

# 沿海潮土大白菜氮磷钾施肥指标的研究<sup>①</sup>

张莹<sup>1</sup>, 陈斌<sup>2</sup>, 丁华萍<sup>2</sup>, 仲崇平<sup>2</sup>

(1 江苏省土壤肥料技术指导站, 南京 210036; 2 海安县土壤肥料技术指导站, 江苏海安 226600)

**摘要:** 以江苏省海安县沿海潮土、常年蔬菜地为例, 采用“3414”田间试验设计方法, 研究大白菜氮磷钾肥料效应, 施肥对大白菜产量、效益、商品性、抗病性的影响, 提出了合理施肥策略及目标产量施肥量。结果表明: 氮磷钾合理配施大白菜产量、效益最高, 商品率提高多达 24.5%。增施钙肥, 大白菜干烧心发病率降低 13.2 个百分点, 商品率提高 7.6%。目标产量 12~15 万 kg/hm<sup>2</sup>, 总施肥量分别为纯 N 225~255 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 90~105 kg/hm<sup>2</sup>; K<sub>2</sub>O 180~225 kg/hm<sup>2</sup>, 比例以 1:0.3~0.5:0.7~1 为宜。

**关键词:** 大白菜; 氮磷钾; 施肥; 海安; 沿海潮土

**中图分类号:** S634.1; S143

海安县位于江苏省中东部, 沿江、沿海、里下河三大农业区交汇处。大白菜是当地的主要蔬菜作物之一, 主要分布沿海潮土区。近年来, 随着大白菜高产、高效栽培技术的推广和应用, 大白菜产量和效益不断增加。但由于当地菜农习惯使用高浓度复合肥 (15-15-15)、磷铵等肥料品种, 过量施肥甚至超量施肥的问题较为突出, 不仅影响了作物产量、品质和效益, 而且肥料利用率降低, 造成肥料浪费和环境污染<sup>[1]</sup>。根据蔬菜的营养特性及需肥规律合理地平衡施肥是提高蔬菜产量、改善蔬菜品质的关键<sup>[2]</sup>。2007 年, 借助测土配方施肥项目实施, 在海安县大白菜主产区进行了“3414”田间试验, 选用一元二次数学模型<sup>[3]</sup>, 建立氮、磷、钾肥料效应函数方程, 研究一定目标产量下氮、磷、钾肥适宜用量, 为大面积生产提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验设在海安县大公馆北凌村 22 组李培生承包田内, 面积 800.4 m<sup>2</sup>。土壤类型为潮土, 主要理化性状: 有机质 12.6g/kg, 全氮 0.94 g/kg, 有效磷 48mg/kg, 速效钾 64 mg/kg。茬口布局为青椒-大白菜。大白菜品种为改良青杂三号。供试肥料尿素含 N 46%、过磷酸钙含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 13%、氯化钾含 K<sub>2</sub>O 60%。试验于 9 月 2 日

人工制钵育苗, 9 月 23 日移栽, 移栽密度 3.36 万株/hm<sup>2</sup>。12 月 26 日收获称重。

### 1.2 试验设计

采用“3414”完全实施方案, 设氮、磷、钾 3 因素, 4 水平, 14 个处理, 另增设 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>+Ca 处理, 计 15 个处理。二次重复, 区组内随机排列。小区面积 20 m<sup>2</sup>, 四周设保护行, 小区间留走道 20 cm。处理编码值及施肥量见表 1。

### 1.3 肥料施用方法

氮肥: 基肥 50%, 莲座期 20%, 结球初期 30%。  
钾肥: 基肥 50%, 莲座期 50%。磷肥一次基施。钙肥于苗期叶面喷施 1.5 kg/hm<sup>2</sup>, 喷施浓度为 0.2%。各处理均于苗期叶面喷施硼肥 1.5 kg/hm<sup>2</sup>, 喷施浓度为 0.2%。

### 1.4 调查项目

试验前, 采集 0~20 cm 耕层混合土样, 测定有机质、全氮、速效磷、速效钾。收获期选取有代表性的植株, 测定水份、全氮、全磷、全钾。收获时, 按小区选取有代表性的植株 5 棵, 测定其株高、直径、称重; 分小区收获实产。

