



## 不同肥料组合对叶类蔬菜产量、品质和经济效益的影响

朱小梅 吴家旺 李泽碧 王正银

(西南大学资源环境学院, 重庆北碚, 400716)

向华辉 刘 星

(重庆市九龙坡区农业局, 重庆, 400700)

**摘要:** 采用田间试验研究了不同肥料组合对叶类蔬菜产量和品质的影响。与CK ( $N_{15}P_5K_{10}$ ) 相比, 各施肥处理显著提高白菜和莴笋的产量, 增幅分别为8.2%~43.0%和5.6%~23.2%。除增施氮肥处理 ( $N_{20}P_5K_{10}$ ) 增加莴笋叶和茎的硝酸盐含量外, 其余各处理降低两种叶菜硝酸盐含量4.1%~25.8%, 以增施钾肥 ( $N_{15}P_5K_{15}$  处理) 的降低作用最大。增施钾肥显著增加了白菜和莴笋叶的维生素C含量, 增幅分别为19.2%和10.9%。与CK相比, 增施氮、磷、钾、硼和有机肥都可使白菜和莴笋的施肥利润得到显著提高, 并以增施有机肥料的处理施肥利润最大, 但产投比仅常规施肥、增施钾肥和硼肥处理得到提高。

**关键词:** 肥料组合, 叶类蔬菜, 产量, 品质, 经济效益

蔬菜作为人们日常生活不可缺少的副食品, 是人体必需的维生素、矿物质、蛋白质、氨基酸、糖分等多种有机营养物的主要来源。莴笋 (*Lactuca sativa* L.) 和白菜 (*Brassica campestris* L. var. *pekinensis*) 作为我国南方地区广泛栽培和食用的叶类蔬菜, 其产量和品质也越来越受到消费者的关注。但是在化肥施用量不断增加的情况下, 肥料效益和蔬菜作物品质却出现了下降的趋势。养分供应不均衡成为蔬菜提高产量、改善品质的限制因子<sup>[1-5]</sup>。为此, 本文研究了不同氮磷钾配比及其与微量元素和有机肥配施对莴笋、白菜两种叶类蔬菜产量和品质的影响, 以期为高产、优质叶类蔬菜生产提供理论依据。

### 一、材料与方方法

#### 1.1 供试材料

土壤为沙溪庙组母岩发育而成的灰棕紫泥土, pH值6.3, 有机质26.2克/公斤, 有效氮84.1毫克/公斤, 有效磷26.8毫克/公斤, 有效钾157.0毫克/公斤。供试作物为莴笋和白菜, 品种分别为科兴3号和华良5号。供试肥料为尿素 (N, 46%)、过磷酸钙 ( $P_2O_5$ , 12%)、氯化钾 ( $K_2O$ , 60%)、硼肥 (持力硼, B, 15%)、泥炭 (全N1.463%, 全P0.316%, 全K0.245%)、菜籽粕 (全N5.243%, 全P1.120%, 全K1.434%) 和鸡粪水 (速效N649毫克/公斤, 速效P22.5毫克/公斤, 速效K691毫克/公斤)。

#### 1.2 试验方法

田间小区试验分别于2005年6月~7月和8月~9月在重庆市九龙坡区白市驿蔬菜基地进行。小区面积7.05平方米 ( $4.7 \times 1.5$ 米), 均设9个处理 (表1), 4次重复, 随机排列。磷、钾肥和有机肥

全部作基肥一次施入,氮肥(尿素)在移栽后分3次按25%:50%:25%施入。收获后取样测定莴笋和白菜的产量及品质(维生素C、硝酸盐),并计算经济效益。

### 1.3 测定内容和方法

土壤有效氮采用碱解扩散法,速效磷采用 $\text{NaHCO}_3$ 浸提—钼蓝显色分光光度法,速效钾采用 $\text{NH}_4\text{OAc}$ 浸提—火焰光度法测定<sup>[6]</sup>。叶菜硝酸盐采用紫外分光光度法,Vc用2,6—二氯酚酚滴定法<sup>[7]</sup>。叶菜产量采用新复极差法(SSR检验法)进行统计分析<sup>[8]</sup>。

表1 试验方案和施肥量(公斤/亩)

