

冬棚黄瓜的氮磷钾肥配施效应分析

李亚芹^{1,2}, 郑根昌¹

(1. 内蒙古民族大学 农学院, 内蒙古 通辽 028042; 2. 通辽市奈曼旗民族职业中等专业学校, 内蒙古 通辽 028300)

摘要:以“中荷 10 号”黄瓜为试材, 采用“3414”试验设计方案, 对冬棚黄瓜的 NPK 肥配施效应进行了分析。结果表明: 随着 NPK 肥施用量的增加, 黄瓜产量均呈先增后减趋势, 符合肥料报酬递减律, 增产效应为 $N > P_2O_5 > K_2O$; NP、NK 具有正向互作效应, 而 PK 为反向互作效应, 最高产量的 $N : P_2O_5 : K_2O$ 配合比率为 424.32 : 251.01 : 219.03, 最高产量达 57 038.23 kg/hm², 最佳种植效益的配合比率为 388.16 : 248.25 : 159.15, 可获得最佳种植效益 128 215.27 元/hm²; 全肥区产量较高, 与高 N 区、高 P 区、高 K 区无显著差异, 且产投比相对较高, 是最优处理组合。

关键词:冬棚; 黄瓜; 氮磷钾肥; 效应分析

中图分类号:S 642.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)12-0146-04

黄瓜是主要的设施蔬菜品种之一, 在我国北方地区的冬棚生产中具有几十年栽培历史。随着人们生活水平的提高, 冬棚黄瓜的生产面积不断增加, 为了提高产量和经济效益, 盲目施用化肥现象比较普遍^[1-3]。近些年来, 由于过量施肥不仅造成黄瓜产量和品质有所下降, 也造成生产成本增加, 出现增产不增收以及生理病害现象^[4-6], 阻碍黄瓜生产的可持续发展。因此, 开展冬棚黄瓜 NPK 肥配施效应研究, 对指导当地冬棚黄瓜生产以及科学施肥具有现实意义。

在冬棚黄瓜的高产、高效栽培技术中, 配方施肥对于提高产量及经济效益起主导作用, 关于这方面的研究报导较多, 并取得一定成效, 但对于该地区冬棚黄瓜配方施肥效应研究尚鲜见报道。该试验以当地冬棚种植条件为基础, 针对黄瓜的需肥特点、需肥规律以及土壤养分的丰欠程度, 采用“3414”试验设计方案进行冬棚黄瓜 NPK 肥配施效应研究, 探讨不同 NPK 肥配合施用对冬棚黄瓜生产的综合影响, 以期对冬棚黄瓜的生长发育提供配方合理的专用肥, 同时为冬棚黄瓜产业可持续发展和建立施肥指标体系提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试接穗黄瓜品种为“中荷 10 号”, 砧木为“博强 1 号”白南瓜, 均由天津德瑞特种业有限公司生产并提供。

第一作者简介:李亚芹(1981-), 女, 硕士研究生, 研究方向为园艺作物高产栽培理论与实践。E-mail: liyaqin134@126.com.

责任作者:郑根昌(1959-), 男, 本科, 教授, 硕士生导师, 现主要从事作物高产栽培理论的教学与科研工作。

收稿日期:2014-01-24

砧木白南瓜于 10 月 5 日播种, 4 d 后播种接穗黄瓜, 当接穗黄瓜苗长出第 1 片真叶时嫁接, 嫁接后进行练苗管理, 15 d 后移栽。

1.2 试验方法

试验于 2012 年在内蒙古赤峰市宁城县设施园艺区进行, 土壤为褐土, pH 值 7.5, 有机质 10.5 g/kg, 碱解氮 62.4 mg/kg, 速效磷(P) 85.6 mg/kg, 速效钾(K) 121.0 mg/kg, 肥力中等。

供试肥料为尿素(含 N, 46%)、过磷酸钙(含 P_2O_5 , 14%)、硫酸钾(含 K_2O , 50%)。将尿素的 20%、过磷酸钙的 60%、硫酸钾的 60% 作基肥于黄瓜定植前一次性施入, 其余肥料作追肥在黄瓜采收期分 5 次施用。