### 1.5 化验分析方法

土壤样品按《土壤农业化学常规分析方法》测定; 植株样品按《农业部测土配方施肥技术规范》规定的方法进行。

①基金项目: 农业部测土配方施肥项目资助。

作者简介: 张莹 (1973—), 女, 河北定州人, 农业推广硕士, 高级农艺师, 主要从事土壤与植物营养研究。E-mail: jsagri.gov.cn

表1 处理编码值、施肥量及产量

Table 1 Treatment code, fertilization and output

序号	处理	编码值			各处理施肥量 (kg/hm <sup>2</sup> )				商品产量 (×10 <sup>4</sup> kg/hm <sup>2</sup> )
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0	0	0	0	0	0	0	9.240
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0	2	2	0	90	180	0	10.530
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1	2	2	150	90	180	0	12.150
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2	0	2	300	0	180	0	9.912
5	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2	1	2	300	45	180	0	11.760
6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2	2	2	300	90	180	0	13.440
7	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	2	3	2	300	135	180	0	12.600
8	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2	2	0	300	90	0	0	11.340
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2	2	1	300	90	90	0	11.550
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	2	2	3	300	90	270	0	11.928
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	3	2	2	450	90	180	0	11.290
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1	1	2	150	45	180	0	12.960
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1	2	1	150	90	90	0	12.600
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2	1	1	300	45	90	0	11.424
15	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> +Ca	2	2	2	300	90	180	1.5	13.944

## 2 结果与分析

### 2.1 施肥对大白菜产量及效益的影响

试验结果表明(表2):氮磷钾配合施用,可以更好地提高大白菜产量和商品率,增效显著。以2水平处理即氮肥(N)300 kg/hm<sup>2</sup>、磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)90 kg/hm<sup>2</sup>、钾肥(K<sub>2</sub>O)180 kg/hm<sup>2</sup>产量最高,商品菜重13.44万

kg/hm<sup>2</sup>,总产值2.69万元/hm<sup>2</sup>,效益达2.57万元/hm<sup>2</sup>。当施肥水平进一步提高时,大白菜产量、产值和效益均呈下降趋势。因此,要获得理想的产量和效益,施肥量必须控制在合理的范围之内。通过对氮、磷、钾不同施肥水平与产量结果统计分析,获得一元二次氮肥料效应函数,求得最大、最佳施肥量指标。

表2 不同施肥水平对大白菜产量(×10<sup>4</sup> kg/hm<sup>2</sup>)及效益(×10<sup>4</sup>元/hm<sup>2</sup>)的影响

Table 2 Effects of fertilization levels on output and benefit of the Chinese cabbage

施肥水平	氮肥效应			磷肥效应			钾肥效应		
	菜重	产值	效益	菜重	产值	效益	菜重	产值	效益
0	10.53	2.18	2.18	9.91	1.98	1.98	11.34	2.27	2.27
1	12.15	2.43	2.37	11.76	2.35	2.33	11.55	2.31	2.28
2	13.44	2.69	2.57	13.44	2.69	2.65	13.44	2.69	2.63
3	11.29	2.26	2.08	12.6	2.52	2.47	11.93	2.39	2.29

注:大白菜价格0.3元/kg,氮肥(N)4元/kg,磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)4元/kg,钾肥(K<sub>2</sub>O)3.5元/kg。

2.1.1 氮肥效应函数及最大、最佳施肥量指标 按商品菜计算:最大、最佳施氮量246 kg/hm<sup>2</sup>、219 kg/hm<sup>2</sup>,最大、最佳产量13.02万 kg/hm<sup>2</sup>、12.99万 kg/hm<sup>2</sup>。按生物产量计算:最大、最佳施氮量241.5 kg/hm<sup>2</sup>、210 kg/hm<sup>2</sup>,最大、最佳产量16.45万 kg/hm<sup>2</sup>、16.42万 kg/hm<sup>2</sup>(图1和图2)。

2.1.2 钾肥效应函数及最大、最佳施肥量指标 按商品菜计算:最大、最佳施钾量172.5 kg/hm<sup>2</sup>、156

kg/hm<sup>2</sup>,最大、最佳产量12.678万 kg/hm<sup>2</sup>、12.66万 kg/hm<sup>2</sup>。按生物量计算:最大、最佳施钾量232.5 kg/hm<sup>2</sup>、201 kg/hm<sup>2</sup>,最大、最佳产量17万 kg/hm<sup>2</sup>、16.98 kg/hm<sup>2</sup>(图5、6)。

