

不同肥料配施对设施番茄干物质分配及产量品质的影响

高 慧^{1,2}, 葛晓光¹

(1. 沈阳农业大学, 辽宁沈阳 110161; 2. 淮阴工学院, 江苏淮安 223001)

摘 要: 本试验是长期定位施肥的继续, 在保持原有的几个偏施氮肥处理的基础上, 于 1997 年增加了配施磷、钾肥的处理。研究表明: 长季节番茄的干物质积累期主要在盛果期, 根、叶茎、果的平均干重, 分别占总干物重的 2.44%、43.97%、53.20%。适量的增施无机 N 肥仍具有一定的增产作用, 施有机肥的同时配施 P 肥的处理未见增产作用, 甚至可能出现减产。在无机肥条件配施 K 肥具有很强的增产作用, 尤其是 N、K 配施增产明显。

关键词: 番茄; 干物质; 产量; 品质

中图分类号: S641.206⁺.2; S62 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2005)01-0038-03

设施蔬菜生产是高度集约化的种植业生产。设施蔬菜生产因其产量高和复种茬次多, 每年都要从土壤中吸收大量的养分, 这就要求有合理的供肥强度。在优化的栽培技术体系中, 合理配施有机肥和化肥不仅是获得蔬菜高品质、高产量的重要技术环节, 而且也是提高土壤肥力, 保证菜田可持续发展的重要基础。目前我国设施蔬菜栽培中, N、P 肥用量是露地栽培用量的 2~3 倍以上, N、P 肥普遍过量^[1], 且过多的依赖于化学 N 肥, N、P、K 比例失调, 有机肥严重不足^[2], 造成土壤酸化板结, 养分比例失调, 病虫害加重, 产量降低, 生产成本加大, 经济效益低, 对产品品质和环境质量造成威胁, 严重制约了蔬菜的高产优质高效生产。而有机肥与化肥配合施用, 可通过改善植物营养和生长条件对其产品品质产生良好的影响(产品的营养品质、食味外观、产品的加工品质等方面)^[3,4], 同时, 适量增施 N 肥能够促进番茄根系的发育, 增加干物质积累量和 N、P、K 养分吸收量, 降低脐腐病发生率和增加产量, 而过量施用 N 肥则使番茄根系生育受阻、生育期延迟、脐腐病发生率提高和产量下降^[5]。

本试验将研究探索偏施 N 肥及配施 P、K 肥对设施番茄生长发育的影响, 以及不同土壤肥力对设施番茄干物质积累与分配、产量、品质等的影响做初步的研究, 以更好的指导生产实践。

1 材料与方法

1.1 试验设计

本试验于 2001 年 4 月~2002 年 9 月在沈阳农业大学教学科研基地定位试验大棚内进行, 试验土壤取自 1988 年开始的沈阳农业大学蔬菜基地蔬菜长期定位试验, 供试土壤(耕层 0 cm~20 cm(厘米))农化性状如表 1。

该试验是长期露地定位试验的继续, 于 1997 年移入设施内继续进行试验, 并在原来试验的基础上配施了 P、K 肥。试验保留了原试验的 6 个主要处理, 即 AN₀(原 A₁B₃)、AN₁(原 A₁B₂)、AN₂(原 A₁B₁)、BN₀(原 A₃B₃)、BN₁(原 A₃B₂)、BN₂(原 A₃B₁), 同时取 AN₁ 处理的土壤、BN₁ 处理的土壤配施 P、K 肥。

表 1 供试土壤基础农化性状(1997 年)

处理	有机质 %	全 N %	全 P %	碱解 N mg/kg	速效 P mg/kg	速效 K mg/kg	pH 值
AN ₀	2.517	0.234	0.111	115.70	116.0	144.0	7.14
AN ₁	2.541	0.210	0.109	113.60	98.7	126.0	6.67
AN ₂	3.070	0.230	0.116	120.25	118.7	151.0	6.17
BN ₀	1.900	0.158	0.105	74.84	62.9	52.0	6.92
BN ₁	1.782	0.156	0.097	79.95	86.6	48.0	6.31
BN ₂	1.818	0.164	0.104	82.20	83.2	50.0	5.64

