

黄土高原地区南瓜优质施肥模式研究

高 静¹,梁银丽^{1,2},陈甲瑞¹,熊亚梅¹,周茂娟¹,贺丽娜¹

(1.西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100; 2.中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 安塞试验站 2005~2006 连续两年采用 N、P、K 三因素最优设计, 田试不同施肥量对南瓜 Vc 和干物质两项营养品质的影响, 探讨南瓜优质的 N、P、K 肥效反应模式。结果表明, N 肥对南瓜 Vc 含量的影响最大, K 肥对干物质含量的影响最大, N 与 P 交互作用和 N 与 K 交互作用对南瓜 Vc、干物质含量影响显著。筛选出南瓜优质的较佳施肥量为: 施氮 90~95 kg/hm², 施磷 75~80 kg/hm², 施钾 25~30 kg/hm²。N:P₂O₅:K₂O=1.00:0.83:0.28

关键词: 南瓜; 氮; 磷; 钾; 品质; 施肥模式

中图分类号: S642.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)03-0086-04

南瓜有悠久的栽培历史。近年来, 世界南瓜种植面积在不断扩大, 可作粮食、蔬菜、籽用、观赏和饲料等之用。随着研究的深入, 南瓜的很多医疗保健功能被陆续揭示出来^[1~4]。各部门对南瓜的生产更加重视, 南瓜产品也深受消费者的欢迎。在食品工业、医药工业及化工工业南瓜还被作为原材料或添加剂, 其市场及产业化前景非常广阔^[5~7]。因此, 扩大南瓜生产规模, 研究适宜的栽培种植模式, 合理施肥、科学管理, 以实现南瓜优质的产业化需要已势在必行。目前关于大田作物的肥料效应及施肥对果实品质影响的研究已取得一定成果, 梁银丽^[8,9]等对谷子、玉米、小麦、马铃薯、高粱等主要粮食作物提出了优化的施肥方案, 徐福利^[10]等提出了施肥对黄瓜品质的影响。但关于南瓜合理施肥用量及优化施肥模式及施肥对南瓜品质影响的研究很

少, 本研究的目的是通过连续两年的田间试验, 研究南瓜的氮、磷、钾肥的肥效反应模式, 提出南瓜优质合理的氮、磷、钾肥用量和优化施肥模式, 旨在为南瓜生产提供科学有效的依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2005~2006 连续两年, 在中国科学院安塞水土保持综合试验站进行。该区土壤为黄绵土, 采样点的土壤养分含量为: 有机质含量为 6.525 g/kg, 全氮 0.484 g/kg, 速效磷 65.25 mg/kg, 速效钾 121 mg/kg, pH 8.5。小区面积 6m² (2×3), 4 月 26 日播种, 穴播, 行距 100 cm, 株距 60 cm, 采用 N、P、K 三因素二次饱和—D 最优设计(表 1), 重复三次, 田间处理随机排列, 供试品种为日本红锦宝南瓜。

表 1 N·P·K 三因素二次饱和—D 最优设计方案

Table 1 The experiment plan of optimum design of N, P and K three factors

编号 Number	编码值 Code			施肥量(kg/hm ²) Rate of fertilizer		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	-1	-1	-1	0	0	0
2	1	-1	-1	150	0	0
3	-1	1	-1	0	150	0
4	-1	-1	1	0	0	150
5	-1	0.1925	0.1925	0	89.4	89.4
6	0.1925	-1	0.1925	89.4	0	89.4
7	-0.1925	0.1925	-1	89.4	89.4	0
8	-0.1925	1	1	60.6	150	150
9	1	-0.1925	1	150	60.6	150
10	1	1	-0.1925	150	150	60.6

施肥方式:播前整地时取所有小区 20 cm 表土层,混匀后再铺于各区,使得各个小区施肥前土壤肥力均匀一致。氮、磷、钾肥按照表 1 各处理施用。

田间管理:南瓜生育期土壤水分保持在土壤相对含水量的 70%~80%,定期锄草。

1.2 测定方法

Vc 含量的测定采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法^[11];干物质含量采用植物中含水量的测定方法^[11]。每个处理采 3 个果实,测定三个重复,取 3 次的平均值。

