was optimum safety fertilizing standard. Basic on the effect of soil moisture and nitrogen on cowpea nutrition quality, safety quality and yield, nitrogen level about 120 kg/hm², and soil moisture 60%~85% should be used.

Key words: soil moisture; nitrogen level; protection enzyme; solar greenhouse

随着我国西部生态建设的进行和农村产业结构调整的加快,以日光温室为主体的设施蔬菜种植得到较大发展^[1]。但蔬菜生产中过量施肥和灌水,使硝态氮在蔬菜体内大量累积以及土壤中残留量增大^[2],导致土壤

收稿日期:2008-01-22 *通讯作者 E-mail: yamei0993@163.com

基金项目:中国科学院知识创新项目(KZCX2-XB2-05-01);国家科技支撑项目(2006BAD09B07);中国科学院安塞站和中国科学院水土保持研究所领域前沿项目(SW04302)

作者简介:梁银丽(1957-),女,理学博士,研究员,博士生导师,从事农业生态及作物生理生态研究。E-mail: liangyl@ms.iswc.ac.cn

养分失衡,蔬菜品质下降^[3]。豇豆(*Vigna sinensis* L.)是在温暖和炎热地区大面积种植的一种蔬菜,其耐高温抗干旱^[4]。豇豆根部与根瘤菌连体共生,具有固氮能力强、省肥、营养价值高等特点。前人在肥料对豇豆生长发育的影响方面作了大量研究^[5-7],针对如何正确施肥提高豇豆产量提出了宝贵建议,而在水氮水平对其品质影响方面研究甚少。本文在日光温室条件下研究了水分、氮素水平对豇豆产量、品质的影响,为温室豇豆节水节肥优质高效生产制定量化肥水管理指标提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验研究于2006年6-9月和2007年6-10月在中国科学院水利部水土保持研究所日光温室60 cm深隔水小区内进行。供试材料为“之豇28-2”豇豆品种,前茬为冬春季黄瓜。温室顶部覆盖无滴聚乙烯薄膜,供试土壤为黑垆土。耕层0-20 cm土壤养分为:有机质12.5 g/kg,全氮0.795 g/kg,速效氮68.742 mg/kg,速效磷11.4 mg/kg,速效钾103.6 mg/kg,土壤pH 7.1。试验设5个土壤相对含水量(RH)水平(W1:30%~40%,W2:45%~55%,W3:60%~70%,W4:75%~85%和W5:90%~100%);设3个氮肥水平(N1:61.71 kg/hm²,N2:123.43 kg/hm²和N3:185.14 kg/hm²),供试氮肥为尿素(含N量46%),二因素完全随机区组设计,共15个处理,重复3次,小区面积7.8 m²。2006年5月25日种植,2007年6月10日种植,行距0.60 m,株距0.30 m。每穴5粒种子,三叶期定植每穴2株。氮肥分苗肥(6月)、抽蔓期(7月)、花英期(8月)3次按2:3:5施入。施肥方法:将尿素溶解后均匀浇灌到定植畦小沟内。用软管定量浇灌,灌水量水表控制。

1.2 测定项目及方法

1.2.1 土壤含水量 用测墒计MPKit每5天测定1次,当接近处理低限时补灌到处理高限。

1.2.2 豇豆品质 于2006年8月10日至9月11日,2007年8月15至9月30日每处理采集3次重复且随即选取达到商品菜标准的豆荚500 g,取其中部榨汁。Vc含量用2,6-二氯酚酚滴定法测定^[9],可溶性糖含量使用PRO-101型糖度计(日本产)测定,NO₃⁻-N含量采用水杨酸硝化法测定^[10]。

1.2.3 豇豆产量 当荚条粗细均匀、荚面豆粒不鼓起达到商品菜标准时开始采收,每处理收3次重复,记录豇豆产量,直至收获结束。每次豇豆产量的总和为豇豆总产量。

1.3 数据处理

采用SAS V8数据处理软件,应用ANOVA法检验处理间差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同水分和氮水平下豇豆产量的变化

