



冬瓜氮磷钾肥配施效应研究

李国良, 姚丽贤, 付长营, 何兆桓, 周昌敏
(广东省农科院土壤肥料研究所, 广州 510640)

摘要: 结合冬瓜果实特点与营养吸收特性, 探讨冬瓜氮磷钾化肥配施效应。结果表明, 每生产 1 吨冬瓜果实需要吸收的总养分为 N 1174.8 克、P 241 克、K 2374 克、Ca 1194 克、Mg 141 克、S 116 克、B 3.1 克和 Zn 1.8 克。在土壤有效磷丰富, 有效氮、钾缺乏及施有机肥条件下, 施磷稍微减产, OPT-N 处理比 OPT 处理减产 7.0%, OPT-K 处理显著减产 14.4%, 种植效益分别降低 8.5% 及 21.0%; 氮、钾肥产出率分别为 29.5 公斤冬瓜/公斤 N 及 61.2 公斤冬瓜/公斤 K₂O。在土壤有效氮、磷、钾极缺乏及不施有机肥条件下, OPT-N 与 OPT-K 处理分别比 OPT 处理显著减产 21.2% 及 31.3%, OPT-P 处理减产 12.5%; 种植效益分别降低 60.4%、99.1% 及 40.1%。氮、磷、钾肥产出率分别为 41.5 公斤冬瓜/公斤 N、81.3 公斤冬瓜/公斤 P₂O₅ 及 61.0 公斤冬瓜/公斤 K₂O。研究表明, 中低产田种植冬瓜时, 更应重视氮磷钾肥的合理平衡施用。

关键词: 冬瓜; 氮磷钾; 营养特性; OPT; 产出率

广东省佛山市三水区大塘镇是国务院批准挂牌的蔬菜专业镇。当地农户常年以种植各种蔬菜为主。其中, 黑皮冬瓜是该镇的主要蔬菜品种之一, 已有近 30 年的种植历史, 每年种植面积超过 30000 亩。黑皮冬瓜具皮色墨绿、肉质致密、耐贮运的特点而深受广大消费者青睐, 产品远销东南沿海各省。由于冬瓜产量高, 经济效益较好, 近年来冬瓜种植面积不断扩大。然而, 省内对于冬瓜的施肥技术一直缺乏研究。根据我们以往进行的农户调查, 发现当地农户长期偏施磷肥, 土壤调查结果也显示该地区土壤富磷。本文旨在结合冬瓜果实特点及营养吸收特性, 探讨在不同土壤养分肥力条件下冬瓜氮、磷、钾化肥配施效应, 为冬瓜的合理施肥提供科学依据。

1. 材料与方方法

2005 年 4 月 - 7 月在佛山市三水区大塘镇大塘村布置了两个冬瓜肥料试验。土壤养分状况由中加合作土壤植株测试实验室分析, 结果详见表 1。其中, 试验一土壤有效氮、钾含量缺乏, 有效磷等其他养分含量丰富, 土壤养分肥力属中上水平。试验二土壤有效氮、磷、钾含量极缺乏, 有效镁及锌缺乏, 其他养分含量为中上水平, 土壤养分肥力整体较低。

表 1 供试土壤理化性质

地点	pH	OM (克/公斤)	有效养分 (毫克/升)										
			NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
大塘 1	5.0	17.0	13.9	82.3	50.9	1409	97.2	209.5	0.85	5.0	343.6	38.2	8.1
大塘 2	6.2	14.0	4.6	6.2	19.6	735	37.7	28.7	0.45	1.1	36.4	14.2	0.85

两个试验点均设 OPT、OPT-N、OPT-P、OPT-K 四个处理, 三次重复, 随机区组排列。两试验小

区面积分别为 31.24 平方米和 27.3 平方米，种植株数分别为 23 株/小区（490 株/亩）和 21 株/小区（512 株/亩）。



冬瓜分别于 2005 年 4 月 5 日和 4 月 20 日种植，品种均为黑皮冬瓜，冬瓜全生育期肥料施用量见表 2。试验一在施牛粪尿 600 公斤/亩基础上进行，底肥氮磷钾化肥各占总化肥用量的 35%，抽蔓肥占 18%，结瓜肥占 47%。6 月 25 日收获冬瓜。试验二不施有机肥，底肥氮磷钾化肥各占总化肥量的 25%，苗期施水肥 3 次，合计占 15%，抽蔓肥占 20%，结瓜肥占 40%。7 月 13 日收获冬瓜。两个试验各小区冬瓜分别单收及称重量，记录产量。取冬瓜植株分茎叶、瓜肉、瓜瓢、瓜皮和种子进行养分含量分析，调查冬瓜果实构成。