该试验前期 1997 年 4 月~1998 年 7 月栽培的蔬菜为茄子, 品种为西安绿茄, 1999 年 4 月~2000 年 9 月栽培的蔬菜为番茄, 品种为沈农大粉。各个处理的年施肥量分别为:

A: 有机肥—马粪 11.25 kg/小区; B: 不施肥; N₁: 尿素 48.9 g/小区; N₂: 尿素 97.8 g/小区; P: 有机肥区—过磷酸钙 240 g/小区, 无机肥区—过磷酸钙 720 g/小区; K: 有机肥区—硫酸钾 13.38 g/小区, 无机肥区—硫酸钾 53.79 g/小区。

本试验共设 18 个处理, 分为两个部分: 第一部分为施有机肥(A)与不施有机肥(B)的各自 3 个无机氮肥水平的 6 个处理 AN₀、AN₁、AN₂、BN₀、BN₁、BN₂; 第二部分为在 AN₁、BN₁ 基础上配施 P、K 肥的 12 个处理 AP、AK、APK、ANP、ANK、ANPK、BP、BK、BPK、BNP、BNK、BNPK。各处理施肥量见表 2。

采用完全随机区组设计, 3 次重复。小区面积为 1.5 m² (平方米), 为防止肥料相互渗透影响, 每个小区建成 0.8 m (米)深的无底水泥池, 有机肥与 P 肥、K 肥于定植前一次性施入, N 肥在生长季节内分两次追施。供试番茄品种为沈农大粉, 分别于每年的 3 月 2 日播种, 大约 50 d(天)苗龄定植于大棚内。长季节栽培, 采收期为 4 个月。

1.2 分析测定方法

试验期间分别在坐果期、始收期、盛果期、拉秧期整株取样, 分别测根、茎、叶、果的鲜重与干重, 分期采收的果实产量计入不同时期植株干物质累积量。分果穗记载各处理每次采收的果实总量、果实数目、病果数(畸形果、脐腐果)。于盛果期采集第二穗果的果实, 分别测定可溶性固形物含量、Vc 含

*国家自然科学基金资助项目(39970515)

收稿日期: 2004-09-13

量、还原糖含量、有机酸含量。可溶性固形物含量采用阿贝折射仪法; Vc 含量采用分光光度计法; 还原糖含量采用 3, 5—二硝基水杨酸比色法; 有机酸含量采用滴定法。

表 2 不同处理施肥量				
处理	马粪 kg/小区·年	尿素 g/小区·年	过磷酸钙 g/小区·年	硫酸钾 g/小区·年
AN ₀	11. 25	0	0	0
AN ₁	11. 25	97. 8	0	0
AN ₂	11. 25	195. 6	0	0
AP	11. 25	0	720	0
AK	11. 25	0	0	53. 79
ANP	11. 25	97. 8	720	0
ANK	11. 25	97. 8	0	53. 79
APK	11. 25	0	720	53. 79
ANPK	11. 25	97. 8	720	53. 79
BN ₀	0	0	0	0
BN ₁	0	97. 8	0	0
BN ₂	0	195. 6	0	0
BP	0	0	720	0
BK	0	0	0	53. 79
BNP	0	97. 8	720	0
BNK	0	97. 8	0	53. 79
BPK	0	0	720	53. 79
BNKP	0	97. 8	720	53. 79