采用“3414”试验设计方案, 试验因素水平编码及肥料用量见表 1。小区面积 6.5 m² (6.5 m × 1.0 m), 每小区定植 2 行, 株距 30 cm, 3 次重复, 随机排列。各处理小区除施肥量不同外, 其它如整枝、打底叶、灌水、病害防治等管理措施相同, 适时分区采收成熟黄瓜果实并计产。相对产量 = 缺素区产量 / 全肥区产量 × 100%; 相对增产量 = (全肥区产量 - 缺素区产量) / 缺素区产量 × 100%。

1.3 数据分析

试验数据采用 Excel 2010 进行整理, 采用 DPS 14.10 版数据处理软件进行方差分析、回归分析。

2 结果与分析

2.1 氮磷钾肥配施对黄瓜产量的影响

土壤中 NPK 含量的高低是影响肥料效应的重要因素^[7], 依据《测土配方施肥技术规范》^[8]对土壤养分含量的界定, 缺肥区产量占全肥区产量的百分数小于 50% 为极低, 50%~75% 为低, 75%~95% 为中, 大于 95% 为高。

由表 1 可知,无肥区($N_0P_0K_0$)相对产量为 60.98%,缺 N 区($N_0P_2K_2$)、缺 P 区($N_2P_0K_2$)和缺 K 区($N_2P_2K_0$)相对产量分别为 73.21%、88.59%和 95.29%,表明该试验冬棚土壤肥力水平较低。全肥区($N_2P_2K_2$)黄瓜产量

表 1 试验因素水平编码、肥料用量及结果分析

Table 1 The level code of experimental factors and the result analysis of fertilizer amount

序号 No.	处理 Treatment	因素水平编码值 Code of experimental factor			肥料用量 Fertilizer amount			产量 Yield y
		x_1	x_2	x_3	N	P_2O_5	K_2O	
1	$N_0P_0K_0$	0	0	0	0	0	0	34 175eE
2	$N_0P_2K_2$	0	2	2	0	200	200	41 028dD
3	$N_1P_2K_2$	1	2	2	150	200	200	50 186cB
4	$N_2P_0K_2$	2	0	2	300	0	200	49 652cC
5	$N_2P_1K_2$	2	1	2	300	100	200	53 047bB
6	$N_2P_2K_2$	2	2	2	300	200	200	56 044aA
7	$N_2P_3K_2$	2	3	2	300	300	200	55 185aA
8	$N_2P_2K_0$	2	2	0	300	200	0	53 406bB
9	$N_2P_2K_1$	2	2	1	300	200	100	54 688bA
10	$N_2P_2K_3$	2	2	3	300	200	300	55 156aA
11	$N_3P_2K_2$	3	2	2	450	200	200	56 568aA
12	$N_1P_1K_2$	1	1	2	150	100	200	49 156cC
13	$N_1P_2K_1$	1	2	1	150	200	100	50 563cB
14	$N_2P_1K_1$	2	1	1	300	100	100	52 384bB

注: x_1 、 x_2 、 x_3 分别表示 NPK 肥的编码值; y 黄瓜产量为 3 次重复的平均值。不同小写字母表示差异达到 0.05 显著水平,不同大写字母表示差异达到 0.01 显著水平。