表 2 不同处理冬瓜全生育期肥料用量

处理	化肥养分 (公斤/亩)			化肥用量 (公斤/亩)			有机肥 (公斤/亩)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	尿素	普钙	氯化钾	
试验一							
OPT	15.3	4.6	15.3	33.3	38.3	25.5	600.0
OPT-N	0.0	4.6	15.3	0.0	38.3	25.5	600.0
OPT-P	15.3	0.0	15.3	33.3	0.0	25.5	600.0
OPT-K	15.3	4.6	0.0	33.3	38.3	0.0	600.0
试验二							
OPT	18.0	5.4	18.0	39.1	45.0	30.0	0.0
OPT-N	0.0	5.4	18.0	0.0	45.0	30.0	0.0
OPT-P	18.0	0.0	18.0	39.1	0.0	30.0	0.0
OPT-K	18.0	5.4	0.0	39.1	45.0	0.0	0.0

注：尿素含 N 46%，普钙含 P₂O₅ 12%，氯化钾含 K₂O 60%。

2. 结果与分析

2.1 冬瓜果实特点

综合两试验冬瓜果实特点见表 3。冬瓜含有大量水分，整个冬瓜含水量达 95.4%。其中，瓜肉的含水量高达 95.9%，瓜皮和瓜瓤分别为 88.1% 和 96.2%，种子也含有 76.7% 的水分。在冬瓜总鲜重中，瓜肉占 87.2%，瓜皮和瓜瓤分别占 5.2% 和 7.1%，种子仅占 0.5%。

表 3 冬瓜果实构成及含水量（鲜重，%）

项目	瓜肉	瓜皮	瓜瓤	种子	合计
含水量	95.9	88.1	96.2	76.7	—
占总重百分数	87.2	5.2	7.1	0.5	100

2.2 养分吸收特点

综合两试验点冬瓜植株各部位的养分吸收情况见表 4。数据显示，冬瓜果实吸收的养分绝大部分累积在果肉中。在单瓜重平均为 10.7 公斤情况下，每个冬瓜果实的养分吸收量为 N 7.32 克、P 1.75 克、K 14.31 克、Ca 2.23 克、Mg 0.69 克、S 0.64 克、B 14.3 毫克和 Zn 10.5 毫克，单株地上部吸收的总养分为 N 12.57 克、P 2.58 克、K 25.40 克、Ca 12.78 克、Mg 1.51 克、S 1.24 克、B 32.9 毫克和 Zn 19.7 毫克。以此计算每吨冬瓜果实带走的养分量为 N 684 克、P 159 克、K 1337 克、Ca 208.4 克、Mg 64 克、S 60 克、B 1.3 克和 Zn 1.0 克，每产生 1 吨冬瓜果实需要吸收的总养分为 N 1174.8 克、P 241 克、K 2374 克、Ca 1194 克、Mg 141 克、S 116 克、B 3.1 克和 Zn 1.8 克，养分吸收比例 N:P:K:Ca:Mg:S:B:Zn 为 1:0.21:2.02:1.02:0.12:0.10:0.003:0.002，即冬瓜需要吸收的 K 最多，Ca、N 次之，然后为 P、Mg 和 S。

表 4 一个冬瓜植株各部位养分吸收量及比例

部位	N(克)	P(克)	K(克)	Ca(克)	Mg(克)	S(克)	B(毫克)	Zn(毫克)
瓜肉	5.0	1.22	11.83	1.71	0.49	0.46	12.0	7.3
瓜皮	1.22	0.22	1.50	0.40	0.10	0.08	1.4	1.0
瓜瓤	0.65	0.17	0.81	0.08	0.05	0.05	0.9	1.2
种子	0.45	0.14	0.17	0.04	0.05	0.04	0.1	1.1
果实合计	7.32	1.75	14.31	2.23	0.69	0.64	14.3	10.5
茎叶	5.25	0.83	11.09	10.56	0.82	0.60	18.6	9.2
地上部合计	12.57	2.58	25.40	12.78	1.51	1.24	32.9	19.7
比例	1	0.21	2.02	1.02	0.12	0.10	0.003	0.002