2 结果与讨论

2.1 不同肥力水平下的番茄植株的干物质积累与分配

番茄植株的干物质总量随着生育的进程而在逐渐增加, 但干物质的积累主要是在盛果期(表 3)。长期偏施 N 肥条件下, 各个时期有机肥处理的干物质积累量均大于对应的无机肥处理, 说明有机肥、适量的无机 N 肥可以促进植株的干物质积累。AK 处理各个时期干物质积累都显著低于其它处理, BK 处理也有类似的表现, 说明 K 肥无论是与有机肥配合施用还是单施都对植株的干物质积累无促进作用。AP 处理在各个时期干物质总量均处于较高水平, BP 处理则处于较低水平。在各种无机肥料配施的处理中, ANK、BNK 两处理的干物质积累量均相应地好于 APK、ANP、BPK、BNP 处理, 说明 NK 配施对干物质积累的效果要比 PK、NP 配施好。

而从干物质的分配比例来看, 全部处理分配在果实中、茎叶中的百分数差别很小(表 4), 平均值分别为 53. 2%、43. 97%, 而根中分配比例为 2. 44%, 且有机肥处理与无机肥处理之间各器官的分配比例相接近, 同时也与吴建繁等^[6]的研究结果相近。由此可见, 有机肥处理的产量高于无机肥处理, 并不是由于在干物质积累总量中果实比例的增大, 而是因为前者的营养生长基础远远大于后者, 也就是说, 有机肥的长期施用使得土壤肥力提高, 从而保证了营养生长与生殖发育均匀而旺盛的发展, 并未出现营养生长过旺现象, 这一点与过量施用 N 素化肥而造成植株徒长的结果是完全不同的。因此, 在设施番茄土培生产中, 为了获得高产, 较高的土壤有机质含量(> 3%)是最基本的条件。

2.2 不同肥力水平下番茄的产量及品质

表 3 番茄不同生长时期干物质总量				
处理	座果期(g/株)	始收期(g/株)	盛果期(g/株)	拉秧期(g/株)
AN ₀	39. 41	138. 37	195. 74	291. 19
AN ₁	45. 45	162. 00	204. 34	432. 43
AN ₂	49. 16	161. 19	236. 63	393. 15
BN ₀	26. 75	99. 04	124. 41	292. 39
BN ₁	21. 29	107. 42	175. 26	362. 51
BN ₂	37. 91	115. 86	173. 16	330. 18
AP	51. 33	141. 87	250. 18	425. 79
AK	29. 90	115. 69	161. 40	280. 12
APK	34. 27	142. 81	172. 40	347. 70
ANP	36. 03	135. 31	180. 04	358. 00
ANK	38. 60	165. 57	252. 97	438. 31
BP	29. 89	102. 28	114. 93	299. 45
BK	24. 28	88. 53	129. 18	275. 26
BPK	21. 84	87. 95	139. 75	303. 90
BNP	29. 31	105. 67	157. 20	353. 50
BNK	26. 93	131. 52	183. 85	361. 67
BNKP	37. 53	157. 22	181. 24	370. 62

从两年的总产量来看(表 5), 在施有机肥情况下, 适量施用 N 肥产量升高, 但 N 肥施用过量产量稍有下降, 最高的为 AN₁ 处理 37. 258 kg(公斤)/小区, 但各处理之间差异不显著。说明有机肥与适量的 N 肥配施可以明显地增加产量。在施有机肥的基础上配施 P、K 肥, ANK 处理的产量最高, 达到了 43. 302 kg(公斤)/小区。不施有机肥基础上配施 P、K 肥除 BK、BPK 处理外产量均表现出增加, 其中 BNPK 处理的产量最高, 达到了 35. 05 kg(公斤)/小区, BNK 处理次之, 且 BNK 处理显著地高于 BPK 处理, 这说明, 不论是否施用有机肥, NK 配施增产效果好, PK 配施效果一般。有机肥区单施 P 的效果要比单施 K 的效果要好, 而无机肥区单施 K 的效果要比单施 P 的效果好。前期的设施蔬菜试验(1997~1998 年)^[7]表明, 配施 P、K 肥后的茄子产量均不如长期施 N 处理, 而本试验条件下, ANK、BNK 处理的产量均处于各处理的最高值, 且与其它处理差异达到了显著水平, 这说明经过多年的栽培之后, 土壤本身的 K 素已经匮乏, 如果将 K 肥与 N 肥配施不仅可以补充 K 肥的供给, 而且还具有 NK 互作的优势, 这也就是 ANK、BNK 处理产量高的原因。在本试验中, 配施 P 肥基本上没有增产作用, 不施有机肥条件下每公斤过磷酸钙仅使番茄增产 0. 547 kg(公斤), 而在有机肥条件下每公斤过磷酸钙能使番茄减产 7. 85 kg(公斤)。而据吴建繁等^[6]试验表明, 土壤有效 P 含量较高(102 mg/kg~167 mg/kg(毫克/公斤))时磷肥基本无效, 且随磷肥用量增加产量有降低的趋势, 而土壤有效 P 含量较低(68 mg/kg(毫克/公斤))时磷肥的增产幅度在 1. 8%~5. 8%之间。这一点给了我们重要的启示, 当前日光温室番茄栽培中, 在有机肥充足条件下, 除了按产量目标适当补充一些 N 素外, 更主要的是应该重视 K 肥的施用, 在土壤 P 素并不缺少时过多增加 P 肥的施用不仅没有必要, 可能还会造成减产。