表 2

氮磷钾肥料配施与黄瓜产量的效应方程

Table 2

The effect equation of NPK fertilizers application on cucumber yield

因素 Factor	肥料效应方程 Fertilizer effect equation	R^2
N	$\hat{y}=40\ 926.3000+11\ 723.3000x_1-2\ 158.5000x_1^2$	0.9987
P	$\hat{y}=49\ 479.1000+5\ 150.1000x_2-1\ 063.5000x_2^2$	0.9754
K	$\hat{y}=53\ 290.1000+2\ 288.1000x_3-542.5000x_3^2$	0.9259
NP	$\hat{y}=38\ 337.6552+9\ 655.3386x_1+3\ 412.2476x_2-2\ 038.9373x_1^2-1\ 041.0282x_2^2+830.7241x_1x_2$	0.9966
NK	$\hat{y}=42\ 020.4828+9\ 833.8715x_1+464.5078x_3-2\ 092.5423x_1^2-495.9060x_3^2+832.5862x_1x_3$	0.9936
PK	$\hat{y}=45\ 404.2069+6\ 032.3605x_2+2\ 906.0878x_3-1\ 027.6740x_2^2-428.9467x_3^2-502.0345x_2x_3$	0.9784
NPK	$\hat{y}=34\ 213.8942+9\ 131.1416x_1+5\ 744.7780x_2+2\ 464.6871x_3-2\ 091.6364x_1^2-1\ 093.7273x_2^2-495.0000x_3^2+539.1380x_1x_2+616.0471x_1x_3-812.3165x_2x_3$	0.9984

2.2.2 氮磷钾肥的互作效应分析 分别以第 2~7、11 和 12 处理拟合以 K_2 水平下 NP 互作效应方程;以第 2、3、6、8~11 和 13 处理拟合以 P_2 水平下 NK 互作效应方程;以第 4~10 和 14 处理拟合以 N_2 水平下 PK 互作效应方程。经相关系数检验,NPK 肥的 3 个二元二次方程均达到显著水平。从 NPK 肥的 3 个二元二次方程看出,NP、NK 均为正向互作效应,即随 NPK 肥配合比率的增加除可获得 NPK 肥主要效应外,还具有 NP、NK 正向互作效应;而 PK 为反向互作效应,表明 PK 肥的互作可降低黄瓜的产量。

2.2.3 氮磷钾肥综合效应分析 以全部 14 处理拟合 NPK 肥三元二次效应方程,经相关系数检验,NPK 肥的三元二次方程达到显著水平。从 NPK 肥的三元二次方程看出,黄瓜产量的主要效应、互作效应关系均符合肥料报酬递减律。具有指导施肥的实际意义。为此,由三

比无肥区($N_0P_0K_0$)增产 63.99%,比缺 N 区($N_0P_2K_2$)、缺 P 区($N_2P_0K_2$)和缺 K 区($N_2P_2K_0$)的黄瓜产量分别增产 36.60%、12.87%和 4.94%,表明 NPK 肥配合施用能有效提高黄瓜产量。

方差分析结果表明,高 N 区($N_3P_2K_2$)黄瓜产量最高,除与全肥区($N_2P_2K_2$)、高 P 区($N_2P_3K_2$)和高 K 区($N_2P_2K_3$)无显著差异外,与其它处理均达到 0.05 或 0.01 显著水平,表明 NPK 肥高水平组合对提高黄瓜产量有明显的增产效应,其肥料效应为 $N>P_2O_5>K_2O$ 。

2.2 氮磷钾肥配施与产量的效应分析

由 NPK 肥配施的水平编码值(x_i)与黄瓜产量(y)的统计关系^[9],拟合施肥量与黄瓜产量间的回归方程。

2.2.1 氮磷钾肥主要效应分析 分别以第 2、3、6 和 11 处理拟合在 P_2K_2 水平下 N 肥效的效应方程;以第 4、5、6 和 7 处理拟合在 N_2K_2 水平下 P 肥的效应方程;以第 8、9、6 和 10 处理拟合在 N_2P_2 水平下 K 肥的效应方程。经相关系数检验,NPK 肥的 3 个一元二次方程均达到显著水平。从 NPK 肥的 3 个一元二次方程看出,黄瓜产量与氮磷钾肥主效的关系均符合报酬递减律,即随着施肥量增加黄瓜产量呈先增后减的趋势。从方程的一次项系数看出,肥料的增产效应为 N 肥>P 肥>K 肥。