2.3 不同施肥处理对冬瓜生长发育的影响

从田间观察，试验一中 OPT 与 OPT-P 处理冬瓜从苗期至果实膨大期，田间表现为叶色深绿，植株长势旺盛，处理间无明显差异。在冬瓜生育中期以后，OPT-N 处理植株上部叶片呈淡黄绿色，植株中下部黄叶较多，叶片较小，OPT-K 处理植株长势较差，叶片较小；试验二冬瓜整体上植株生长较慢，长势比试验一差。在不同施肥处理中，OPT 处理冬瓜长势较好，OPT-P 处理植株长势较差，OPT-N 处理

冬瓜叶片呈黄绿色，植株中下部黄叶较多，长势差，OPT-K处理冬瓜长势最差。

2.4 不同施肥处理对冬瓜果实性状及产量的影响

试验一结果显示(表5)，OPT、OPT-P处理冬瓜果实大，呈圆柱形，果形好，果皮光泽度较好，平均单瓜重分别为15.5公斤及15.7公斤，产量分别为6483公斤/亩及6575公斤/亩，二者产量均达高产水平。OPT-N、OPT-K处理冬瓜果实较轻，部分果实略弯曲，果皮光泽度较差，平均单瓜重分别为14.0公斤及13.8公斤，与OPT处理相比分别减产451公斤/亩及936公斤/亩，降幅为7.0%及14.4%，OPT-K处理减产达显著水平。



试验二结果显示(表5)，OPT处理平均单瓜重为8.0公斤，冬瓜产量3512公斤/亩，属中低水平。OPT-N、OPT-P、OPT-K处理单瓜重较轻且部分瓜形较弯曲，平均单瓜重分别为6.3公斤、7.0公斤及5.5公斤，产量分别为2766公斤/亩、3073公斤/亩及2415公斤/亩，与OPT处理相比分别减产21.2%、12.5%及31.3%，其中OPT-N、OPT-K处理显著减产。

2.5 不同施肥处理对冬瓜种植效益的影响

试验一结果显示(表5)，OPT、OPT-P处理冬瓜产值分别为4019元/亩及4076元/亩，扣除所有成本后，利润分别为2517元/亩及2593元/亩。OPT-P处理比OPT处理增收76元/亩，增收3.0%。OPT-N、OPT-K处理产值分别为3740元/亩及3439元/亩，扣除所有成本后，利润分别为2304元/亩及1989元/亩，比OPT处理分别减收213元/亩及527元/亩，种植效益降低8.5%及21.0%。

试验二结果显示(表 5), OPT 处理产值 1826 元/亩,扣除所有成本后,利润为 513 元/亩。OPT-N、OPT-P 及 OPT-K 处理产值分别为 1438 元/亩、1598 元/亩及 1256 元/亩,扣除所有成本后,利润分别为 203 元/亩、307 元/亩及 5 元/亩,比 OPT 处理分别减收 310 元/亩、206 元/亩及 508 元/亩,种植效益分别降低 60.4%、40.1% 及 99.1%。其中,冬瓜不施钾肥几乎没有种植效益。

试验一冬瓜种植效益由高到低的顺序为: OPT-P>OPT>OPT-N>OPT-K, 试验二冬瓜种植效益由高到低的顺序为: OPT>OPT-P>OPT-N>OPT-K。这与上述冬瓜需要吸收 K 最多, N 次之, 然后为 P 的养分吸收特点是一致的, 但与姚艳萍^[1]报道的在速效氮、钾含量较丰富、速效磷含量极缺乏的土壤上氮磷配施的增产效益优于氮钾配施有所不同。由于试验一土壤氮、钾养分含量极缺乏, 磷含量丰富, 不施磷肥对冬瓜种植效益影响不大, 与最佳施肥处理相比反而有所增收; 试验二土壤氮、磷、钾养分含量极缺乏, 不施氮、磷、钾肥其中一种, 冬瓜种植效益均比最佳施肥处理低, 表明在中低产田种植冬瓜时, 更应重视氮磷钾肥的合理平衡施用。

表 5 不同处理冬瓜产量及种植效益

处理	单瓜重 (公斤)	产量 (公斤/亩)	增产 (%)	产值 (元/亩)	成本(元/亩)			利润 (元/亩)	增收	
					化肥	其他	合计		元/亩	%
试验一										
OPT	15.5	6483 a	—	4019	139	1364	1503	2517	—	—
OPT-N	14.0	6032 a	-7.0	3740	72	1364	1436	2304	-213	-8.5
OPT-P	15.7	6575 a	1.4	4076	120	1364	1484	2593	76	3.0
OPT-K	13.8	5547 b	-14.4	3439	86	1364	1450	1989	-527	-21.0
试验二										
OPT	8.0	3512 a	—	1826	163	1150	1313	513	—	—
OPT-N	6.3	2766 b	-21.2	1438	85	1150	1235	203	-310	-60.4
OPT-P	7.0	3073 ab	-12.5	1598	141	1150	1291	307	-206	-40.1
OPT-K	5.5	2415 c	-31.3	1256	101	1150	1251	5	-508	-99.1

