

不同氮钾肥量对大棚西瓜生长及产量和品质的影响

李 姍 蓉, 刘 建 辉, 张 显

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以“京欣 2 号”西瓜为试材,研究了不同供 N 量和供 K 量对西瓜生长状况、产量及品质的影响。结果表明:在该试验条件下,供 N 量和供 K 量的增加均能加速西瓜营养生长,提高西瓜的光合能力,增加产量,但当供 N 量超过 129.68 kg/hm²时,西瓜的光合能力降低、品质下降,且增产效果减弱;供 K 量对西瓜营养生长的影响不如供 N 量明显,但西瓜的品质指标均随供 K 量的增加而上升。供 N 量为 129.68 kg/hm²,供 K 量为 158.55 kg/hm²时,西瓜长势稳定,产量高、品质好,综合效果最优。

关键词:西瓜;供 N 量;供 K 量;产量;品质

中图分类号:S 651 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)17-0028-04

大棚西瓜因为上市早、经济效益高,近年来得到较快的发展。大棚西瓜的栽培,施肥是关键,合理的施肥是西瓜高产优质的保证。目前已有不少关于露地栽培西瓜的施肥研究,但对大棚西瓜的施肥研究报道较少。现有的西瓜施肥研究多是单因子试验,如钾肥、氮肥对西瓜产量和品质的影响^[1-2],主要集中在施肥量和施肥方式方面,对不同营养元素的肥料配合施用和总供肥量对西瓜影响的的研究鲜见报道。因此,该试验以“京欣 2 号”西瓜为材料,将土壤可供养分量与施肥量相结合,研究了不同 N、K 供肥量对西瓜的生长状况、产量和品质的影响,以期为大棚西瓜的合理高效施肥提供理论依据。

表 1

试验地土壤养分条件

Table 1

Chemical properties of the experimentsoi

有机质	全氮	碱解氮	全磷	速效磷	全钾	速效钾	pH
Organic matter/g · kg ⁻¹	Total N/g · kg ⁻¹	Available N/mg · kg ⁻¹	Total P/g · kg ⁻¹	Available P/mg · kg ⁻¹	Total K/g · kg ⁻¹	Availabl K/mg · kg ⁻¹	
15.18	0.20	57.71	1.33	15.04	11.74	99.00	8.08

1.2 试验设计

试验采用二因素三水平完全组合设计,N、K 2 个因素供肥量各设定 3 个水平(N₁、N₂、N₃;K₁、K₂、K₃),以不施 N、K 肥为对照(N₀K₀),10 个处理,3 次重复,随机区组排列,各小区面积 10.30 m²,行距 1.7 m,株距 0.55 m,小区之间以塑料薄膜竖直埋入地下 0.5 m 隔

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2010 年 3~6 月在陕西杨凌农业高新技术产业示范区西小寨村的西甜瓜示范基地进行。试验地未施用有机肥,N 肥选用渭尿素(含 N46%),K 肥选用硫酸钾(含 K₂O 50%),前茬为大田作物。供试西瓜品种为“京欣 2 号”(北京市农林科学院蔬菜研究中心选育),由当地农户提供种苗,该品种在早春保护地生产中,较耐弱光且坐果整齐,耐重茬。试验地土壤理化性质见表 1。

开,以确保小区间无水肥渗透。

根据朱洪勋等人的研究结果(生产 1 000 kg 西瓜,需要吸收 N 2.47 kg、P₂O₅0.89 kg、K₂O 3.02 kg)^[3]。试验采用目标产量法,以 1 hm²生产西瓜 52 500 kg 为目标产量,计算出 1 hm²西瓜需 N 129.68 kg、K₂O 158.55 kg 为试验的中间供肥水平,记为 N₂和 K₂在此基础上减少 50%,得到 N₁64.84 kg/hm²和 K₁79.28 kg/hm²,增加 50%得到 N₃194.52 kg/hm²和 K₃237.83 kg/hm²。再根据各处理的供肥量和土壤养分测定值,计算各处理的施肥量,土壤养分的测定方法参照《土壤农化分析》^[4],试验处理及编码见表 2。