在本试验条件下,水分和氮水平对豇豆产量的影响极显著(图1)。总体上同一氮肥处理下,随着土壤含水量增加,豇豆产量显著增加,达到W4条件时产量最高(除了2006年N2水平下时W3产量最高外),W5条件产量又有所降低。除高氮低水W1N3处理外,其它水氮处理对豇豆的增产效果明显,比对照W1N1增产9.72%~79.93%,且差异均达极显著水平($P < 0.01$)。各处理中,2006年W3N2的产量最高,达到了46.54 t/hm²,比对照W1N1增产71.94%,其次是,W4N3处理,产量为45.07 t/hm²,比对照W1N1增产了66.52%。2007年在各种氮素水平下都以W4的产量最高,水分与氮素组合条件下则以W4N2的产量最高,达到了48.33 t/hm²,比对照W1N1增产79.93%,W4N3处理的产量次之,达到了46.22 t/hm²,比对照W1N1增产72.08%。综上分析认为豇豆高产较佳的水分和养分条件为:氮肥用量120 kg/hm²左右,田间持水量60%~85%。

2.2 水分和氮素水平对豇豆品质的影响

2.2.1 不同水分和氮水平下豇豆可溶性糖含量的影响 研究结果显示(图2),2006年在土壤水分亏缺(W1

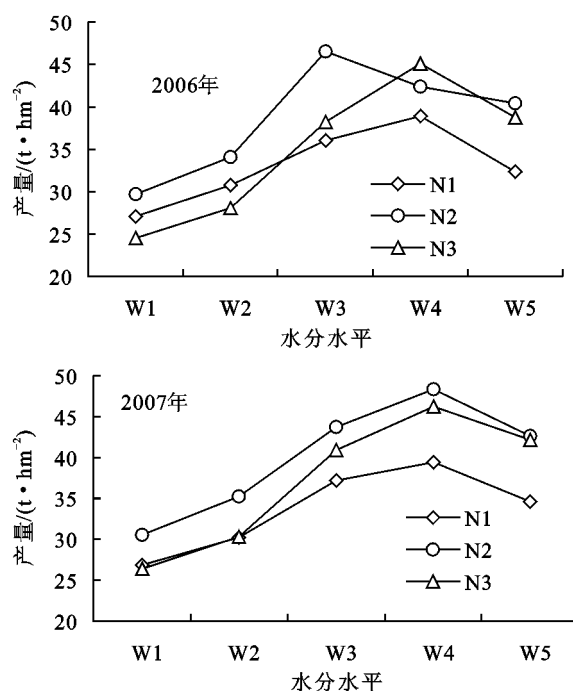


图1 不同水分和氮水平下豇豆的产量

和 W2) 条件下, 豇豆鲜菜可溶性糖含量在不同氮素水平下均无明显差异; 当土壤水分为 W3, W4, W5 时低氮 (N1) 处理的可溶性糖含量明显低于中氮 (N2) 和高氮 (N3) 处理, 表明在没有水分胁迫的条件下, 施氮量为 61.71 kg/hm² 时显著降低豇豆可溶性糖含量; 在低氮 (N1) 条件下, 随着土壤水分水平的升高, 豇豆可溶性糖含量明显降低, 在中氮 (N2) 和高氮 (N3) 条件下, 土壤含水量的升高对豇豆可溶性糖含量无显著影响。总体上看, 可溶性糖较高的处理为 W4N3, 其次是 W3N2, 表明在水分充足条件下增加施氮量能提高豇豆的可溶性糖含量, 而同等氮肥处理下, 水分对豇豆可溶性糖含量的影响不明显。

