

不同施氮量对设施黄瓜生长及产量的影响

曹庆杰, 孙 权, 李建设, 郭鑫年, 陈 茹

(宁夏大学 农学院 宁夏 银川 750021)

摘 要: 通过田间试验研究了不同施氮量对二代日光节能温室黄瓜生长、产量及其经济效益的影响。结果表明: 供试土壤速效氮、磷相对贫乏, 氮素是决定黄瓜生长发育的决定性指标, 对黄瓜的株高、叶绿素含量、茎粗及产量都有显著影响; 黄瓜产量 81% 依赖于氮素施用水平; 黄瓜对氮肥投入的反映表现为典型的抛物线式; 温室黄瓜最高产量施氮量为 720 kg/hm^2 , 最大经济效益施氮量为 695 kg/hm^2 。

关键词: 日光温室; 施氮量; 黄瓜

中图分类号: S 642.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)08-0001-04

近年来我国设施园艺蓬勃发展, 尤其是日光温室面积比例迅速提高, 有力促进了我国设施蔬菜的反季节栽培。黄瓜作为设施栽培的主要蔬菜, 其生产面积约占我国温室生产总面积的 50% 左右。黄瓜是高产作物, 但其根系分布浅, 吸收能力弱, 现有的设施环境条件还不能很好的满足其生长需求, 尤其是温室生产中黄瓜各生长阶段的营养水平在很大程度上决定着最终产量的高低。氮肥对蔬菜的产量及品质有最根本的影响。现阶段由于施肥观念的偏差, 认为高投入就会高产出, 多施氮肥就会高产, 完全不顾及黄瓜对养分的需求规律和土壤养分供应状况, 盲目大量施肥, 不但不能增产, 还会引起产量和品质下降、土壤次生盐渍化和环境污染等问题¹⁻³。所以, 探讨适宜的施肥数量, 特别是氮肥的适宜施用水平, 成为目前宁夏二代日光温室黄瓜栽培中迫切需要解决的问题。

1 材料与方法

1.1 试验土壤

大田试验布置于永宁县杨和镇领鲜果业千亩万亩现代设施农业基地。该基地位于银川平原中部, 土壤为典型的人为土壤—灌淤土。其 0~20 cm 表层土壤基本理化性质为 pH 8.91, 全盐 0.59 g/kg , 有机质 10.90 g/kg , 碱解氮 25.90 mg/kg , 速效磷 4.91 mg/kg , 速效钾 127.50 mg/kg 。其中, pH 值用 SH-3 精密酸度计测定, 全盐用 DDS-11 电

导率仪测定, 有机质用重铬酸钾氧化—硫酸亚铁滴定法测定, 碱解氮用扩散法测定, 速效磷用硫酸钼锑抗法测定, 速效钾用火焰光度计法测定, 容重和田间持水量用环刀法测定⁴⁾。

1.2 供试黄瓜

供试黄瓜为津优 33, 为当地主栽品种。2008 年 8 月 13 日育苗, 9 月 4 日定植; 2009 年 1 月 3 日拉秧。全生育期 119 d。采用平垄双行栽培, 垄宽 1.2 m, 株距 40 cm, 行距 45 cm, 每垄 2 行, 1 垄为 1 个小区, 小区面积 8.4 m^2 , 每小区重复 2 次; 黄瓜全生育期内共采果 28 次, 首次采果为 2008 年 10 月 17 日, 最后 1 次采果为 2008 年 12 月 26 日。

1.3 试验设计

采用单因素五水平随机区组设计; P_2O_5 施用量为 225 kg/hm^2 , K_2O 钾施肥量为 300 kg/hm^2 , N 施用量分别为 0、300、600、900、1 200 kg/hm^2 , 随机区组排列, 重复 2 次。有机肥为“科字”生物有机肥; 氮肥用尿素(含 N 46%), 磷肥用重过磷酸钙(含 P_2O_5 46%), 钾肥为硫酸钾(含 K_2O 50%)。有机肥 15 t/hm², 起垄前一次性基施, 磷肥全部基施, 氮、钾肥的 1/2 基施, 1/2 分 5 次分别第 1 次、第 2 次、第 3 次、第 5 次、第 7 次采果后追施。对设施黄瓜盛果期生长指标株高、茎粗、冠幅和叶绿素含量水平进行了测定。其中, 株高为黄瓜顶端到根基部的垂直高度, 茎粗用数显游标卡尺测定, 叶绿素含量用 SPAD-502 叶绿素计测定。试验结果用 DPS 软件处理系统和 Excel 2003 进行统计分析和检验。

