第3卷 第4期 植物营养与肥料学报 Vol.3 No.4
1997年12月 PLANT NUTRITION AND FERTILIZER SCIENCE Dec. 1997

蔬菜平衡施肥技术研究

程季珍 亢青选

（山西省农业科学院蔬菜研究所，太原 030031） （山西省运城地区土肥站，运城 044000）

张春霞

（山西省忻州地区农牧局，忻州 034000）

STUDY ON THE TECHNIQUES OF BALANCED FERTILIZATION OF VEGETABLES

Cheng Jizhen

(Vegetable Res. Inst. ShenxiAAS, Taiyuan 030031)

Kang Qingxuan

(Soil and Fertilizer Station of Yuncheng, 044000)

Zhang Chunxia

(Bureau of Agric. and Husb. of Xinzhou, 034000)

80年代以来，全国各地先后进行了粮食作物配方施肥的试验、示范、推广工作，之后又陆续进行了蔬菜等经济作物配方施肥的研究。北京、上海、天津、武汉、南京等地研究了白菜、番茄、黄瓜、甜椒、萝卜等作物的土壤养分丰缺指标和氮、磷、钾与微量元素平衡施肥的试验；菜田土壤的肥力水平与蔬菜生长关系；老菜田土壤大量元素与微量元素亏缺和限制因子；黄瓜等作物的测土施肥和吸肥规律等。但应用养分平衡法进行蔬菜测土施肥研究的系统报道较少。为此，我们于1986～1994年应用养分平衡法进行了不同蔬菜测土施肥的研究，以期为山西省蔬菜合理施肥提供依据。

一、材料与方法

108个田间蔬菜测土施肥试验在运城、晋城、祁县、榆次、阳泉、太原、清徐、忻州等地进行。供试蔬菜有白菜（品种为太原二青、晋菜三号、新二、三包头）；甘蓝（早熟品种为中甘11号、强力早生，中熟品种为京丰、庆丰、理想一号）；番茄（品种为中蔬4号、特瑞皮克、特选28、823、佳粉2号、矮力圆）；黄瓜（品种为津研4号、津杂2号、津春4号；萝卜（品种为丰光一代）等。

供试土壤按肥力分为三级。以不施肥蔬菜单产占施肥蔬菜最佳单产的百分率作为指标。

收稿日期：1996-08-28

高肥力菜田：>90%（土壤中碱解N>150mg/kg，速效P>48.07mg/kg，速效K>141.1mg/kg）；

中肥力菜田：70%～90%（土壤中碱解N 90～150mg/kg，速效P>21.85～48.07mg/kg，速效K>95.45～141.1mg/kg）；

低肥力菜田：50%～70%（土壤中碱解N<90mg/kg，速效P<21.85mg/kg，速效K<95.45mg/kg）。

试验设空白（不施肥），当地习惯施肥，$N_0P_1K_1$，$N_1P_0K_1$，$N_1P_1K_0$，$N_1P_1K_1$，$N_2P_1K_1$，$N_1P_2K_1$，$N_1P_1K_2$，$N_2P_1K_1$+0.1%～0.2%B等10个处理，随机区组排列，小区面积10～20m^2，重复3次。

施肥量因蔬菜种类不同而异，具体用量见表1。磷肥全部作基肥；氮、钾肥为1/3～1/4作基肥，其他在旺盛生长期和产品形成期追施；硼肥在旺盛生长期和产品形成期喷施。基肥为开沟条施，追肥为穴施或随水追施。

收获期按小区计产。分析用样品分部位采集和测定，取加权平均值。土壤和植株养分含量按常规方法进行。

表1　不同蔬菜肥料试验用量[1)]

Table 1　The fertilizer rates of vegetables in experiment

蔬菜种类 Vegetables		肥料用量[2)]（kg/hm²） Fertilizer rates					
		N_1	N_2	P_1	P_2	K_1	K_2
番茄	试验用量	105～135	210～270	37.5～52.5	75～105	67.5～90	135～180
	习惯用量	210～390		60～165		-	
黄瓜	试验用量	127.5～195	255～390	52.5～82.5	105～165	45～90	90～180
	习惯用量	112.5～420		75～195		0～180	
萝卜	试验用量	127.5～172.5	255～345	52.5	105	45～90	90～180
	习惯用量	112.5～345		0～112.5		0～112.5	
白菜	试验用量	150	225	45	90	75	150
	习惯用量	195～405		45～75		-	
甘蓝（中熟）	试验用量	75	150	37.5	75	37.5	75
	习惯用量	112.5	225	112.5	225	90	180
		195～525		75～375		-	