1.3 统计分析

运用唐启义、冯明光编著的《DPS 数据处理系统》^[12]中所提供的二次多项式回归建模分析方法,对 N、P、K 三因子交互作用效应进行模拟分析。所有数据采用两年测定平均值。

2 结果与分析

2.1 N、P、K 肥肥效反应模式的建立及检验

本试验中南瓜 Vc、干物质含量结果见表 2,对这两项品质指标,建立 N、P、K 肥二次多项式模型:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_1X_2 + b_5X_1X_3 + b_6X_2X_3 + b_7X_1^2 + b_8X_2^2 + b_9X_3^2$$

式中: X_1 代表 N 编码值, X_2 代表 P_2O_5 编码值, X_3 代表 K_2O 编码值, $b_i (i = 0, 1, 2, \dots, 9)$ 为回归系数,下同。Y 代表各项品质指标及产量。由于设计所得的回归模型是经无量纲线性代换后所得,各偏回归系数的大小可直接反应 N、P、K 肥对南瓜品质特性的影响程度^[10]。

表 2 不同处理间南瓜营养品质成分含量
Table 2 Component content of pumpkin nurture quality in different treatments

处理号 Treatment	Vc 含量(mg/kg) Vc content	干物质(g/kg) Dry matter content
1	21.35	81.82
2	34.89	84.34
3	28.74	75.40
4	23.81	105.26
5	34.89	94.06
6	41.05	71.36
7	54.59	69.31
8	44.74	78.34
9	27.51	58.04
10	43.51	98.13

2.2 N、P、K 肥对南瓜 Vc 含量的影响

Vc 含量是南瓜品质中较为重要的一个营养品质性状。

根据表 2 中南瓜营养品质中 Vc 含量,求得 N、P、K 肥反应模式如下:

$$\begin{aligned} Y_1 = & 21.35 + 0.963004X_1 + 0.362361X_2 \\ & + 0.198892X_3 + 0.000936X_1X_2 \\ & - 0.003486X_1X_3 - 0.000047X_2X_3 \\ & - 0.010433X_1^2 - 0.003518X_2^2 \\ & - 0.002215X_3^2 \end{aligned} \tag{1}$$

式中: Y_1 代表 Vc 含量,其余同上。对式(1)进行方差分析及偏回归系数显著性检验, $F = 55279.0767$, 达显著水平,说明模式拟合性较好。由(1)知, $|b_1| > |b_2| > |b_3|$,说明 N、P、K 三因素中,N 肥对南瓜品质 Vc 含量的影响最大。

对 Vc 含量进行单因素效应分析,即设定 N、P、K 三因素其中两个因素为零水平,代入式(1)中得出单个因素对南瓜品质及产量的回归模型。分析单因素时,南瓜 Vc 含量最高时的最优编码值,经过以上分析得出:N 肥的最优编码值是 0.2,N 肥施用量增加 Vc 含量增加,相应的施用量为 90 kg/hm²;K 肥的施用量对 Vc 含量影响不大;P 肥施用量增加时 Vc 含量增加,相应的用量为 105kg/hm²。

对 Vc 含量进行因素间交互效应分析,即设定三因素中其中一个因素为零水平,代入式(1)中,求出另两个因素的交互效应分析模型。通过对 Vc 含量进行 N、P、K 三因素间交互效应分析,得出三因素间交互效应对 Vc 含量的影响结果见表 3。