### 2.2 施肥对大白菜商品性的影响

在磷、钾肥用量一致时,不施氮肥处理大白菜生物菜重和商品菜重均最低,商品率较低,其余3个水平氮肥处理,随着氮肥用量的增加,商品率下降。以

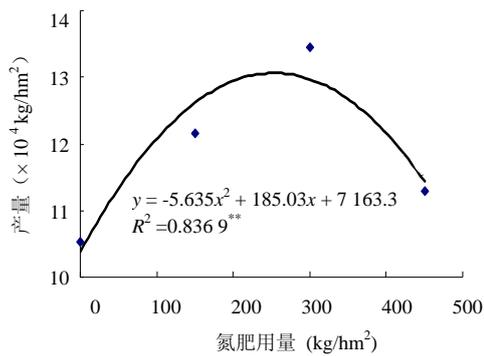


图 1 商品菜产量与施氮量的关系

Fig. 1 Relationship of plant output and N application

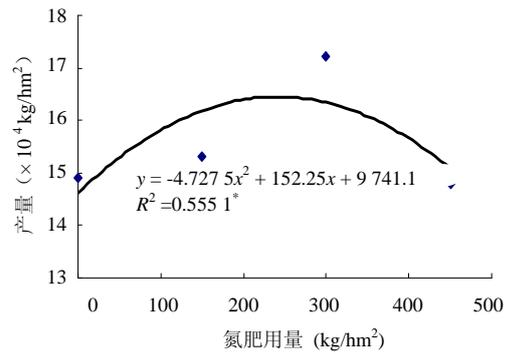


图 2 生物学产量与施氮量的关系

Fig. 2 Relationship of plant biomass and N application

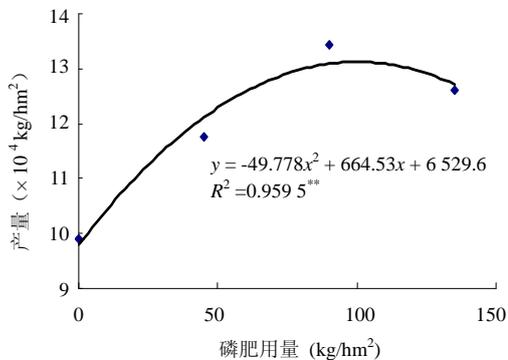


图 3 商品菜产量与施磷量的关系

Fig. 3 Relationship of plant output and P application

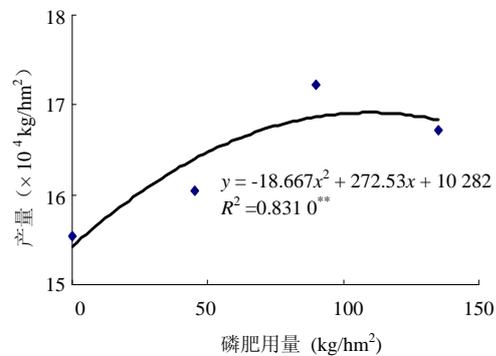


图 4 生物学产量与施磷量的关系

Fig. 4 the relationship of plant biomass and P application

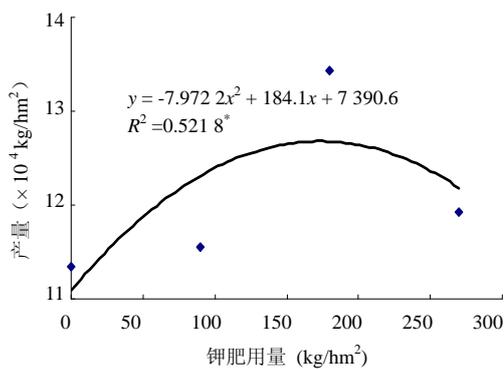


图 5 商品菜产量与施钾量的关系

Fig. 5 Relationship of plant output and K application

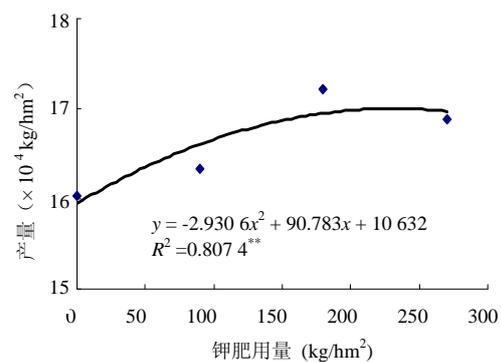


图 6 生物学产量与施钾量的关系

Fig. 6 Relationship of plant biomass and K application

氮肥用量  $150 \text{ kg/hm}^2$  时, 大白菜商品率最高, 达 79.4%。在氮、钾肥用量一致时, 随着磷肥用量的增加, 大白菜商品率提高, 但用量超过 2 水平 ( $90 \text{ kg/hm}^2$ ) 处理时, 商品率下降。在氮、磷肥用量一致时, 以钾肥 2 水平 ( $180 \text{ kg/hm}^2$ ), 大白菜商品率最高, 其余 3 个水