处理	N	P <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	B	泥炭	菜籽粕	鸡粪水
CF(常规施肥)	15	4	35				150
N15P5K10(CK)	15	5	10				
N20P5K10	20	5	10				
N15P10K10	15	10	10				
N15P5K15	15	5	15				
N15P5K10B	15	5	10	0.06			
N15P5K10M1	15	5	10		150		
N15P5K10M2	20	5	10			150	
N0P0K0	0	0	0				

## 二、结果与讨论

### 2.1 不同肥料组合对叶菜产量的影响

表2可知,与CK( $\text{N}_{15}\text{P}_5\text{K}_{10}$ )相比,各施肥处理的白菜和莴笋产量都得到显著提高,其增幅分别为8.2%~43.0%和5.6%~23.2%。白菜的产量增幅最大的是 $\text{N}_{15}\text{P}_5\text{K}_{10}\text{M}_2$ 处理,其次为 $\text{N}_{15}\text{P}_5\text{K}_{10}\text{M}_1$ 处理;莴笋的增产作用以 $\text{N}_{15}\text{P}_5\text{K}_{10}\text{M}_1$ 处理最佳, $\text{N}_{15}\text{P}_5\text{K}_{15}$ 、 $\text{N}_{15}\text{P}_5\text{K}_{10}\text{B}$ 和 $\text{N}_{15}\text{P}_5\text{K}_{10}\text{M}_1$ 处理次之,增幅达15%以上。可见,在 $\text{N}_{15}\text{P}_5\text{K}_{10}$ 基础上分别增施氮肥、磷肥、钾肥、硼肥、有机肥后叶菜的产量都得到显著提高,且其产量增幅都大于常规施肥(CF)。两种供试有机肥料泥炭( $\text{M}_1$ )和菜籽粕( $\text{M}_2$ )对白菜与莴笋的增产效果显著。显然,在无机肥基础上增施有机肥均可使叶菜极显著增产。

### 2.2 不同肥料组合对叶菜硝酸盐含量的影响

各施肥处理对白菜和莴笋硝酸盐含量的影响不一致(表3)。与CK相比,除增施钾肥( $\text{N}_{15}\text{P}_5\text{K}_{15}$ )处理对白菜硝酸盐含量略有降低外,其余处理均增加了白菜的硝酸盐含量,并以增施氮肥和有机肥的处理白菜硝酸盐含量增加幅度大。除增施氮肥( $\text{N}_{20}\text{P}_5\text{K}_{10}$ )处理使莴笋茎和叶中的硝酸盐含量分别增加2.0%和7.0%外,其余处理的莴笋茎和叶的硝酸盐含量都降低,且茎和叶的硝酸盐含量都以增施钾肥( $\text{N}_{15}\text{P}_5\text{K}_{15}$ )处理降幅最大(CF处理除外),分别为17.6%和25.8%。这些结果表明,在 $\text{N}_{15}\text{P}_5\text{K}_{10}$ 基础上增施钾肥对降低叶菜的硝酸盐含量具有很好的作用,但对不同种类叶菜的降低程度不同。

表 2 不同肥料组合对叶菜产量的影响

处理	白菜 (公斤/亩)	差异显著性		相对产量 %	莴笋 (公斤/亩)	差异显著性		相对产量 %
		P <sub>0.05</sub>	P <sub>0.01</sub>			P <sub>0.05</sub>	P <sub>0.01</sub>	
CF	2017	f	EF	108.2	1776	cd	BC	105.6
N <sub>15</sub> P <sub>5</sub> K <sub>10</sub> (CK)	1863	g	F	100.0	1681	d	C	100.0
N <sub>20</sub> P <sub>5</sub> K <sub>10</sub>	2146	e	DE	115.2	1848	bc	BC	109.9
N <sub>15</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	2229	de	D	119.6	1899	bc	AB	113.0
N <sub>15</sub> P <sub>5</sub> K <sub>15</sub>	2429	bc	BC	130.4	1971	ab	AB	117.2
N <sub>15</sub> P <sub>5</sub> K <sub>10</sub> B	2311	cd	CD	124.0	1953	ab	AB	116.2
N <sub>15</sub> P <sub>5</sub> K <sub>10</sub> M <sub>1</sub>	2547	ab	AB	136.7	2070	a	A	123.2
N <sub>15</sub> P <sub>5</sub> K <sub>10</sub> M <sub>2</sub>	2665	a	A	143.0	1936	ab	AB	115.1
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	979	h	G	52.5	914	e	D	54.45