2 结果与分析

2.1 土壤供肥水平

土壤供肥水平是决定施肥量高低的主要参数之一。根据土壤基本理化性质测定结果, 未施肥前, 供试土壤有机质肥力为中等偏低的四级水平($10 \sim 20 \text{ g/kg}$)⁵⁾; 速

第一作者简介: 曹庆杰(1983-), 女, 硕士, 现从事植物营养与施肥研究工作。

通讯作者: 孙权(1965-), 男, 博士, 教授, 现从事干旱区农业资源特征及可持续利用教学与科研工作。E-mail: sun_q@nxu.edu.cn

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2007BAD57B04, 2007BAD88B06)。

收稿日期: 2009-12-27

效性碱解氮为偏低的五级水平(25~50 mg/kg)^[5];速效磷为极缺乏的六级水平(<5 mg/kg)^[9];速效钾则为较丰富的三级水平(100~150 mg/kg)^[9]。

2.2 不同施氮量对黄瓜生长发育的影响

苗期(9月21日)和花期(10月8日)生长指标测定及多重比较结果见表1。由表1可知,黄瓜幼苗期吸肥能力弱,尽管株高、茎粗随施氮量的增加而增大,而差异不显著;幼苗期施氮显著促进黄瓜冠幅和叶绿素含量的增加,而不同氮肥施用量之间差异不显著。初花期氮肥对黄瓜生长发育指标都显著促进,而此期不同氮肥施用量之间的差异仍然不显著,表明高量氮肥并不能促进黄瓜的生长发育。施氮量超过600 kg/hm²时,茎粗与低氮比显著降低。此外,初花期黄瓜叶绿素含量并未随施氮量增加而增大,黄瓜叶绿素对高氮的影响不敏感。

2.3 不同施氮量对设施黄瓜产量的影响

氮素是蛋白质、核酸、叶绿体、酶和某些维生素的重要组成成分。但是植物体内的氮素主要存在于蛋白质和叶绿素中。其中,蛋白态氮通常占植株全氮的80%~85%,而蛋白质中平均含氮也达到16%~18%,因此氮是黄瓜生长发育的关键因子。施氮肥水平不同对黄瓜产量有较大影响(图1)。

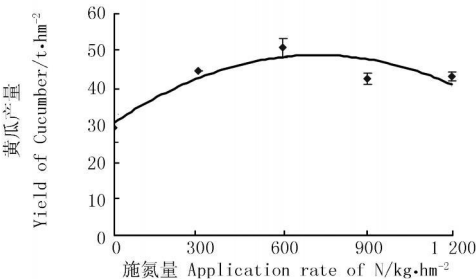


图1 不同施氮量对设施黄瓜产量的影响
Fig.1 Effect of N application amount on yield of cucumber

表1 不同施氮量对黄瓜生长发育的影响

Table 1 Effect of N fertilizer rate on growth of cucumber				
肥料配比 Fertilizer ratio /kg·hm ⁻²	株高 Height of plant/cm	茎粗 Diameter of stem/mm	冠幅 Crown width /cm	叶绿素含量 Chlorophyll content SPAD
幼苗期Seedling period(移栽17d苗龄)				
MN ₀ P ₀ K ₀	15.50±2.12 a	4.86±0.42 a	21.67±1.41 b	40.62±6.67 b
MN ₃₀₀ P ₃₀₀ K ₄₅₀	17.50? 0.24 a	5.74±0.31 a	27.34±0.47 a	46.95±4.27 ab
MN ₆₀₀ P ₃₀₀ K ₄₅₀	19.17±2.60 a	5.37±0.93 a	28.17±0.71 a	48.22±2.62 a
MN ₉₀₀ P ₃₀₀ K ₄₅₀	19.17±2.12 a	5.14±0.24 a	26.50±0.71 a	50.82±0.07 a
MN ₁₂₀₀ P ₃₀₀ K ₄₅₀	19.00? 3.78 a	5.09±0.26 a	27.33±2.83 a	53.49±2.99 a
初花期Flourescence(移栽34d苗龄)				
MN ₀ P ₀ K ₀	45.67±5.66 b	7.90±0.57 c	49.67±4.48 b	42.59±2.52 b
MN ₃₀₀ P ₃₀₀ K ₄₅₀	64.34±4.72 a	10.05±0.64 a	56.50±0.71 a	48.72±3.04 a
MN ₆₀₀ P ₃₀₀ K ₄₅₀	69.17±3.54 a	9.10±0.00 b	61.32±0.50 a	48.40±1.27 a
MN ₉₀₀ P ₃₀₀ K ₄₅₀	68.75±0.35 a	9.20±0.14 b	60.83±0.71 a	49.55±0.74 a
MN ₁₂₀₀ P ₃₀₀ K ₄₅₀	62.34±0.94 a	9.05±0.50 b	59.92±0.35 a	48.43±1.27 a