平的处理均较低。由此可见, 氮 (N) : 磷 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) : 钾 ( $\text{K}_2\text{O}$ ) 在  $1 : 0.3 \sim 0.6 : 0.6 \sim 1.2$  时, 大白菜商品性显著提高, 多达 24.5% (表 3)。

### 2.3 施肥对大白菜经济性状的影响

通过选取有代表性的植株, 测定株高、周长、质量,

表3 不同施肥水平对大白菜商品性的影响 ( $\times 10^4 \text{ kg/hm}^2$ )

Table 3 Effects of fertilization levels on commodity of the Chinese cabbage

施肥水平	氮肥			磷肥			钾肥		
	商品量	生物量	商品率(%)	商品量	生物量	商品率(%)	商品量	生物量	商品率(%)
0	10.53	14.9	73.3	9.91	15.54	63.8	11.34	16.04	70.7
1	12.15	15.31	79.4	11.76	16.04	73.3	11.55	16.34	70.7
2	13.44	17.22	78.0	13.44	17.22	78.0	13.44	17.22	78.0
3	11.29	14.79	76.3	12.6	16.72	75.4	11.93	16.88	70.6

计算体积、体积质量(表4)。在磷、钾肥用量一致时,随着氮水平的提高,单株高、周长、质量均增加,提高到  $300 \text{ kg/hm}^2$  时达最大值,当施氮量进一步增加时,均呈下降趋势。在氮、钾肥用量一致时,随着磷用量增加,株高、周长、质量相应增加。而不同施钾处理,对株高

没有明显影响,周长则随着钾肥水平提高而增加,单株体积和质量以2水平  $180 \text{ kg/hm}^2$  处理最高。对体积质量影响是随氮、磷肥施肥量的增加而降低,钾肥处理间无差异。田间观察看出:氮、磷肥用量增加,大白菜棵型松散,团棵不实,基部黄叶增多<sup>[4]</sup>。

表4 不同施肥水平对大白菜体积质量的影响

Table 4 Effects of fertilization levels on weight of the Chinese cabbage

施肥水平	氮肥			磷肥			钾肥		
	体积 ( $\text{cm}^3$ )	质量 (g)	体积质量 ( $\text{g/cm}^3$ )	体积 ( $\text{cm}^3$ )	质量 (g)	体积质量 ( $\text{g/cm}^3$ )	体积 ( $\text{cm}^3$ )	质量 (g)	体积质量 ( $\text{g/cm}^3$ )
0	13 712.1	4 600	0.34	14 160.7	4 625	0.33	15 264.0	4 950	0.32
1	14 307.4	4 725	0.33	14 516.0	4 775	0.33	15 259.8	4 950	0.32
2	16 228.4	5 125	0.32	16 228.4	5 125	0.32	16 228.4	5 125	0.32
3	14 561.4	4 650	0.32	16 585.3	4 975	0.3	15 765.6	5 025	0.32

## 2.4 施肥对大白菜抗病性的影响

钾肥对大白菜干烧心病有较好防治效果<sup>[5]</sup>,在施  $\text{N } 300 \text{ kg/hm}^2$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 90 \text{ kg/hm}^2$ 、 $\text{K}_2\text{O } 180 \text{ kg/hm}^2$  基础上,增施  $1.5 \text{ kg/hm}^2$  钙肥处理,大白菜商品菜重增加 9.3%,商品率提高 7.96 个百分点,干烧心病发病率降低 13.2 个百分点。

表5 钙肥配施对大白菜抗病性的影响

Table 5 Effects of using calcium fertilizer on resistance of the Chinese cabbage

处理	商品菜重 ( $\times 10^4 \text{ kg/hm}^2$ )	商品率 (%)	干烧心病率 (%)
$\text{N}_2\text{P}_2\text{K}_2$	13.44	78.05	15.5
$\text{N}_2\text{P}_2\text{K}_2+\text{Ca}$	14.69	86.01	2.3