表 3 不同肥料组合对叶菜硝酸盐含量的影响

处理	白菜		莴笋叶		莴笋茎	
	毫克/公斤	相对含量 %	毫克/公斤	相对含量 %	毫克/公斤	相对含量 %
CF	1138	110.6	706	95.9	1038	74.7
N <sub>15</sub> P <sub>5</sub> K <sub>10</sub> (CK)	1029	100.0	736	100.0	1390	100.0
N <sub>20</sub> P <sub>5</sub> K <sub>10</sub>	1196	116.2	788	107.0	1426	102.0
N <sub>15</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	1119	108.8	648	88.1	1321	95.0
N <sub>15</sub> P <sub>5</sub> K <sub>15</sub>	1008	98.0	546	74.2	1145	82.4
N <sub>15</sub> P <sub>5</sub> K <sub>10</sub> B	1118	108.7	621	84.4	1295	93.2
N <sub>15</sub> P <sub>5</sub> K <sub>10</sub> M <sub>1</sub>	1133	110.1	570	77.4	1204	86.6
N <sub>15</sub> P <sub>5</sub> K <sub>10</sub> M <sub>2</sub>	1258	122.3	687	93.4	1324	95.3
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	832	80.8	394	53.5	1019	73.4

### 2.3 不同肥料组合对叶菜维生素 C 含量的影响

除增施氮肥处理 (N<sub>20</sub>P<sub>5</sub>K<sub>10</sub>) 白菜维生素 C 含量与 CK 相比略有下降外, 其余各施肥处理白菜的维生素 C 含量均提高, 且以增加钾肥处理 (N<sub>15</sub>P<sub>5</sub>K<sub>15</sub>) 的白菜维生素 C 含量增量最大, 增加 19.2% (表 4)。N<sub>15</sub>P<sub>5</sub>K<sub>15</sub>、N<sub>15</sub>P<sub>5</sub>K<sub>10</sub>B、N<sub>15</sub>P<sub>5</sub>K<sub>10</sub>M<sub>1</sub> 和 N<sub>15</sub>P<sub>5</sub>K<sub>10</sub>M<sub>2</sub> 处理提高了莴笋叶的维生素 C 含量, 增幅范围为 2.6% - 10.9%, 其中仍以 N<sub>15</sub>P<sub>5</sub>K<sub>15</sub> 处理的增幅最大。各施肥处理中, 莴笋茎的维生素含量都有所下降, 但是莴笋茎维生素的含量仅为叶片含量的 1/5~1/6。综合上述结果可知, 在 CK 基础上增施钾肥对提高白菜和莴笋叶中的维生素 C 含量有突出效果, 而增施硼和有机肥对保持莴笋茎中的维生素 C 含量有很好的效果。

表4 不同肥料组合对叶菜维生素C含量的影响

处理	白菜		莴笋叶		莴笋茎	
	毫克/公斤	相对含量%	毫克/公斤	相对含量%	毫克/公斤	相对含量%
CF	770.7	118.2	326.0	92.3	63.6	95.2
$N_{15}P_5K_{10}$ (CK)	652.0	100.0	353.3	100.0	66.8	100.0
$N_{20}P_5K_{10}$	643.0	98.6	329.2	93.2	64.7	96.9
$N_{15}P_{10}K_{10}$	717.9	110.1	324.4	91.8	59.1	88.5
$N_{15}P_5K_{15}$	777.3	119.2	391.9	110.9	60.4	90.4
$N_{15}P_5K_{10}B$	759.6	116.5	332.4	102.6	66.2	99.1
$N_{15}P_5K_{10}M_1$	670.3	102.8	372.6	105.5	63.0	94.3
$N_{15}P_5K_{10}M_2$	689.0	105.7	346.9	105.5	65.9	98.7
$N_0P_0K_0$	1267.1	194.3	321.2	90.9	52.2	78.2