由于供试土壤速效氮碱解氮含量相对较低,增施氮肥对促进黄瓜产量的增加有显著作用。图1显示,施氮量与黄瓜产量基本与抛物线式吻合,即施氮量低于900 kg/hm²时,随施氮量的增加,黄瓜产量增加;但进一步增加的施氮量导致黄瓜减产。

2.4 不同施氮量对设施黄瓜品质的影响

由表2可知,总体来看,随着施氮量增加,黄瓜果实可溶性糖有所提高,且差异显著。施氮也促进了还原糖的显著增加,但不同施氮量之间差异不显著,过量施氮并不能促进还原糖的累积。值得关注的是施氮肥也促使硝态氮显著累积。尤其是大于600 kg/hm²的施氮水平,黄瓜硝态氮含量已接近或超过423 mg/kg的食品安全一级临界值指标^[9]。

2.5 不同施氮量设施黄瓜经济效益分析

施肥是促进作物增产的主要手段,而施肥成本占农业生产成本的50%左右,提高肥料的经济效益就能够提高种植业的经济效益。该试验中1 kg肥料成本:N 3.9

表2 不同施氮量对黄瓜品质的影响

Table 2 Effect of N application rate on quality of cucumber					
编号 Number	肥料配比 Fertilizer ratio/kg·hm ⁻²	可溶性糖 Soluble sugar/g·kg ⁻¹	还原糖 Deoxidize sugar/g·kg ⁻¹	VC /mg·kg ⁻¹	硝态氮 NO ₃ ⁻ -N/mg·kg ⁻¹
1	MN ₀ P ₀ K ₀	32.61±0.16 d	8.40±0.23 b	16.84±1.25 c	265.53±20.99 b
2	MN ₃₀₀ P ₃₀₀ K ₄₅₀	33.73±0.02 c	11.53±1.03 ab	42.97±1.88 a	411.64±53.27 a
3	MN ₆₀₀ P ₃₀₀ K ₄₅₀	34.15±0.00 b	12.15±0.40 a	19.49±2.50 c	459.59±121.08 a
4	MN ₉₀₀ P ₃₀₀ K ₄₅₀	34.26±0.11 ab	12.23±1.98 a	45.19±1.25 a	428.77±29.06 a
5	MN ₁₂₀₀ P ₃₀₀ K ₄₅₀	34.50±0.02 a	12.28±0.88 a	25.25±1.88 b	488.13±35.52 a

元,P₂O₅ 6.2元,K₂O 8.4元;黄瓜平均售价2.0元/kg。不同施氮量下设施黄瓜的经济效益见表3。

从表4可看出,单施有机肥及磷、钾底肥时,设施黄瓜当季的产投比最低,总收益最低;由于氮素对黄瓜产量具有决定性影响,黄瓜的收益主要靠增加肥料投入实

现;施氮量为小于600 kg/hm²,随施氮量增加,产值、经济效益,以及产投比均明显增加,总收益最高为施氮600 kg/hm²;进一步增加施氮量,黄瓜产量下降,产值、经济效益,以及产投比持续降低。

表 3 不同施氮量对设施黄瓜经济效益的影响

Table 3 Effect of N application rate on benefit of cucumber growth

施氮量 N application rate / kg · hm ⁻²	产量 Yield / t · hm ⁻²	增产率 Ratio of increased Y/ %	肥料成本 Fertilizer cost / 元 · hm ⁻²	产值 Production value / 元 · hm ⁻²	经济效益 Economic benefit / 元 · hm ⁻²	产投比 Ratio of P/ C
0	28.96	0	12 915.00	57 916.96	16 043.48	4.48
300	44.61	54.05	14 085.00	89 226.64	30 528.32	6.33
600	50.80	75.43	15 255.00	101 607.65	35 548.83	6.66
900	42.38	46.34	16 425.00	84 762.33	25 956.16	5.16
1 200	43.07	48.71	17 595.00	86 131.38	25 470.69	4.90