元二次效应方程对 NPK 肥配施效应进行优化与解析,获得最高黄瓜产量与最佳种植效益的 NPK 肥配合比率。由表 3 可以看出,冬棚黄瓜最高产量的 N: P_2O_5 : K_2O 肥配合比率基本符合 2:1:1,最佳种植效益的 N: P_2O_5 : K_2O 肥配合比率约为 2.0:1.5:1.0。表明高水平 NPK 配比对冬棚黄瓜有明显的增产作用,由于 K_2O 的价格偏高,对最佳种植效益的作用并不大。

2.3 产投比分析

由表 4 可知,冬棚黄瓜种植业产投比最高的是($N_1P_2K_1$),产投比达到 52.37;其次是($N_2P_2K_0$)和($N_1P_1K_2$),产投比分别达到 51.25 和 49.62。而产投比排在后 3 位的分别是高 P 区($N_2P_3K_2$)、高 K 区($N_2P_2K_3$)和高 N 区($N_3P_2K_2$)产投比分别为 32.20、31.66 和 31.05。表明 NPK 肥高水平组合的成本较高而产投比偏低,相对较低的 NPK 肥组合产投比较高。

表 3

冬棚黄瓜产量与经济效益的优化结果

Table 3

Optimization result of cucumber yield and economic benefit

优化项目 Optimal item	结果 Result	因素水平编码值 Code of experimental factor			配合比率 Matching ratio		
		x_1	x_2	x_3	N	P_2O_5	K_2O
冬棚最高黄瓜产量 The highest cucumber yield in winter plastic greenhouse/kg·hm ⁻²	57 038.23	2.8288	2.5101	2.1903	424.32	251.01	219.03
黄瓜最佳种植效益 The best planting benefit of cucumber/元·hm ⁻²	128 215.27	2.5877	2.4825	1.5915	388.16	248.25	159.15

注:纯 N 价格为 5.0 元/kg, P_2O_5 价格为 5.0 元/kg, K_2O 价格为 5.6 元/kg, 冬棚黄瓜价格为 2.4 元/kg。

表 4 14 个处理 NPK 肥配合比率的产投比分析

Table 4 Analysis of input-output ratio on matching ratio of

14 treatments NPK fertilizer

元/hm²

序号 No.	处理 Treatment	产值 Output value	投资 Investment	产投比 Input-output ratio
1	$N_0P_0K_0$	82 113.3	—	—
2	$N_0P_2K_2$	98 468.8	2 120	46.45
3	$N_1P_2K_2$	120 908.4	2 870	42.13
4	$N_2P_0K_2$	118 855.7	2 620	45.36
5	$N_2P_1K_2$	128 706.9	3 120	41.25
6	$N_2P_2K_2$	133 308.3	3 620	36.83
7	$N_2P_3K_2$	132 659.8	4 120	32.20
8	$N_2P_2K_0$	128 114.0	2 500	51.25
9	$N_2P_2K_1$	131 899.2	3 060	43.10
10	$N_2P_2K_3$	132 341.5	4 180	31.66
11	$N_3P_2K_2$	135 668.3	4 370	31.05
12	$N_1P_1K_2$	117 601.0	2 370	49.62
13	$N_1P_2K_1$	120 977.8	2 310	52.37
14	$N_2P_1K_1$	125 348.2	2 560	48.96

注:肥料价格、冬棚黄瓜价格同上,由于各处理的管理成本基本一致,故未计入成本。

3 结论与讨论

在冬棚黄瓜 NPK 肥配施试验中,采用“3414”试验设计方案,不仅可以应用三元二次效应方程对 NPK 肥的配合比率进行优化与解析,还可以用一元二次或二元二次效应方程,充分挖掘 NPK 肥的效应信息,使试验结果能够更加全面的反映出 NPK 肥的真实效应^[10]。该试验在供试条件下,3 个一元二次方程、3 个二元二次方程和 1 个三元二次方程均符合肥料报酬递减律,增施 NPK 肥对冬棚黄瓜有显明的增产作用。从一次项系数看出,肥料的增产效应为 N 肥> P_2O_5 肥> K_2O 肥;NP、NK 具有正向互作效应,而 PK 为反向互作效应,最高黄瓜产量的 N : P_2O_5 : K_2O 配合比率为 424.32 : 251.01 : 219.03,可获得最高产量 57 038.23 kg/hm²;最佳种植效益的配合比率为 388.16 : 248.25 : 159.15,可获得最佳