从表 3 中可看出,在一定氮肥施用量水平下,随着磷肥和钾肥施用量的增加,南瓜 Vc 含量增加,但当磷肥施用量超过 110 kg/hm² 时,N 与 P 间有负交互作用,Vc 含量减少;当钾肥施用量超过 75 kg/hm² 时,N 与 K 间有负交互作用。在一定磷肥施用量水平下,编码值小于 0.475 即施磷量为 89.4 kg/hm² 时,随着施氮量的增加,南瓜 Vc 含量增加,当施氮量在 89.4 kg/hm² 以内时,P 与 N 间有正交互作用,超过此施用量则有负交互作用;磷肥一定时随着施钾量的增加南瓜 Vc 含量也增加,当施钾量超过 89.4 kg/hm² 时,P 与 K 间有负交互作用。在一定钾肥施用量水平下,N 肥施用量在 40 kg/hm² 以内,K 与 N 间有正交互作用,超过此施用量则 K 与 N 间呈现负交互作用;P 肥施用量在 75 kg/hm² 以内时,K 与 P 间有正交互作用,超过此施用量则 K 与 P 间呈现负交互作用。这一结果表明,为提高南瓜品质,提高南瓜 Vc 含量,施肥时应氮磷配比合理的情况下,少施钾肥。经过分析得出的二次多项式得出相应的施用量为:N 肥用量 90 kg/hm²,P 肥用量 105 kg/hm²,K 肥用量 20 kg/hm²。

表 3 三因素间交互效应对南瓜 Vc 含量的影响
Table 3 Alternation effect of three facts to Vc content of pumpkin (mg/kg)

P 肥编码水平 Phosphorous code	N 肥编码水平 Nitrogen code				
	—1	—0.475	0	0.475	1
—1	21.35	27.19	29.99	30.64	28.74
—0.475	36.44	42.65	45.78	46.76	45.23
0	42.79	49.33	52.75	54.01	52.81
0.475	42.76	49.63	53.33	54.88	54.01
1	34.89	42.13	46.17	48.04	47.55

K 肥编码水平 K code	N 肥编码水平 Nitrogen code				
	—1	—0.475	0	0.475	1
—1	21.35	24.44	25.69	25.59	23.81
—0.475	36.44	38.13	38.17	36.84	33.67
0	42.79	43.27	42.23	39.84	35.45
0.475	42.76	42.01	39.91	36.45	30.83
1	34.89	27.19	29.43	24.75	17.74

K 肥编码水平 K code	P 肥编码水平 Phosphorous code				
	—1	—0.475	0	0.475	1
—1	21.35	24.44	25.69	25.59	23.81
—0.475	27.19	30.26	31.50	31.38	29.58
0	29.99	33.05	34.27	34.13	32.32
0.475	30.64	33.68	34.89	34.74	32.90
1	28.74	31.76	32.95	32.79	30.93

2.3 N、P、K 肥对南瓜干物质含量的影响

南瓜中的干物质含量的高低直接反映了南瓜的品质及成熟程度,是判断适时采收和耐贮藏性的一个重要指标。

根据表 2 中南瓜干物质含量,采用 DPS 数据分析系统计算,求得 N、P、K 肥效反应模式如下:

$$Y_2 = 81.82 - 0.710019 X_1 - 0.386715 X_2 + 0.661099 X_3 + 00.004345 X_1 X_2 - 0.009417 X_1 X_3 + 0.000611 X_2 X_3 + 0.009915 X_1^2 + 0.004015 X_2^2 - 0.004661 X_3^2$$

(2)

式中:Y₂ 代表南瓜干物质含量,其它同上。对式(2)进行方差分析及偏回归系数显著性检验,结果达显著水平,说明模式拟合性较好。从式(2)中可知,|b₁|>|b₃|>|b₂|,K 肥对南瓜干物质含量的影响较大。

对干物质含量进行单因素效应分析,得出干物质含量最高时,最优施 N 量为 150 kg/hm²,随着施氮量的增加,干物质含量也增大;磷肥单因素对干物质的影响分析,最优施 P 量为 30 kg/hm²,可看出 P 肥的施用对干物质含量影响较小;钾肥单因素对干物质含量的影响最大,在施 K 量为 140 kg/hm² 时,