第一作者简介:李姍蓉(1983-),女,黑龙江齐齐哈尔人,在读硕士,研究方向为蔬菜生理生态。E-mail:goldcherry@163.com。

责任作者:刘建辉(1953-),男,陕西武功人,副教授,现主要从事蔬菜栽培生理生态研究工作。E-mail:xnyjhl@163.com。

基金项目:国家“西甜瓜产业技术体系”西北旱作栽培岗位科学家资助项目(nycytx-36-1-02-06)。

收稿日期:2011-05-27

表 2 试验处理供肥量及编码

Table 2 The codes for factors level kg/hm²

处理 Treatments	土壤可供 N 量 Soil nitrogen supply	施 N 量 Fertilizer nitrogen supply	总供 N 量 Total nitrogen supply	土壤可供 K ₂ O 量 Soil potassium supply	施 K ₂ O 量 Fertilizer potassium supply	总供 K ₂ O 量 Total potassium supply
N ₀ K ₀	32.72	0	32.72	74.85	0	74.85
N ₁ K ₁	32.72	32.12	64.84	74.85	4.43	79.28
N ₁ K ₂	32.72	32.12	64.84	74.85	83.70	158.55
N ₁ K ₃	32.72	32.12	64.84	74.85	162.98	237.83
N ₂ K ₁	32.72	96.96	129.68	74.85	4.43	79.28
N ₂ K ₂	32.72	96.96	129.68	74.85	83.70	158.55
N ₂ K ₃	32.72	96.96	129.68	74.85	162.98	237.83
N ₃ K ₁	32.72	161.80	194.52	74.85	4.43	79.28
N ₃ K ₂	32.72	161.80	194.52	74.85	83.70	158.55
N ₃ K ₃	32.72	161.80	194.52	74.85	162.98	237.83

1.3 试验方法

N 肥的 40%和 K 肥的 50%和全部 P 肥作为基肥,伸蔓期追施剩余的 N 肥,膨瓜期追施剩余的 K 肥。基肥耕前撒施覆土,追肥采取株间穴施,其中 P 肥选用过磷酸钙,施肥量为 450 kg/hm²。西瓜采用 3 蔓整枝,主蔓第 2 雌花留果,每株留 1 果,其它管理按一般生产进行。

1.4 项目测定

1.4.1 生长指标的测定 西瓜于 2010 年 3 月 21 日定植,从 4 月 9 日开始,每隔 7 d 用卷尺测量植株的主蔓长,用游标卡尺测量茎粗;西瓜成熟后,统一收获称重,计算产量。

1.4.2 光合指标的测定 在膨瓜期,选晴朗无云的上午,用美国 LI-6400 型光合仪测定叶片的光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、胞间 CO₂ 浓度(Ci)和蒸腾速率(Tr)。测定时采用开放式气路^[5-6],光强、温度、湿度和 CO₂ 浓度均与外界条件相同,每处理测定 6 株,每株选留瓜节位之前或之后的 1 片叶片,重复测定 2 次。

1.4.3 果实品质的测定 采收期,各处理随机选取西瓜 6 个,测定可溶性总糖、可溶性蛋白、维生素 C 和总酸度。其中维生素 C 含量采用钼兰比色法测定;可溶性总糖采用蒽酮比色法测定;可溶性蛋白采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定;总酸度采用 NaOH 滴定法测定;品质指标的测定方法参照高俊凤主编的《植物生理