种植效益 128 215.27 元/hm²。

冬棚黄瓜群体结构及其生产性能受着多种因素的制约和影响,NPK 肥配合比率是主要影响因素之一,且可以人为调控。该试验的冬棚土壤肥力水平较低,表现出 NPK 肥高水平组合肥料效应较大,增施 NPK 肥具有明显的增产作用,可按照高水平组合配制冬棚黄瓜专用肥,为当地种植冬棚黄瓜生产提供依据。

综合评价冬棚黄瓜产量与 NPK 肥的分析结果,以全肥区($N_2P_2K_2$)为最优处理组合,与高 N 区($N_3P_2K_2$)、高 P 区($N_2P_3K_2$)和高 K 区($N_2P_2K_3$)间无显著差异外,与其余处理均达到显著水平,且种植业产投比(36.83)相对较高。

参考文献

- [1] 刘明池,陈殿奎. 氮肥用量与黄瓜产量和硝酸盐积累的关系[J]. 中国蔬菜,1996(3):26-28.
- [2] 黄绍文,金继运. 农田土壤养分平衡状况及其评价的试点研究[J]. 土壤肥料,2000(6):9-14.
- [3] 王恒,金圣爱,李俊良,等. 山东寿光日光温室番茄磷钾肥效研究[J]. 中国蔬菜,2009(8):48-53.
- [4] 史春余,张夫道,张俊清,等. 长期施肥条件下设施蔬菜地土壤养分变化研究[J]. 植物营养与肥料学报,2003(4):437-441.
- [5] 朱德进,黄卉,王艳蓉,等. 施肥过量会引起蔬菜生理病害[J]. 上海蔬菜,2007(1):64-65.
- [6] 王丽英,张彦才,翟彩霞,等. 平衡施肥对连作日光温室黄瓜产量、品质及土壤理化性状的影响[J]. 中国生态农业学报,2008,16(6):1375-1383.
- [7] 万述伟,张守才,赵明,等. 设施栽培黄瓜的氮磷钾肥料效应研究[J]. 中国土壤与肥料,2012(5):44-49.
- [8] 陈新平,张福锁. 通过“3414”试验建立测土配方施肥技术指标体系[J]. 中国农技推广,2006(4):36-39.
- [9] 吴志勇,闫静,施维新,等. “3414”肥料效应试验的设计与统计分析[J]. 新疆农业科学,2008,45(1):135-141.
- [10] 王圣瑞,陈新平,高祥照,等. “3414”肥料试验模型拟合的探讨[J]. 植物营养与肥料学报,2002,8(4):409-413.

Effect Analysis of Application of N,P and K Fertilizers on Cucumber in Winter Plastic Greenhouses

LI Ya-qin^{1,2}, ZHENG Gen-chang¹

(1. College of Agriculture, Inner Mongolia University for the Nationalities, Tongliao, Inner Mongolia 028042; 2. The National Vocational Secondary Specialized School of Naiman in Tongliao, Tongliao, Inner Mongolia 028300)

作物秸秆对日光温室连作土壤理化性状的影响

亓延凤^{1,2}, 孙智英¹

(1. 潍坊科技学院, 山东 寿光 262700; 2. 山东农业大学 园艺科学与工程学院, 山东 泰安 271018)

摘要:以“新泰密刺”黄瓜为试材,通过盆栽试验,研究了玉米、小麦秸秆不同用量对日光温室黄瓜连作土壤理化性状的影响。结果表明:施用作物秸秆后的土壤容重随秸秆施用量增加而降低,孔隙度和有机质含量却随秸秆施用量增加而增加;与对照相比,施用 1.6%~2.0% 的玉米秸秆和 2.0% 的小麦秸秆显著降低了土壤容重,增加了孔隙度;土壤有机质和土壤速效养分含量以施用鸡粪的处理最高;施用适量作物秸秆在一定程度上能提高连作土壤碱解氮和速效钾含量;但是,施用秸秆的处理土壤速效养分含量均低于施用鸡粪。