干物质含量达到最高值。

对干物质含量进行因素间交互作用分析,分析方法与 Vc 相同,得出 N、P、K 三因素间交互作用对干物质含量的影响结果,见表 4。

结果表明,在一定氮肥施用量水平下,随着施磷量的增加,南瓜干物质含量增加,N 与 P 间呈现正交互作用;氮肥一定时当钾肥施用量在 110 kg/hm² 以内时,N 与 K 有正交互作用,超过此施用量则 N 与 K 呈现负交互作用。在一定磷肥施用量水平下,当施磷量不超过 75 kg/hm² 时,随着施氮量的增加,南瓜干物质含量先减少后增加,当施磷量超过 75 kg/hm² 时,P 与 N 呈现正相关作用;施磷量一定时,随着施钾量的增加,干物质含量先减少后增加。在一定钾肥施用量水平下,K 肥施用量在 40 kg/hm² 以内,K 与 N 呈正相关作用,大于此用量时,干物质含量随着氮肥用量的增加先增加后较少,钾肥用量一定时,K 与 P 有正交互作用,随着施磷量的增加,南瓜干物质含量增加。这一结果表明,为提高南瓜干物质含量,施肥时应氮磷配比合理的情况下,适量加大钾肥用量。经过二次多项式分析结果表明干物质含量达最高指标时各因素组合为:N 肥用量 150 kg/hm²,P 肥用量 30 kg/hm²,K 肥用量 140 kg/hm²。

表 4 三因素间交互效应对南瓜干物质含量的影响

Table 4 Interaction effect of three elements to dry substance content of pumpkin (g/kg)

P 肥编码水平 Phosphorous code	N 肥编码水平 Nitrogen code				
	—1	—0.475	0	0.475	1
—1	81.82	75.69	72.96	72.70	75.40
—0.475	71.59	67.19	65.99	67.24	71.68
0	69.14	66.27	66.39	68.97	74.94
0.475	72.76	71.41	72.87	76.78	84.26
1	84.34	84.73	87.70	93.14	102.36

K 肥编码水平 K code	N 肥编码水平 Nitrogen code				
	—1	—0.475	0	0.475	1
—1	81.82	93.20	100.09	104.14	105.26
—0.475	71.59	79.20	82.80	83.54	80.90
0	69.14	73.45	74.17	72.03	66.09
0.475	72.76	73.78	71.61	66.59	57.36
1	84.34	81.59	76.13	67.81	54.81

K 肥编码水平 K code	P 肥编码水平 Phosphorous code				
	—1	—0.475	0	0.475	1
—1	81.82	93.20	100.09	104.14	105.26
—0.475	75.69	87.31	94.42	98.68	100.05
0	72.96	84.80	92.10	96.54	98.12
0.475	72.70	84.75	92.23	96.86	98.66
1	75.40	87.69	95.39	100.24	102.28

3 结 论

从单因素分析结果来看,诸因素对南瓜 Vc 含量影响的大小顺序为 N>P>K,对南瓜干物质含量影响的大小顺序为 N>K>P。从单因素分析来看,Vc 含量高的最优施肥量为:N 肥用量 90 kg/hm²,P 肥用量 105 kg/hm²,K 肥用量 20 kg/hm²;干物质含量高的最优施肥量为:N 肥 150 kg/hm²,P 肥 30 kg/hm²,K 肥 140 kg/hm²。从三因素间交互作用分析结果来看,氮肥与磷肥对南瓜品质具有明显的交互作用,氮磷合理配合,对提高南瓜品质有很大影响,氮与钾肥对南瓜干物质含量具有明显的交互作用,施肥时应考虑氮、磷、钾合理配比。通过 N、P、K 肥效反应数字模型分析,筛选出南瓜品质 Vc 含量在 40 mg/kg 以上、干物质含量在 84 g/kg 以上的较佳方案为:施氮量 90~95 kg/hm²,施磷量 75~80 kg/hm²,施钾量 25~30 kg/hm²。南瓜最优品质下的 N、P、K 合理配比为 N:P:K=1.00:0.83:0.28。

参 考 文 献:

[1] 张建农,满艳萍.南瓜果实营养成分测定与分析[J].甘肃农业

大学学报,1999,34(3):300—302.
[2] 王 薇,任秀珍,韩京祥,等.南瓜的营养价值和药用价值[J].吉林蔬菜,2005,(3):67—68.
[3] 邹宇晓,肖更生.南瓜的功能成分及保健食品开发与研究[J].中国果菜,2004,(4):47—48.
[4] 杨鹏鸣,李桂荣,李孝伟,等.南瓜主要营养品质性状的变异及相关性研究[J].中国农学通报,2006,22(2):285—288.
[5] 刘 洋,屈淑萍,等.南瓜营养品质与功能成分研究现状与展望[J].中国瓜菜,2006,(2):27—29.
[6] 王 萍,刘杰才,赵清岩,等.南瓜的营养成分分析及利用研究[J].内蒙古农业大学学报,2002,23(3):52—54.
[7] 刘宜生.南瓜的开发与利用[J].中国食物与营养,2001,(5):19—20.
[8] 梁银丽,张锡梅,卢宗凡.陕北丘陵区春谷子高产措施数学模型研究[J].西北水土保持研究所集刊,1989,12(10):49—55.
[9] 张锡梅,梁银丽.黄土高原主要粮食作物高产农艺措施最佳组合方案的研究[A].中国科学院水利部水土保持研究所.土地资源及生产力研究[C].北京:北京科学技术文献出版社,1990.69—74.
[10] 徐福利,梁银丽.黄土高原日光温室黄瓜合理施肥用量及优化施肥模式研究[J].干旱地区农业研究,2005,23(1):75—80.
[11] 高俊凤.植物生理学试验技术[M].西安:世界图书出版公司,2000.78—143.
[12] 唐启义,冯明光.DPS 数据处理系统[M].北京:科学出版社,2006.89—125.

(英文摘要下转第 108 页)

Effect of alfalfa growth years on its yield and soil characteristics

CAO Yong-hong, JIA Zhi-kuan, HAN Qing-fang

(The Agricultural Research Center in Arid and Semiarid Areas, Northwest A & F University,
Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: By method of field investigation the yield of alfalfa with different growth ages from 3~26 years was determined and the soil samples from 0~20, 20~40, 40~60 cm and 80~100 cm layers were collected to analyze the variation of soil moisture, volumetric weight and organic matter. The results indicated that the yield of dried alfalfa increased and then declined with alfalfa growth ages increasing. The yield of 6-year alfalfa was the highest, reaching 9 738 kg/hm². In each of layers, greater variation amplitude was in water content of soil with 3 to 12-year alfalfa, ranging within 7.90%~17.46%, and the variation mainly occurred at 80~100 cm soil layer. For soil with more than 12-year alfalfa, the variation amplitude in water content, ranging 7.24%~12.66%, was smooth. The layer of soil volumetric weight in decreasing order was 20~40>40~60>0~20 cm. The soil volumetric weight of 80~100 cm soil layer was smooth. The soil organic matter content with 3-year alfalfa was the lowest of those years. The soil organic matter content of the order layer was 1.59, 1.82, 2.42 g/kg and 2.08 g/kg. The soil organic matter content of soil with alfalfa growth ages increasing from 4 years to 18 years at each of soil layers, variation amplitude ranging within 10.41~12.75, 8.02~9.73, 6.49~10.09 g/kg and 7.74~12.58 g/kg respectively. The organic matter content began to rise for soil with more than 18-year alfalfa, and the variation amplitude was 2.69, 1.39, 1.37 g/kg and 0.97 g/kg in each layer of the soil respectively. The study indicated that alfalfa showed a trend of degradation, the soil water, volumetric weight and organic matter indicated the trend of decline with alfalfa growth ages increasing.

Keywords: alfalfa; number of growth years; yield; characteristics of soil

(上接第 89 页)

Study on optimum fertilization model of Pumpkin quality in loess plateau

GAO Jing¹, LIANG Yin-li^{1,2}, CHEN Jia-rui¹, XIONG Ya-mei¹, ZHOU Mao-juan¹, HE Li-na¹

(1. Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Institute of Soil and
Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resource, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: The experiment for optimum design of N, P and K fertilization model was conducted to study the influence of different fertilization rate to pumpkin dry matter quality and Vc content. The results showed that N had significant effect on Vc content of pumpkin, and P had significant effect on the content of dry matter, while the influence of N and P, N and K correlation to pumpkin dry matter and Vc content was remarkable. The optimum amount of N, P, and K fertilization was nitrogen N 90~95 kg/hm², phosphorous P₂O₅ 75~80 kg/hm² and potassium 25~30 kg/hm². The N:P₂O₅:K proportion was 1:0.83:0.28.

Keywords: pumpkin; N; P; K; quality; fertilizing model