学实验指导》^[7]。

1.5 数据分析

采用 Excel 2007 和 DPS 数据处理系统分析试验数据。

2 结果与分析

2.1 各处理对西瓜前期生长的影响

由表 3 可知,从 4 月 7 日到 5 月 12 日,西瓜正处于伸蔓期和开花坐果期,主蔓处于快速伸长和增粗阶段,在此期间,处理 N₀ K₀ 的主蔓长一直显著低于其它各处理,说明在试验地的土壤条件下,完全不施 N、K 肥会严重阻碍西瓜主蔓的生长;供 K 量相同时,随着供 N 量的增加,主蔓伸长速度加快,且差异显著;供 N 量相同时,不同供 K 量的主蔓伸长速度差异不显著,但是在供 N 量不超过 129.68 kg/hm²,主蔓伸长速度有随着供 K 量的增加而加快的趋势。总体看来,供 N 量对西瓜主蔓伸长速度影响较明显,供 K 量的多少对主蔓伸长影响不大。各处理茎粗的变化规律与主蔓相似,同样受供 N 水平影响较大,与主蔓生长不同是在供 K 量相同时,茎粗随着供 N 量的增加呈现先增后减的趋势,即供 N 量不超过 129.68 kg/hm² 时,茎粗随供 N 量的增加而增大,超过 129.68 kg/hm² 时,茎粗开始减小。这可能是因为供 N 量过高,植株的伸长生长过于旺盛,阻碍了植株茎粗的增加。

表 3 生长动态调查

Table 3 Investigation of vegetative growth cm

处理 Treatments	4 月 7 日		4 月 14 日		4 月 21 日		4 月 28 日		5 月 5 日		5 月 12 日	
	主蔓长 Stem length	茎粗 Stem diameter	主蔓长 Stem length	茎粗 Stem diameter	主蔓长 Stem length	茎粗 Stem diameter	主蔓长 Stem length	茎粗 Stem diameter	主蔓长 Stem length	茎粗 Stem diameter	主蔓长 Stem length	茎粗 Stem diameter
N ₀ K ₀	8.71c	0.37b	15.05c	0.47d	34.76c	0.68b	117.25bc	0.91b	178.33c	1.11c	238.56c	1.18a
N ₁ K ₁	10.12b	0.38b	17.82bc	0.49c	38.13b	0.69b	109.67c	0.91b	168.08c	1.13b	239.67bc	1.20a
N ₁ K ₂	8.67c	0.39b	18.56bc	0.5bc	36.75b	0.70b	115.32c	0.93ab	178.73bc	1.12bc	240.35bc	1.19a
N ₁ K ₃	10.21b	0.39b	25.07b	0.49c	42.01b	0.70b	115.75bc	0.92ab	180.13bc	1.12bc	241.73b	1.18a
N ₂ K ₁	10.34b	0.47a	28.83ab	0.57ab	49.43ab	0.76ab	117.15ab	1.02a	187.67b	1.21a	240.79b	1.21a
N ₂ K ₂	11.23ab	0.46a	29.06ab	0.58a	53.17ab	0.76a	121.31a	1.05a	188.42bc	1.22a	243.75b	1.24a
N ₂ K ₃	11.56a	0.48a	30.46ab	0.59a	56.38a	0.77a	123.15a	1.05a	190.17b	1.22a	245.75b	1.23a
N ₃ K ₁	11.82a	0.42ab	33.83a	0.51bc	58.14a	0.73ab	126.75a	1.02a	199.38a	1.15b	249.95a	1.18a
N ₃ K ₂	11.36ab	0.45ab	32.00a	0.54b	56.01a	0.74ab	121.01a	1.03a	205.75a	1.18ab	256.42a	1.19a
N ₃ K ₃	11.32ab	0.46a	29.38a	0.54b	53.38a	0.73ab	116.67b	1.03a	194.67a	1.17ab	253.17a	1.19a

注:表中数据均为各重复的平均值,有相同字母的表示处理间差异不显著(P=0.05),下同。
Note: Small letters indicate 5% significant levels, respectively. The same below.