1）施肥量设计是根据土壤速效养分测定值和百公斤吸收的养分量和最佳产量求得

2）P_1、P_2、K_1、K_2用量系指P_2O_5和K_2O用量

二、结果与讨论

（一）不同蔬菜植株的养分含量

蔬菜养分含量因种类不同、菜田土壤肥力的差异和菜田施肥水平的高低而存在明显的差异，同一种蔬菜不同品种之间也有明显不同（表2）。

表2资料表明，包头白菜吸收氮、磷、钾的比例为1:0.53:1.14，简子白菜为1:0.48:1.18；早熟甘蓝为1:0.38:1.17，中熟甘蓝为1:0.33:1.02；番茄为1:0.31:1.13；黄瓜为1:0.58:1.35；萝卜为1:0.33:1.56。

（二）菜田土壤的可供养分

根据养分平衡法的配方施肥公式[1,2]：

土壤可供养分量＝土壤速效养分测定值×0.15×土壤速效养分校正系数。

从公式可以看出，求得土壤可供养分量的关键是求出土壤速效养分的校正系数。菜田土壤

表 2 几种主要蔬菜作物的养分含量(%,FW)

Table 2 The nutrient content of vegetables

蔬菜种类 Vegetables	N	P_2O_5	K_2O	取样期 Sampting time
包头白菜(n=14)	0.14±0.009	0.074±0.009	0.16±0.018	1989～1990
筒子白菜(n=24)	0.17±0.022	0.081±0.010	0.20±0.036	1989～1990
早熟甘蓝(n=42)	0.18±0.046	0.068±0.012	0.21±0.045	1989～1990
中熟甘蓝(n=7)	0.24±0.024	0.078±0.009	0.24±0.041	1989～1990
番 茄(n=8)	0.39±0.055	0.120±0.015	0.44±0.043	1994
黄 瓜(n=12)	0.26±0.031	0.150±0.024	0.35±0.036	1994
萝 卜(n=7)	0.16±0.022	0.053±0.007	0.25±0.030	1992

养分校正系数可由下列公式求得:

$$\text{菜田土壤养分校正系数}=\frac{\text{蔬菜单位面积空白(无肥区)产量}\times\text{蔬菜养分含量}}{\text{菜田土壤速效养分}\times 0.15}$$

据有关资料,应用养分平衡法进行的玉米等粮食作物和白菜、甘蓝的研究表明,土壤养分测定值与校正系数呈显著负相关[1,2],根据本试验所得结果求得的校正系数和与土壤养分测定值的相关分析进一步证实了校正系数与土测值呈显著负相关的结论(表3)。

表 3 菜园土壤速效养分的校正系数及其养分的相关性

Table 3 The correctiom coefficient of soil available nutrient and correlation with nutrients in garden mould

蔬菜种类 Vegetables	土壤养分 Nutrient	低肥力土 Low fert.	中肥力土 Midle fert.	高肥力土 High fert.	相关系数 r
早熟甘蓝(n=42)	碱解氮	0.72	0.55	0.45	-0.7122**
	速效磷	0.50	0.22	0.16	-0.6665**
	速效钾	0.72	0.54	0.38	-0.5296*
中熟甘蓝(n=7)	碱解氮	0.85	0.72	0.64	-0.6389
	速效磷	0.75	0.34	0.23	-0.7011*
	速效钾	0.93	0.84	0.52	-0.7260*
白 菜(n=38)	碱解氮	0.81	0.64	0.44	-0.6350*
	速效磷	0.67	0.44	0.27	-0.6908**
	速效钾	0.77	0.45	0.21	-0.6894*
番 茄(n=8)	碱解氮	0.77	0.74	0.36	-0.7177*
	速效磷	0.52	0.51	0.26	-0.7773**
	速效钾	0.86	0.55	0.47	-0.6673**
黄 瓜(n=12)	碱解氮	0.44	0.35	0.80	-0.9986*
	速效磷	0.68	0.23	0.18	-0.8506*
	速效钾	0.41	0.32	0.14	-0.8669*
萝 卜(n=7)	碱解氮	0.69	0.58	-	-0.9982**
	速效磷	0.63	0.37	0.20	-0.9184**
	速效钾	0.68	0.45	0.33	-0.8409**