## 3 结论

(1) 氮磷钾配合施用,可以更好地提高大白菜产量和商品率,增效显著。以氮磷钾2水平处理产量、效益最高。氮1水平磷钾2水平处理商品率最高。

(2) 增施  $1.5 \text{ kg/hm}^2$  钙肥,大白菜净重增加,商

品率提高,干烧心病发病率降低。

(3) 测定植株氮、磷、钾养分含量,获得大白菜主要施肥技术参数:生产  $1000 \text{ kg}$  大白菜需吸收氮(N)  $1.63 \sim 1.81 \text{ kg}$ 、磷( $\text{P}_2\text{O}_5$ )  $0.29 \sim 0.37 \text{ kg}$ 、钾( $\text{K}_2\text{O}$ )  $1.29 \sim 1.58 \text{ kg}$ 。氮磷钾吸收比例为  $1:0.28 \sim 0.39:0.78 \sim 0.91$ 。肥料利用率为氮肥 26.8%、磷肥 25%、钾肥 29%。

(4) 根据大白菜施肥技术参数、肥料效应函数,综合考虑土壤养分、大白菜产量、效益、商品性及品质指标,提出沿海潮土区常年蔬菜地大白菜施肥策略:“控制氮、磷肥,提高钾肥,添加中微肥”。具体是:大白菜目标产量  $12 \sim 15 \text{ 万 kg/hm}^2$ ,总施氮(N)量  $225 \sim 255 \text{ kg/hm}^2$ ;磷( $\text{P}_2\text{O}_5$ )量为  $90 \sim 105 \text{ kg/hm}^2$ ;钾( $\text{K}_2\text{O}$ )量为  $180 \sim 225 \text{ kg/hm}^2$ ,比例以  $1:0.3 \sim 0.5:0.7 \sim 1$  为宜。

## 参考文献:

- [1] 陈清,何飞飞,张福锁. 蔬菜测土施肥技术体系的建立与应用 // 江荣凤,杜森. 首届全国测土配方施肥技术研讨会论文集.

- 北京: 中国农业大学出版社, 2007: 184-193
- [2] 孟兆芳. 高产优质蔬菜的营养与施肥. 天津农业科学, 1999, 5(2): 33-36
- [3] 杨素勤, 赵玉正, 衡丽沙, 郑隆凯. 速测示范点“3414”试验实施与应用 // 江荣凤, 杜森. 第二届全国测土配方施肥技术研讨会论文集. 北京: 中国农业大学出版社, 2007: 216-225
- [4] 丁华萍, 陈斌, 张和兰, 季应明, 仲崇平, 吉训凤, 林爱华. 氮钾肥施用量对秋季大白菜产量和品质的影响. 土壤通报, 2006, 37(3): 533-535
- [5] 朱本岳, 董玉明, 钱玉亭. 大白菜施用钙肥防治干烧心病的研究. 浙江农业科学 1994 (4): 162-164

## Study on Fertilizer Supply Index of NPK of Chinese Cabbage in Fluvo-quick Soil

ZHANG Ying<sup>1</sup>, CHEN Bin<sup>2</sup>, DING Hua-ping<sup>2</sup>, ZHONG Chong-ping<sup>2</sup>

(1 *Technology Instructions Station of Soil and Fertilizer, Jiangsu Province, Nanjing 210036, China;*

*2 Haian Soil and Fertilizer Technology Guidance Station, Haian, Jiangsu 226600, China*)

**Abstract:** Taken the perennial vegetable farm in fluvo-quick soil of Haian county as the study region, the “3414” field experiment was adopted to study the effects of fertilization on the yield, benefit, commoditization and disease resistance and the strategies for reasonable fertilization and the optimal fertilization were put forward. The result showed that the yield and benefit of combined application of NPK fertilizers were the highest, and the commodity rate was increased by 24.5%. The application of calcium fertilizer reduced the incidence of burning heart diseases by 13.2 percentage point and increased the commodity rate by 7.6%. Target yield of 120 000-150 000 kg/hm<sup>2</sup> could be reached under N 225-255 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 90-105 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 180-225 kg/hm<sup>2</sup> with the ratio of 1 : 0.3-0.5 : 0.7-1.

**Key words:** Chinese Cabbage, NPK, Fertilization, Haian, Fluvo-quick soil