2.6 设施黄瓜氮肥合理施用量

氮素被称为作物的生命元素,是作物需要的基本物质,增施氮肥常常能促进作物产量的提高^[5]。然而,过量施氮肥常导致作物产量的下降。国内外较多的氮肥试验结果表明氮肥用量(x)与产量(Y)之间的关系可以用一元二次方程 $Y=c+bx+ax^2$ ($a>0$) 模拟。对试验条件下施氮量与黄瓜产量之间的关系进行了模拟,得到二者之间的相关关系为: $y=30404.1447+51.0824x-0.035349x^2$, $R^2=0.8184(1)$, 式(1)表明,氮肥的一次项系数为正,而二次项系数为负,表明了典型的抛物线性关系,符合肥料效应的报酬递减规律;而决定系数则表明,黄瓜产量 81% 依存于施氮量。

合理的养分管理是以作物的生长和氮素吸收规律为中心,保证作物生长必要的耕层土壤氮素水平,实现土壤—作物体系氮素的输出输入过程的平衡,让农民在减少投入的情况下,保证作物的产量和品质不受到影响,而经济效益和环境效益增加。表 3 已经说明,施氮量最高时,经济效益和产投比均大幅度下降。从经济效益与成本投入角度来考虑,在单位面积上取得相同净产值的情况下(仅以肥料为唯一成本核算),低投入的肥料组合为较理想方案。根据边际分析原理^[7], $Q/Q=0$ 时,黄瓜产量最高,并可计算最高产量施氮量 $N_{max}=719.67\text{ kg/hm}^2$; 而 $Q/Q=R/p_y$ 时,经济效益最大,并可以计算最大经济效益施氮量。当季氮素单价为 $R=3.9\text{ 元/kg}$, 而黄瓜单价仅 $p_y=2.0\text{ 元/kg}$, 从而得到最佳经济效益施氮量 $N_{opt}=694.96\text{ kg/hm}^2$ 。

3 结论与讨论

张剑研究了浙江青紫坭粘田施氮量与黄瓜产量和品质的关系发现,在磷、钾肥底肥的基础上,施用氮肥具有显著增产作用,但施氮量超过 450 kg/hm^2 产量极显著降低。施用氮肥对黄瓜卫生标准没有明显影响。在综合考虑作物产量、品质、生产成本、人体健康等因素后,提出了 300 kg/hm^2 作为黄瓜适宜的氮肥施用量^[1]。王立河等发现,超过 750 kg/hm^2 氮肥导致保护地黄瓜 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量达到二级污染程度 $> 432 \sim 785\text{ mg/kg}$ 的)。从降低黄瓜体内 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量和土体 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 淋失、积累量为目标,提出河南壤质潮土日光温室合理施氮水平为 $450 \sim 750\text{ kg/hm}^2$ ^[2]。

该研究显示,氮对黄瓜的生长发育及产量品质均有影响。黄瓜幼苗期吸肥能力弱,株高、茎粗并不随施氮量的增加而显著增加,施氮则显著促进冠幅和叶绿素含量的增加,而不同氮肥施用量之间差异不显著,说明当氮素能够满足幼苗生长发育所需数量后,继续增加氮肥投入并不能加快幼苗的生长。换句话说,幼苗期对黄瓜的氮肥投入宜少,以避免过量施氮不能充分及时吸收而造成氮素损失。

随生育进程的加快,至初花期营养生长与生殖生长并进时,氮肥对黄瓜生长发育指标的促进都显著,而此期不同氮肥施用量之间的差异仍然不显著,表明高量氮肥并不能进一步促进黄瓜的生长发育。尤其值得关注的是,施氮量超过 600 kg/hm^2 时,茎粗比低氮显著降低。即,高量氮肥的投入造成了细瘦的弱苗,不利于稳产。此外,初花期黄瓜叶绿素含量并未随施氮量增加而增大,表明大于 300 kg/hm^2 的施氮水平已经超过了苗期植株光合需氮的实际数量。以叶片叶绿素(SPAD 值)含量的高低作为黄瓜氮素营养的诊断指标显然不合适。

施肥量的确定是植物营养的核心内容之一。由于供试土壤速效氮(碱解氮)含量相对较低,增施氮肥对促进黄瓜产量的增加有显著作用。施氮量低于 750 kg/hm^2 时,随施氮量的增加,黄瓜产量增加;但进一步增加的施氮量导致产量下降,产投比也显著降低。供试黄瓜对施氮量的反应符合典型抛物线式,从而得到其最高产量施氮量为 720 kg/hm^2 , 最大经济效益施氮量为 695 kg/hm^2 。