表 4 始收期番茄的干物质积累和分配

处理	干物质量		根		果实		茎、叶	
	g/株	g/株	%	g/株	%	g/株	%	
AN ₀	138.37	2.48	1.79	74.14	53.58	61.75	44.63	
AN ₁	162.00	3.64	2.25	85.54	52.80	72.82	44.95	
AN ₂	161.19	3.07	1.90	87.02	53.99	71.10	44.11	
BN ₀	99.04	3.06	3.09	52.02	52.52	43.96	44.39	
BN ₁	107.42	3.10	2.89	58.75	54.69	45.57	42.42	
BN ₂	115.86	2.80	2.42	59.00	50.92	54.06	46.66	
AP	141.87	2.96	2.09	75.34	53.10	63.57	44.81	
AK	115.69	2.85	2.46	60.20	52.04	52.64	45.50	
APK	142.81	3.25	2.28	72.82	50.99	56.74	39.73	
ANP	135.31	3.07	2.27	70.79	52.32	61.45	45.41	
ANK	165.57	3.39	2.05	85.42	51.59	76.76	46.36	
ANPK	150.52	3.22	2.14	81.78	54.33	65.52	43.53	
BP	102.28	3.15	3.08	53.65	52.45	45.48	44.47	
BK	88.53	2.79	3.15	49.38	55.78	36.36	41.07	
BPK	87.95	2.71	3.08	47.73	54.27	37.51	42.65	
BNP	105.67	2.56	2.42	56.19	53.17	46.92	44.40	
BNK	131.52	3.07	2.33	70.91	53.92	57.54	43.75	
BNKP	157.22	3.54	2.25	86.77	55.19	66.91	42.56	

表 5 不同施肥处理对番茄产量的影响

处理	病果数 (个/小区)	发病率 (%)	总产量 (kg/小区)	显著水平	
				5%	1%
AN ₀	1	0.77	31.975	abc	AB
AN ₁	3.3	2.13	37.258	A	A
AN ₂	2	1.45	35.568	Ab	AB
BN ₀	1.7	1.33	28.302	c	B
BN ₁	3.3	2.26	30.891	bc	AB
BN ₂	6.3	4.08	33.316	abc	AB
AP	1.7	1.23	37.345	ab	AB
AK	0.3	0.23	33.453	bede	BCD
APK	1.3	1.04	29.975	cdef	BCD
ANP	3.3	2.02	36.339	bcd	ABC
ANK	3	1.82	43.302	a	A
ANPK	1	0.79	32.267	bede	BCD
BP	0.3	0.25	24.312	f	D
BK	0.7	0.56	27.656	ef	CD
BPK	1	0.77	29.41	def	BCD
BNP	1.3	0.84	31.966	bede	BCD
BNK	1	0.72	34.262	bede	ABC
BNKP	2.3	1.47	35.05	bcd	ABC