2.2 各处理对西瓜光合能力的影响

土壤养分是光合作用的重要影响因素之一,它直接影响作物 CO_2 同化、气孔导度和叶片水势等指标^[8]。由表 4 可知,净光合速率 P_n 在供 K 量相同时,在供 N 量不超过 129.68 kg/hm^2 时,随供 N 量的增加而上升;当供 N 量超过 129.68 kg/hm^2 时, P_n 开始降低,这与

表 4

各处理对西瓜光合能力的影响

Table 4

Effects of different treatments on photosynthetic capacity

处理 Treatments	光合速率 P_n Photosynthetic rate/ $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	气孔导度 G_s Stomatal conductance/ $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	胞间 CO_2 浓度 C_i Intercellular $\text{CO}_2/\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$	蒸腾速率 T_r Transpiratory rate/ $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
$N_0 K_0$	17.48c	0.43d	296.68c	9.32a
$N_1 K_1$	19.16c	0.58c	294.26c	9.07a
$N_1 K_2$	20.27b	0.72b	299.79bc	9.59a
$N_1 K_3$	21.04b	0.87a	318.92ab	10.52a
$N_2 K_1$	20.77bc	0.66bc	325.33a	9.93a
$N_2 K_2$	23.32a	0.86a	324.33a	10.56a
$N_2 K_3$	23.47a	0.91a	326.69a	10.41a
$N_3 K_1$	20.22b	0.62bc	306.37b	9.68a
$N_3 K_2$	21.77b	0.72ab	306.12b	10.10a
$N_3 K_3$	22.23ab	0.82ab	309.53ab	10.82a

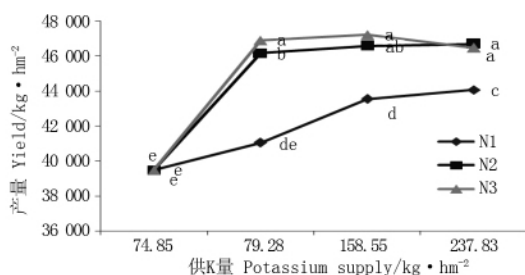


图 1 氮水平固定不同钾水平产量

Fig. 1 Effects of different rates of potassium on yield in nitrogen invariant

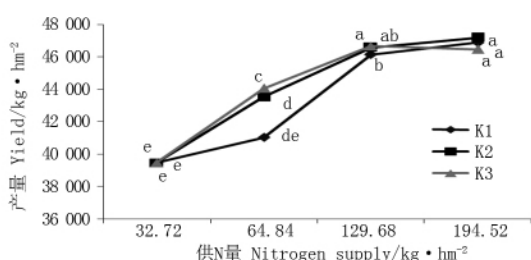


图 2 钾水平固定不同氮水平产量

Fig. 2 Effects of different rates of nitrogen on yield in potassium invariant

2.3 各处理对西瓜产量的影响

由图 1 可知,各处理中 $N_0 K_0$ 产量最低,为 $39\,471.90 \text{ kg/hm}^2$,显著低于除 $N_1 K_1$ 之外的其它各处理; $N_3 K_2$ 产量最高,为 $47\,219.70 \text{ kg/hm}^2$,比 $N_0 K_0$ 增产 19.63% ,其余各处理的产量为 $41\,042.40 \sim 46\,905.60 \text{ kg/hm}^2$,比 $N_0 K_0$ 增产 $3.98\% \sim 18.83\%$,说明在供 N 量相同时,产量会随着供 K 量的提高而增加,但是当供 N 量为 194.52 kg/hm^2 时,持续增加供 K 量反而会使产量下降;由图 2 可知,供 K 量相同时,各处理产量在供 N 量不超过 129.68 kg/hm^2 时随供 N 量增加显著增产,但供 N 量超过 129.68 kg/hm^2 后,这种

李伶俐等人在棉花上的研究结果一致^[9]; P_n 在供 N 量相同时,随着供 K 量的增加而上升。胞间 CO_2 浓度 C_i 和气孔导度 G_s 与 P_n 的变化规律类似,这说明气孔限制是光合速率下降的主要原因^[10-11]。各处理的蒸腾速率 T_r 之间无显著差异,与 C_i 和 G_s 的变化并无联系。