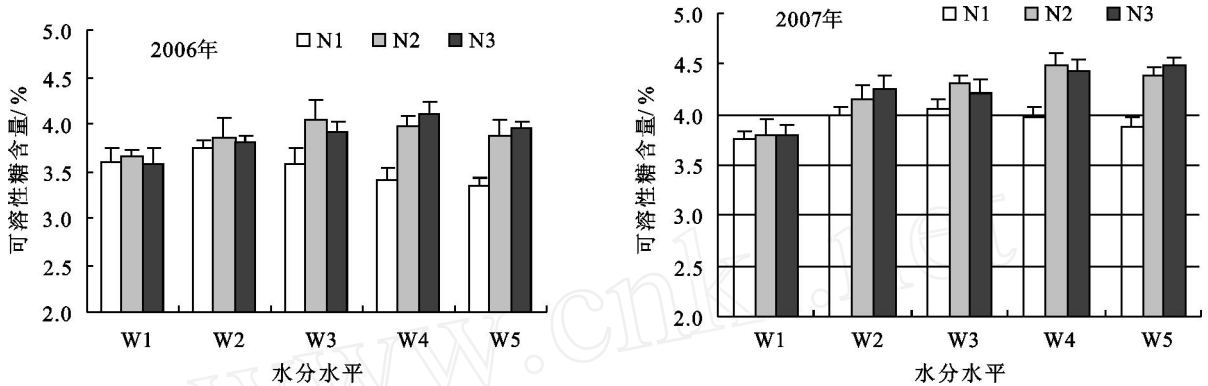


图 2 不同水氮水平下可溶性糖含量

2.2.2 不同水分和氮水平对豇豆 Vc 含量的影响 土壤含水量一致时, 中氮 (N2) 下豇豆 Vc 含量显著高于低氮 (N1) 和高氮 (N3), 表明适量施氮可提高豇豆 Vc 含量; 施氮量相同下, Vc 含量随水分含量的变化表现为 W3 > W4 > W5 > W2 > W1, 表明足够的水分有助于提高豇豆的 Vc 含量。总之, W3 N2 处理下的豇豆 Vc 含量较高, 其次是 W4N2, 表明只有水分、氮肥都在适宜的水平 (W3N2 和 W4N2) 才能保证豇豆获得较高的 Vc 含量 (图 3)。