## 2.4 不同肥料组合对叶菜经济效益的影响

在CK基础上增施氮、磷、钾、硼、有机肥都可使白菜和莴笋的施肥利润得到显著提高(表5),其中以 $N_{15}P_5K_{10}M_2$ 处理白菜的施肥利润最高, $N_{15}P_5K_{10}M_1$ 处理莴笋的施肥利润最高,这是因为该二处理大幅度提高了叶菜的产量。白菜和莴笋的产投比最高者都是CF处理,这是因为该处理肥料成本低;其次为 $N_{15}P_5K_{10}B$ 和 $N_{15}P_5K_{15}$ 处理,表明增施微量元素硼和大量元素钾肥均可使叶类蔬菜生产获得良好的经济效益。白菜和莴笋的产投比都以施用有机肥料的 $N_{15}P_5K_{10}M_2$ 和 $N_{15}P_5K_{10}M_1$ 处理为低,显然这是因为其肥料成本增加,但是该二处理的施肥利润却为最高。

表5 不同肥料组合对叶菜经济效益的比较

处理	白菜				莴笋			
	产值 (元/亩)	肥料成本 (元/亩)	施肥利润 (元/亩)	产投比	产值 (元/亩)	肥料成本 (元/亩)	施肥利润 (元/亩)	产投比
CF	2420	94	1151	26	3907	94	1740	41
$N_{15}P_5K_{10}$ (CK)	2236	121	941	19	3669	121	1567	31
$N_{20}P_5K_{10}$	2576	142	1259	18	4066	142	1914	29
$N_{15}P_{10}K_{10}$	2675	144	1356	19	4179	144	2024	29
$N_{15}P_5K_{15}$	2915	137	1603	21	4335	137	2188	32
$N_{15}P_5K_{10}B$	2774	125	1474	22	4297	125	2162	34
$N_{15}P_5K_{10}M_1$	3057	211	1671	15	4555	211	2334	22
$N_{15}P_5K_{10}M_2$	3198	301	1723	11	4255	301	1948	14
$N_0P_0K_0$	1175	—	—	—	2011	—	—	—

注:尿素 1.96 元/千克,过磷酸钙 0.56 元/千克,氯化钾 2.0 元/千克,硼肥 10.1 元/千克,泥炭 0.6 元/千克,菜籽粕 1.2 元/千克,莴笋 2.2 元/千克,白菜 1.2 元/千克。

### 三、结论

3.1 在 CK 基础上增施氮肥、磷肥、钾肥、硼肥和有机肥，白菜和莴笋的产量都得到显著提高，并以配施有机肥处理提高作用最大。

3.2 增施钾肥可降低白菜的硝酸盐含量，各施肥处理对莴笋茎和叶中硝酸盐含量以降低作用为主，增施钾肥对降低莴笋叶中的硝酸盐含量效果最佳。

3.3 增施钾肥显著增加了白菜和莴笋叶的维生素 C 含量，增幅分别为 19.2% 和 10.9%，而莴笋茎中的维生素 C 含量有所降低。

3.4 增施氮、磷、钾、硼和有机肥都可使白菜和莴笋的施肥利润得到显著提高，并以增施有机肥料的处理施肥利润最大，但产投比只有常规施肥、增施钾肥和硼肥处理得到提高。

#### 参考文献

[1] 狄彩霞,李会合,王正银,等.不同肥料组合对莴笋产量和品质的影响[J].土壤学报,2005,42(4):652-659

[2] Stantamaria P, Elia A, Serio F. Fertilization atrategies for lowering nitrate contents in leafy vegetables. Chicory and rocket salad cases[J]. Journal of plant Nutrition, 1998, 21(9):1791-1803

[3] Biemond H, Vos J, Struik P C. Effect of nitrogen on accumulation and partitioning of dry matter and nitrogen of vegetable. 3. Spinach. Netherlands Journal Agricultural Science, 1996, 44(3):227-239

[4] 李俊良,陈新平,李晓林,等.大白菜氮肥施用的产量效应、品质效应和环境效应.土壤学报,2003,40(2):261-266

[5] 张漱茗,孙顶国.平衡施肥与改善作物品质[J].中国农学通报,1999,15(2):27-34

[6] 鲍士旦.土壤农化分析(第三版).北京:中国农业出版社,2000,141-149

[7] 山东农学院等.植物生理学实验指导.济南:山东科技出版社,1980,246

[8] 白厚义,肖俊璋.试验研究及统计分析.西安:世界图书出版社.1998,120-128

(图见 16 页)

上接 42 页:



黄瓜钾肥对比试验