增产效果减弱,说明继续增加供 N 量并不会获得更多的效益,反而会造成肥料的浪费。

2.4 各处理对西瓜品质的影响

由表 5 可知,当各处理的维生素 C 含量为 $3.25 \sim 4.69 \text{ mg}/100\text{g}$,在供 N 量相同时,随着供 K 量的增加,维生素 C 含量显著提高;供 K 量相同,供 N 量不超过 129.68 kg/hm^2 时,维生素 C 含量随着供 N 量的增加而增加,供 N 量超过 129.68 kg/hm^2 后,维生素 C 含量开始降低。可溶性蛋白与维生素 C 的变化规律基本一致。各处理的可溶性总糖含量为 $5.21\% \sim 7.45\%$,总酸度为 $0.056\% \sim 0.085\%$,可溶性总糖和总酸度均随着供 N 量和供 K 量的增加而上升;糖酸比是评价西瓜果实品质的一项重要指标,较高的糖酸比使西瓜风味更佳,可溶性总糖和总酸度均随着供 N 量和供 K 量的增加而上升,但是糖酸比却随着供 N 量的提高先上升后降低,供 K 量对糖酸比的影响不大,这说明供 N 水平过高时,虽然可溶性总糖和总酸度均升高,但是总酸度增加得更多,导致糖酸比反而降低,致使西瓜风味变差。

3 讨论与结论

由以往的研究结果可知,N、K 肥都对西瓜的生长、产量和品质有显著影响,适宜的 N 素营养能使西瓜的可溶性糖和维生素 C 含量提高,品质提升,但是供 N 水平过高会使西瓜减产,品质下降;增加供 K 量可以提高西瓜单瓜重以增加产量,西瓜的可溶性总糖和维生素 C 含量都有随着供 K 量的增加而上升的趋势^[1-2]。

该试验表明,当西瓜供 N 量达到在 194.52 kg/hm^2 水平时,西瓜的主蔓伸长速度明显加快,植株长势旺盛,但是过高的供 N 量致使西瓜光合速率下降,品质降低,增产效果也减弱;相比之下,供 N 量为 129.68 kg/hm^2 时,西瓜前期长势稳定,产量较高,而且西瓜的维生素 C、可溶性蛋白含量以及糖酸比均比供 N 量为 194.52 kg/hm^2 时有显著提高。供 K 量的多少对西瓜前期的生长影响不

大,但是在供 N 量为 64.84 kg/hm² 和 129.68 kg/hm² 时,提高供 K 量能促进主蔓伸长;西瓜品质随着供 K 量的增加显著提高,即使供 K 量达 237.83 kg/hm² 时,这种提高品质的效果仍然很明显。

表 5 各处理对西瓜品质指标的影响

Table 5 Effects of different treatments on fruit quality

处理 Treatments	维生素 C Vitamin C/mg · (100g) ⁻¹	可溶性蛋白 Soluble protein/mg · (100g) ⁻¹	可溶性总糖 Total soluble sugar/%	总酸度 Total acidity/%	糖酸比 Sugar/acid ratio
N ₀ K ₀	3.25h	1.83c	5.21h	0.056d	93.05bc
N ₁ K ₁	3.71g	1.85c	5.47g	0.056d	97.72b
N ₁ K ₂	4.01ef	1.94c	5.67f	0.061cd	92.94c
N ₁ K ₃	4.09de	2.17b	6.12e	0.058cd	105.54a
N ₂ K ₁	3.96f	2.09b	6.50d	0.064cd	101.58ab
N ₂ K ₂	4.46b	2.48a	7.01b	0.067c	104.65a
N ₂ K ₃	4.69a	2.47a	7.04b	0.066c	106.69a
N ₃ K ₁	4.07de	2.18b	6.78c	0.076b	89.22d
N ₃ K ₂	4.18d	2.17b	7.13b	0.082a	86.97d
N ₃ K ₃	4.28c	2.34a	7.45a	0.085a	87.66d

光合作用是植物合成有机物质从而获得能量的根源。该试验结果表明,西瓜的净光合速率和水分利用效率均有随着供 N 量的提高先上升后降低、随着供 K 量的提高而上升的趋势,但是供 N 量的影响更加明显,并且根据气孔导度和胞间 CO₂ 浓度的变化规律可知,不同供肥量对西瓜植株的光合速率的影响属于气孔限制因素的影响。