K 既是作物生长发育所必需的三大营养元素之一,又由于其在作物生理代谢过程中的特殊功能而一直被誉“品质元素”,另据报道^[8]:K 可提高作物产量、改善产品品质、增强作物的抗逆能力。本试验中(表 6),有机肥与无机肥条件下施用 K 肥,无论是单施还是与 N、PK 配施均提高了番茄果实中的 Vc 含量、可溶性固形物含量、还原糖含量。而单纯地增施无机 N 肥虽然在产量上有所增加,但却使番茄果实品质下降,果实变酸而乏味;另一方面,单纯地增施无机 N 肥,番茄果实的病果率明显提高,达到 4.08%,据高秀兰等^[9]通过分析不同施 N 量番茄植株叶片和果实中钙含量的变化,认为过量施 N 导致番茄脐腐病的发生原因主要是抑制了植株对钙

的吸收。

3 小结

在不同土壤肥力条件下,番茄果实干物质量的比值大致相似,为了获得丰产,必须创造营养生长均匀而旺盛生长的土壤肥力基础。

适量的增施无机 N 肥仍具有一定的增产作用,在本长期定位施肥条件下配施 P 肥的处理未见增产作用,而无论是在有机肥条件下还是在无机肥条件下配施 K 肥均具有很强的增产作用。

单施 K 肥,及 NK、NPK 配施均可提高番茄果实的品质,增强番茄的抗性,降低番茄果实的病果数。

表 6 不同施肥处理对番茄果实品质的影响

处理	Vc 含量 mg/100g 鲜重	还原糖含量 %	有机酸含量 %	糖酸比	可溶性固形物 %
AN ₀	13.754	0.948	0.579	1.64	7.8
AN ₁	10.024	0.929	0.566	1.64	7.9
AN ₂	11.839	0.899	0.555	1.62	7.1
BN ₀	9.395	0.839	0.374	2.24	7.5
BN ₁	16.457	0.930	0.521	1.79	7.8
BN ₂	13.793	0.755	0.424	1.78	7.5
AP	10.658	0.886	0.494	1.79	7.6
AK	15.636	0.838	0.540	1.55	7.9
APK	9.076	0.961	0.655	1.47	7.9
ANP	12.36	0.872	0.591	1.48	7.7
ANK	15.471	0.954	0.581	1.64	8.3
ANPK	20.842	0.909	0.597	1.52	8.8
BP	14.473	0.863	0.438	1.97	7.5
BK	12.134	0.830	0.528	1.57	7.7
BPK	8.855	0.841	0.510	1.65	7.1
BNP	12.208	0.898	0.422	2.13	8.0
BNK	9.531	0.824	0.435	1.89	7.7
BNKP	14.184	0.914	0.518	1.76	7.1

参考文献:

[1] 陈新平等.北京地区蔬菜施肥的问题与对策[J]. 中国农业大学学报, 1996, 1(5): 63~ 66.
[2] 黄绍文等.农业土壤养分平衡状况及其评价的试点研究[J]. 土壤肥料, 2000, (6): 14~ 19.
[3] 金继续.提高农产品品质的施肥技术[J]. 土壤肥料, 1991, (4): 9~ 12.
[4] 杨玉爱等.有机肥料延缓日本黄瓜早衰作用的研究[J]. 土壤学报, 1992, 29(4): 447~ 450.
[5] 刘德等.氮肥不同用量对保护地番茄生育及产量影响[J]. 北方园艺, 1998, (5): 7~ 8.
[6] 吴建繁等.京郊保护地番茄氮磷钾肥料效应应用其吸收分配规律研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(4): 409~ 416.
[7] 张恩平.长期定位施肥对土壤肥力及茄子生育影响的研究[D]. 硕士学位论文. 沈阳农业大学, 1999.
[8] 袁玲等.长期施肥对土壤酶活性和氮、磷养分的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1997, 3(4): 300~ 306.
[9] 谢建昌等.菜田土壤肥力与蔬菜合理施肥[M]. 沙海大学出版社, 1997.