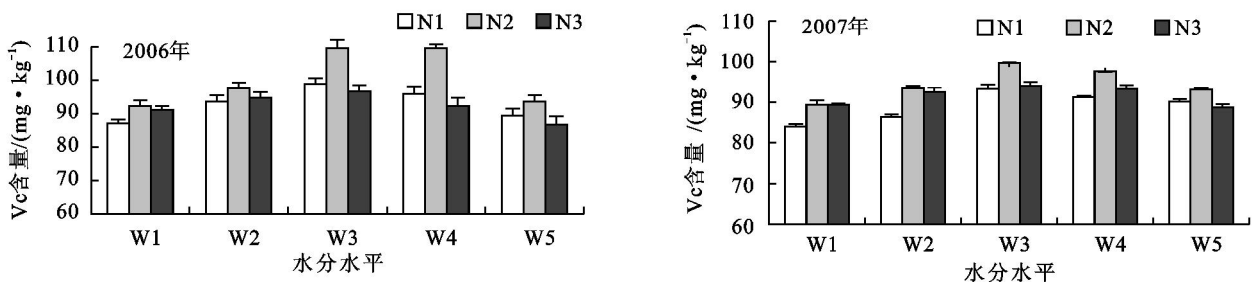


图 3 不同水氮水平下 Vc 含量

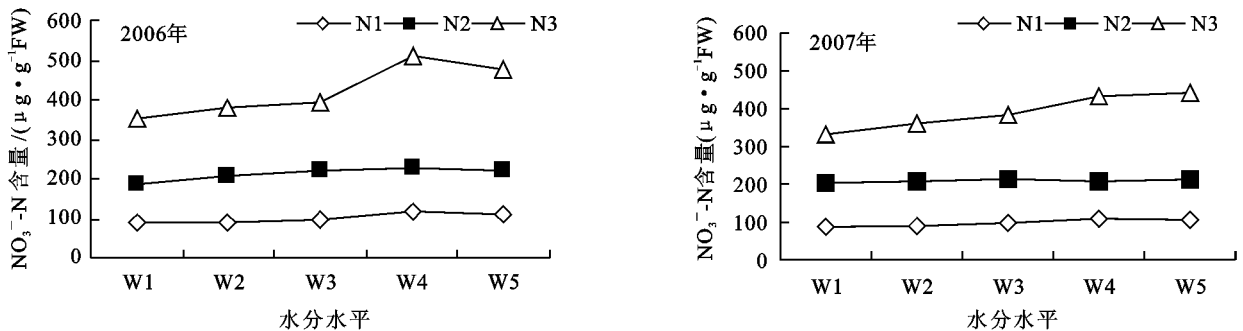


图 4 同水分和氮水平下豇豆硝态氮含量

2.2.3 不同水分和氮水平下豇豆硝态氮含量变化 豇豆中硝酸盐含量随施氮量增加显著增高 (图 4), 处理间差异达极显著水平。氮肥用量大则豇豆硝酸盐含量高, 对人类健康造成威胁。水分促进氮肥利用, 增加豇豆硝酸盐含量, 但在 N1, N2 条件下水分的作用相对较小, 各处理间的差异不明显。按照蔬菜中硝酸盐含量安全限量标准, 一级 350 mg/kg, 属轻度污染, 允许生食; 二级 636 mg/kg, 属中度污染, 生食不宜, 盐渍、熟食允许; 三级 1 000 mg/kg, 属高度污染, 生食、盐渍不宜, 熟食允许; 四级 2 511 mg/kg, 属严重污染, 不允许食用。本试验结果高氮水平豇豆硝酸盐含量为 350 ~ 500 mg/kg, 达安全限量二级标准, 属中度污染, 生食对人体有害, 盐渍、熟食允许; 低氮、中氮水平的硝酸盐含量为 250 mg/kg 以下, 均达到一级安全限量标准, 允许生食。

从改善豇豆安全品质考虑,施氮量越少越好;从综合效益考虑,中氮水平 120 kg/hm^2 是较合理的施肥量。

3 结论

(1) 施氮与土壤水分对豇豆产量影响显著。其中, $W3N2$ 的产量最高,达到了 46.54 t/hm^2 , 比对照 $W1N1$ 增产 71.94% , 其次是 $W4N3$, 产量为 45.07 t/hm^2 , 比对照 $W1N1$ 增产 66.52% 。同一氮肥处理下,水分增加都使豇豆产量不同程度的提高。豇豆高产较佳的水分和养分条件为氮肥用量 120 kg/hm^2 左右,田间持水量 $60\% \sim 85\%$ 。

(2) 在水分充足条件下增施氮肥能提高豇豆的可溶性糖含量,土壤含水量一致时,中氮($N2$)下豇豆 Vc 含量显著高于低氮($N1$)和高氮($N3$);施氮量相同下,足够的水分有助于提高豇豆的 Vc 含量。 $W3N2$ 处理下的豇豆 Vc 含量较高,其次是 $W4N2$ 。可溶性糖较高的处理为土壤相对含水量 $75\% \sim 85\%$ 与 $N 185 \text{ kg/hm}^2$, 其次是 $60\% \sim 70\%$ 与 $N 120 \text{ kg/hm}^2$ 。

(3) 豇豆中硝酸盐含量随施氮量增加呈显著增大。从改善豇豆品质和食品安全的角度考虑, 120 kg/hm^2 是较佳的安全施氮量。综合考虑水分对豇豆安全品质、营养品质以及产量的效应,建议豇豆生产中氮肥用量为 120 kg/hm^2 左右,田间持水量保持在 $60\% \sim 85\%$ 。

参考文献:

- [1] 梁银丽,陈志杰,王宗明. 设施农业在生态环境建设中的地位与作用[J]. 水土保持学报, 2002, 17(5): 32-35.
- [2] 王朝辉,宗志强,李生秀,等. 蔬菜的硝态氮累积及菜地土壤的硝态氮残留[J]. 环境科学, 2002, 5(23): 79-83.
- [3] 徐福利,梁银丽,杜社妮,等. 黄土高原日光温室黄瓜合理施肥用量及优化施肥模式研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 3(1): 75-80.
- [4] 贺超兴,张志斌,刘富中,等. 日光温室水钾氮耦合效应对番茄产量的影响[J]. 中国蔬菜, 2001(1): 31-33.
- [5] 饶立兵,陈德圆,李再成,等. 施肥技术对豇豆产量的影响[J]. 当代蔬菜, 2006(4): 42-43.
- [6] 张世华,刘家明,邹文武,等. 有机与无机肥料不同配比对豇豆产量与品质的影响[J]. 温州农业科技, 2006(2): 9-11.
- [7] 徐胜光,廖新荣,蓝佩玲,等. 两种不同土壤上镁和微肥对豇豆营养品质和产量的影响[J]. 南京农业大学学报, 2005, 28(2): 59-63.
- [8] 高俊风. 植物生理学实验技术[M]. 西安:世界图书出版公司, 2000: 57, 192-202.
- [9] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:中国农业出版社, 2000: 54-55.
- [10] 白岚,杜继煜. 蔬菜中硝态氮的测定[J]. 农业与技术, 2002, 22(6): 107-110.
- [11] 山仑. 改善作物抗旱性及水分利用效率研究进展[C]//作物高产高效生理学研究进展. 北京:科学出版社, 1994: 260-269.
- [12] 孟焕文,程智慧,苏莉,等. 大蒜不同品种硝酸盐积累规律研究[J]. 西北植物学报, 2006, 26(10): 36-39.
- [13] Walker R. Nitrates, nitrites and N-nitrosocompounds: A review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications [J]. Food Additives and Contaminants, 1990, 7(6): 717-768.
- [14] Dich J, Jrvinen R, Knekt P, et al. Dietary intakes of nitrate, nitrite and NDMA in the Finnish Mobile Clinic Health Examination Survey [J]. Food Additives and Contaminants. 1996, 13(5): 541-552.

责任编辑:李鸣雷 刘英

上接第 109 页

参考文献:

- [1] 张桃林,李忠佩,王兴祥. 高度集约农业利用导致的土壤退化及其生态环境效应[J]. 土壤学报, 2006, 43(5): 843-850.
- [2] 李廷轩,周健民,段增强,等. 中国设施栽培系统中的养分管理[J]. 水土保持学报, 2005, 19(4): 70-75.
- [3] 余海英,李廷轩,周健民. 典型设施栽培土壤盐分变化规律及潜在的环境效应研究[J]. 土壤学报, 2006, 43(4): 571-576.
- [4] 周建斌,翟丙年,陈竹君,等. 西安市郊区日光温室大棚番茄施肥现状及土壤养分累积特性[J]. 土壤通报, 2006, 37(2): 287-290.
- [5] 陈竹君,王益权,周建斌,等. 日光温室栽培对土壤养分累积及交换性养分含量和比例的影响[J]. 水土保持学报, 2007, 21(1): 5-8.
- [6] 陈际型,宣家祥. 低盐基土壤 K, Ca, Mg 的交互作用对水稻生长与养分吸收的影响[J]. 土壤学报, 1999, 36(4): 433-439.
- [7] 袁可能. 植物营养元素的土壤化学[M]. 北京:科学出版社, 1983.
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社, 2000.
- [9] 陕西省土壤普查办公室. 陕西土壤[M]. 北京:科学出版社, 1992.
- [10] 李学垣. 土壤化学[M]. 北京:高等教育出版社, 2001.
- [11] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京:中国农业出版社, 2000.

责任编辑:付会芳