关键词:玉米秸;麦秸;连作土壤;理化性状

中图分类号:S 141.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)12-0149-04

设施蔬菜栽培复种指数高,种植作物种类单一,施肥量大,设施内温、湿度高,土壤受雨水淋洗少,随着连作年限的增加,土壤中盐分积聚,养分失衡,土传病害加重,产生连作障碍^[1],从而制约蔬菜高产高效和设施可持续利用。因此,设施蔬菜连作障碍机理及综合治理技术的研究越来越受到人们的重视^[2]。

中国是一个农业大国,各种秸秆来源广泛、数量巨大^[3]。作物秸秆富含各种养分和生理活性物质,能够改良土壤物理性状,提高土壤有效养分含量,改善土壤胶体组成^[4]。因此,人们在提倡大田作物秸秆还田的同时,也尝试着将其应用于设施蔬菜栽培的实践中,并以试验证明其改良设施连作土壤和促进蔬菜生长的效果^[5]。我国北方地区玉米、小麦秸秆资源丰富,过去虽有施用玉米秸秆对塑料大棚蔬菜连作土壤改良效果的报道^[6],但不同秸秆类型及用量的作用差异尚鲜见报

道。为此,该试验比较研究了施用不同用量的玉米、小麦秸秆对日光温室连作土壤理化性质的影响,以期深入探讨其作用机理奠定基础,研究配套技术提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黄瓜品种为“新泰密刺”,黄瓜种子来自山东省新泰黄瓜研究所。

1.2 试验方法

试验在山东农业大学园艺试验站日光温室进行,采用已连续种植 4 a 的黄瓜土壤,土壤有机质含量为 20.35 g/kg,碱解氮含量为 82.18 mg/kg,速效磷含量为 58.63 mg/kg,速效钾含量为 105.82 mg/kg, pH 6.79, EC 0.47 mS/cm(土:水=1:5)。采用盆栽试验,每盆装土 11 kg。试验共设 11 个处理,2 种秸秆(玉米秸和麦秸,基础性状见表 1),5 个用量分别为土壤重量的 0.4%、0.8%、1.2%、1.6%、2.0%,以常规施用干鸡粪(土壤重量的 2.37%)作对照(CK)。玉米秸秆和小麦秸秆处理分别标记为 $y_1 \sim y_5$ 、 $m_1 \sim m_5$ 。土壤装盆前按设计用量将

第一作者简介:亓延凤(1981-),女,硕士研究生,讲师,研究方向为设施园艺与无土栽培。E-mail:saduyanfeng@163.com.

收稿日期:2014-02-18

Abstract: Taking ‘Sino dutch No. 10’ cucumber as material, application effect of NPK fertilizer on winter greenhouse cucumber was analyzed by using ‘3414’ test design scheme. The results showed that with the increasing of N, P, K fertilizer application, cucumber yield showed a trend of initial increasing and then decreasing, in line with the fertilizer law of diminishing returns, the yield increasing effect of fertilizer was $N > P_2O_5 > K_2O$; and the positive interaction effect were NP, NK, while the PK for reverse interaction effect, the maximum yield of $N : P_2O_5 : K_2O$ of matching ratio was 424.32 : 251.01 : 219.03, the maximum yield was 57 038.23 kg/hm², the best combining ratio of planting benefit was 388.16 : 248.25 : 159.15, and the best planting benefit was 128 215.27 yuan/hm² under the combining ratio; the yield was higher in the complete fertilizer area, and there was no significant difference between the high N, P, K area, and the ratio of output to input was relatively higher, it was the optimal treatment combination.

Key words: winter plastic greenhouses; cucumber; NPK fertilizer; effect analysis