施氮量的增加也显著促进了黄瓜果实可溶糖及还原糖的增加,但也显著促进了果实硝态氮的增加,并接近或超过了食品安全临界一级标准,从而影响黄瓜的内在品质。相关分析表明,黄瓜硝态氮累积量与施氮量显著线性相关,二者的关系为: $y=0.1541x+318.26$, $r=0.8471(r_{0.05}=0.811)$ 。因此,通过测定黄瓜果实中硝态氮含量水平控制氮肥投入应该是黄瓜氮素营养诊断的理想途径之一,值得进一步研究。

参考文献

[1] 张剑,陈军响,孙军利等.不同施氮水平对黄瓜产量和品质的影响[J].长江蔬菜,2009(1b):21-23.
[2] 王立河,赵喜茹,王喜枝.有机肥与氮肥配施对日光温室黄瓜和土壤硝酸盐含量的影响[J].土壤通报,2007,38(7):472-476.

不同光质对豌豆苗品质的动态影响

张立伟, 刘世琦, 张自坤, 杨茹, 杨晓建

(山东农业大学 园艺科学与工程学院, 作物生物学国家重点实验室, 农业部园艺作物生物学重点开放实验室, 山东 泰安 271018)

摘要: 采用新型半导体光源发光二极管(LED)精量调制光质(红光、蓝光和红蓝混合光), 以普通日光灯(白光)为对照, 研究不同光质对豌豆苗品质的影响。结果表明: 蓝光处理下豌豆苗的VC、可溶性蛋白含量最高, 且粗纤维含量最低; 红光处理下豌豆苗的可溶性糖含量显著高于对照和其它处理, 但是红光显著抑制了VC、可溶性蛋白的合成, 并且红光显著提高了粗纤维含量, 可见蓝光处理下豌豆苗的品质最好, 红光处理下最差。

关键词: 光质; 发光二极管; 豌豆苗; 品质

中图分类号: S 643.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)08-0004-04

光质即不同波长的光谱, 它主要是由最大辐射能量的波长和光辐射的波长范围决定的^[1]。光质作为一个重要的环境因子, 对植物生长发育有广泛的调节作用^[2]。以往人工得到的光质一般除一种颜色为主的光线外, 往往还掺杂有少量波长相差甚远的不同色光^[1]。

而半导体光源LED, 可以直接把电转化为光, 能得到较纯的光质, 为研究光质对植物的影响增加了试验结果的可靠性。豌豆苗是利用种子贮存的营养在光照条件下不用施肥、施药而生产出的绿体苗菜^[3], 是无毒、无害的绿色蔬菜^[4]。传统的豌豆苗培养中常常忽视光照因子的影响, 光照不足使豌豆苗生长畸形, 品质下降。目前国内外对光质的研究基本上多局限在农作物、花卉和组织培养上, 光质对蔬菜品质影响的研究较少。该试验在外层覆盖黑色遮光材料的培养架进行不同光质对豌豆苗光照培养, 旨在探明不同光质对豌豆苗粗纤维、VC、可溶性蛋白、可溶性糖等品质指标的影响, 以期找到能提高豌豆苗品质的最佳光谱范围, 为生产提供理论依据。

第一作者简介: 张立伟(1983), 男, 山东泰安人, 硕士, 现从事光环境调控研究工作。

通讯作者: 刘世琦(1959), 男, 山东临沂人, 博士, 教授, 博士生导师, 现从事蔬菜栽培生理研究工作。

基金项目: 山东农业大学博士基金资助项目(20050569)。

收稿日期: 2010-01-08

[3] 刘玉梅. 不同施氮水平对嫁接黄瓜不同部位硝酸盐含量的影响[J]. 西北农业学报, 2008, 17(2): 225-228.

[4] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

[5] 全国土壤普查办公室. 中国土壤[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.

[6] 沈明珠, 翟宝杰, 东惠茹. 蔬菜硝酸盐累积的研究[J]. 园艺学报, 1982(4): 41-48.

[7] 谭金芳. 作物施肥原理与技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003.

Effect of N Fertilizer on Growth and Yield of Cucumber and Optimum Application Rate of N in Greenhouse

CAO Qing-jie, SUN Quan, LI Jian-sha, GUO Xin-nian, CHEN Ru
(Agricultural College of Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: A field experiment was conducted to study the effect of different N fertilizer application rate on cucumber growth, yield and economic benefit in second generation greenhouse of Ningxia. The results showed that the soil had less available phosphorus and nitrogen. Therefore, height, chlorophyll content, stem diameter and yield of cucumber were significantly affected by N application rate. 81% of cucumber yield was relied on N fertilizer application rate. The reasonable application rate of N for maximum and economical yield production of cucumber was 720 kg/hm² and 695 kg/hm² respectively.

Key words: greenhouse; N application rate; cucumber