注: (1) 肥料价格(元/吨): 尿素 2000, 普钙 500, 氯化钾 2080。
 (2) 其他成本包括地租、人工、农药、灌溉等。
 (3) 冬瓜收购价格(元/公斤): 试验一为 0.62, 试验二为 0.52。

2.6 肥料产出率

用差减法计算两个试验的肥料产出率, 结果见表 6。试验一钾肥产出率最高, 达 61.2 公斤冬瓜/公斤 K_2O , 氮肥次之为 29.5 公斤冬瓜/公斤 N, 施用磷肥反而稍微降低了产量。相反, 试验二磷肥产出率最高, 达到 81.3 公斤冬瓜/公斤 P_2O_5 ; 钾肥产出率为 61.0 公斤冬瓜/公斤 K_2O , 氮肥产出率最低, 为 41.5 公斤冬瓜/公斤 N。由于试验一供试土壤有效氮含量高于试验二, 土壤有效磷丰富, 而且施用有机肥作为基肥, 因此氮肥产出率明显低于试验二, 施用磷肥反而减产。试验二土壤极为缺磷, 施用磷肥增产效果明显, 磷肥产出率最高。而两试验点均缺钾, 即使在试验一中施用了有机肥, 两试验点钾肥产出率亦极为接近。

表6 氮磷钾化肥产出率

处理	氮肥	磷肥	钾肥
	(公斤冬瓜 / 公斤 N)	(公斤冬瓜 / 公斤 P ₂ O ₅)	(公斤冬瓜 / 公斤 K ₂ O)
试验一	29.5	19.8	61.2
试验二	41.5	81.3	61.0

3. 结论

3.1 每生产1吨冬瓜果实需要吸收的总养分为 N 1174.8 克、P 241 克、K 2374 克、Ca 1194 克、Mg 141 克、S 116 克、B 3.1 克和 Zn 1.8 克，养分吸收比例 N:P:K:Ca:Mg:S:B:Zn 为 1:0.21:2.02:1.02:0.12:0.10:0.003:0.002。

3.2 在土壤有效磷丰富，有效氮、钾缺乏及施有机肥条件下，OPT、OPT-P 处理二者冬瓜产量均达高产水平。OPT-N 处理比 OPT 处理减产 7.0%，OPT-K 处理显著减产 14.4%，种植效益分别降低 8.5% 及 21.0%。在本试验条件下，氮、钾肥养分产出率分别为 29.5 公斤冬瓜 / 公斤 N 及 61.2 公斤冬瓜 / 公斤 K₂O。

3.3 在土壤有效氮、磷、钾极缺乏及不施有机肥条件下，OPT 处理冬瓜产量为中低水平。OPT-N、OPT-P、OPT-K 处理分别比 OPT 处理减产 21.2%、12.5% 及 31.3%，其中 OPT-N、OPT-K 处理减产达显著水平；种植效益分别降低 60.4%、40.1% 及 99.1%。在本试验条件下，氮、磷、钾肥养分产出率分别为 41.5 公斤冬瓜 / 公斤 N、81.3 公斤冬瓜 / 公斤 P₂O₅ 及 61.0 公斤冬瓜 / 公斤 K₂O。这表明中低产田种植冬瓜时，更应重视氮磷钾肥的合理平衡施用。

参考文献

- [1] 姚艳萍, 杨海鹰, 李华等. 黑皮冬瓜氮、磷、钾配合效应研究初报[J]. 上海农业科技, 2004, (5): 110-111.

上接 42 页

参考文献:

- [1] 乔星壁. 中国烟草大词典. 北京: 中国经济出版社
- [2] 赵兴. 中国烟叶生产实用技术指南. 中国烟叶生产购销公司
- [3] 加拿大钾磷肥研究所北京办事处. 土壤养分状况系统研究法, 北京: 中国农业科技出版社, 1992
- [4] 鲁如坤, 刘鸿翔, 闻大中等. 我国典型地区农业生态系统养分循环和平衡研究Ⅲ. 全国和典型地区养分循环和平衡现状. 土壤通报, 1996, 27 (5)
- [5] 金继运. 加拿大钾肥公司在中国的平衡施肥示范项目报告⁽¹⁵⁾—土壤养分综合系统评价法与测土配方施肥. 高效施肥, 2005 年⁽²⁾