从土壤速效养分和蔬菜产量的相关分析结果也表明,除土壤碱解氮与中熟甘蓝产量之间相

关性未达到显著水平外(r = 0.6691)，其他蔬菜均呈极显著正相关(r = 0.7611～0.9937)；土壤速效P与不同蔬菜产量呈极显著相关(r = 0.7368～0.9606)；速效K与蔬菜产量也呈显著或极显著相关(r = 0.8445～0.9810)。充分表明蔬菜产量可根据菜田土壤肥力确定的可靠性。

(三)蔬菜对肥料利用率

蔬菜对肥料的利用率受蔬菜品种、肥料种类、土壤肥力、施肥技术和栽培管理措施以及生态环境条件等影响有较大的差异。根据田间试验结果，肥料利用率(FUE)采用差减法计算公式求得：

$$FUE(\%) = X_f - X_0 / Y \times 100$$

式中X_f为施肥区某养分吸收量，X_0为对照区某养分吸收量，Y为肥料施用量。

根据上述公式，本试验条件下，白菜对N、P_2O_5和K_2O的利用率分别为22.4%、15.5%和23.9%；甘蓝N、P_2O_5、K_2O利用率为14.0%、11.2%和36.0%；番茄、黄瓜、萝卜对N的利用率为30%～45%，对P_2O_5的利用率为10.9%～43.1%，对K_2O的利用率为13.5%～23.9%。

(四)蔬菜最佳产量和施肥量的确定

菜田土壤肥力是决定蔬菜产量高低的基础，蔬菜最佳产量应根据菜田土壤肥力来确定。通过108个田间试验结果，得到了不同肥力土壤条件下，白菜、甘蓝、番茄、黄瓜、萝卜空白试验产量(X)与最佳产量(Y)的11个回归方程(表4)。根据回归方程和土壤肥力，即可确定蔬菜最佳目标产量和根据目标产量确定适宜的施肥量。

施肥量的确定可按下式求得：

$$施肥量 = \frac{(蔬菜单位产量养分吸收量 \times 目标产量) - (土测值 \times 0.15 \times 校正系数)}{肥料中养分含量 \times 肥料当季利用率}$$

表 4　蔬菜最佳产量的回归方程

Table 4　The regression equation of MEY of vegetables

蔬菜种类 Vegetables	土壤肥力 Fertility	回归方程 Equation	F值
早熟甘蓝(n=42)	中肥力	Y = 574 + 1.12X	45.45 * *
	高肥力	Y = 268 + 1.02X	55.80 * *
中熟甘蓝(n=7)	中肥力	Y = 1153 + 1.06X	49.55 * *
	高肥力	Y = 285 + 1.06X	90.69 * *
白　菜(n=38)	低肥力	Y = 1172 + 1.74X	25.79 *
	中肥力	Y = 281 + 1.43X	6.50
	高肥力	Y = 137 + 1.09X	180.10 * *
番　茄(n=8)	低、中肥力	Y = 952 + 0.98X	79.41 * *
	高肥力	Y = -1430 + 1.41X	145.32 * *
黄　瓜(n=12)	低、中肥力	Y = 500 + 1.15X	132.52 * *
萝　卜(n=7)	低、中肥力	Y = 1322 + 0.88X	19.15 *

参 考 文 献

1　刘成祥，周鸣铮．Truog-Ramamoorthy 测土施肥方法的研究与讨论．土壤学报，1986，23(3)：285～289.

2　程季珍等．白菜、甘蓝养分平衡施肥技术．华北农学报，1995，10(2)：111～115.