该试验结果表明,大棚西瓜的供 N 量不宜过多,过度施用氮肥,会造成西瓜营养生长过旺,光合性能下降,不仅增产效果减弱,造成肥料浪费,还会导致西瓜品质下降,这与茅国芳等的研究结果一致^[12]。因此,实际生产中,应该根据西瓜需 N 量,结合土壤可供 N 量,计算出合理的施 N 量;根据西瓜的需 K 量施 K 肥,完全可以满足西瓜生产的需要。该试验在 N₁、N₂ 条件下,继续增加供 K 量,西瓜的产量、品质和光合性能都没有下降,反而有所提高,说明在试验地土壤条件下,当供 N 量不超过 129.68 kg/hm² 时,适当增加供 K 量有利于西瓜产品质量的提高;试验 N₂ K₂ 和 N₂ K₃ 处理的产量和品质都比其它处理有显著提高,但是二者之间的产量和品质的差别不大,因此施 K 肥较少的 N₂ K₂ 处理更加经济高效。另外,试验为降低施肥量计算的误差,没有施用任何有机肥料,在实际生产中,结合

施用有机肥料对西瓜生产的影响还有待于进一步研究。

参考文献

[1] 陈钢,宋桥生,吴礼树,等. 不同供钾水平对西瓜产量和品质的影响[J]. 华中农业大学学报,2007,26(4):472-475.
[2] 宋桥生,陈钢,吴礼树,等. 不同供氮水平对西瓜产量和品质的影响[J]. 湖北农业科学,2007,46(5):732-734.
[3] 朱洪勋,张翔,沈阿林,等. 西瓜需肥特点与平衡施肥研究[J]. 园艺学报,2005,32(3):420-425.
[4] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,1999.
[5] 杨阳,徐福利,陈志杰. 施用钾肥对温室黄瓜光和特性及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(5):1232-1237.
[6] 饶贵珍,肖波,李莉. 野生西瓜与栽培西瓜光合特性比较研究[J]. 中国农学通报,2010,26(20):263-266.
[7] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
[8] 孙华. 土壤质量对植物光合生理生态功能的影响研究进展[J]. 中国生态农业学报,2005,13(1):116-118.
[9] 李伶俐,房卫平,谢德意,等. 施氮量对杂交棉光合特性及产量、品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(5):1183-1189.
[10] 刘孟雨,陈培元. 水分胁迫条件下气孔与非气孔因素对小麦光合的限制[J]. 植物生理学通讯,1990(4):24-27.
[11] Farquhar G D, Sharkey T D. Stomatal conductance and Photosynthesis[J]. Ann Rev Plnat Physiol, 1982(33):317-345.
[12] 茅国芳,汪琦,黄钊贞,等. 设施栽培土壤化肥减量施用的生态效应研究[J]. 上海农业学报,2007,23(1):52-58.

Effects of Different Amounts of Nitrogen and Potassium on Growth, Yield and Quality of Watermelon Cultivated in Plastic Film Shelter

LI Shan-rong, LIU Jian-hui, ZHANG Xian
(College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: ‘Jingxin No. 2’ watermelon was used as material, the effects of different fertilizer amounts of nitrogen and potassium on the growth, yield and quality of watermelon in plastic film shelter were studied. The results indicated that the improvement of nitrogen or potassium supply could promote the vegetative growth, photosynthetic ability and yield of watermelon. When the nitrogen supply was over 129.68 kg/hm², the photosynthetic capacity dropped, the quality of fruit and the effect of nitrogen on enhancing yield declined. The effect of potassium supply on vegetative growth was not the same obvious as nitrogen supply. But the quality of fruit obviously got better when improving the amount of potassium supply. When the amount of nitrogen was 129.68 kg/hm², the amount of potassium was 158.55 kg/hm², watermelon grew well, got high yield and best quality.

Key words: watermelon; amount of nitrogen supply; amount of potassium supply; yield; quality