

# 不同施肥处理对出口青花菜产量与品质的影响

康云艳<sup>1</sup>, 张春兰<sup>2</sup>, 张 雷<sup>3</sup>, 柳李旺<sup>1</sup>, 陈 忠<sup>3</sup>, 龚义勤<sup>1</sup>

(1. 南京农业大学 园艺学院, 江苏 南京 210095; 2. 南京农业大学 资环学院, 江苏 南京 210095;

3. 上海市崇明县蔬菜科学技术推广站, 上海 202156)

**摘要:** 研究了不同施肥水平对出口青花菜产量与主要品质指标的影响。结果表明, 有机无机复混肥、精制有机肥和腐殖酸复混肥均能提高青花菜的产量和品质, 效果以有机无机复混肥最显著, 其次为精制有机肥和腐殖酸复混肥, 单施氮肥对产量和品质无显著影响。有机无机复混肥、精制有机肥显著提高了花球产量、花球叶绿素含量、可溶性糖含量、Vc 含量及 PAL 活性, 降低了花球 SOD 活性。施加氮肥水平与花球中 Vc 含量呈负相关, 与 SOD 活性、叶绿素含量呈正相关, 氮与硼配施有明显的互作效应。

**关键词:** 青花菜; 肥料处理; 花球品质; 花球产量

中图分类号: 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2005)06-0063-05

## Effect of Different Fertilizer Treatments on Head Yield and Quality in Exporting Broccoli

KANG Yun-yan<sup>1</sup>, ZHANG Chun-lan<sup>2</sup>, ZHANG Lei<sup>3</sup>,  
LIU Li-wang<sup>1</sup>, CHEN Zhong<sup>3</sup>, GONG Yi-qin<sup>1</sup>

(1. College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

2. College of Resources and Environment Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

3. Chongming Vegetable Technology Extension Center, Shanghai 202156, China)

**Abstract:** Effect of different fertilizer level on head yield and quality in exporting broccoli was studied. The results showed that organic fertilizer significantly increased broccoli yield as well as quality compared to the chemical fertilizer. The greatest yield was obtained under the treatment of organic-chemical compound fertilizer, values of these yields followed by the treatment of refined organic fertilizer and humic-chemical mixed fertilizer. The obvious evidence was observed that applied only chemical nitrogen fertilizer had no influence on the yield and quality, even worse than ck. Organic-chemical compound fertilizer and refined organic fertilizer improved head yield, chlorophyll content, soluble sugars content, Vc content and PAL activity, and decreased SOD activity. There were negative relationships between N fertilizer and Vc content; SOD activity, chlorophyll content and N fertilizer are positively correlated. There were obviously additive effects between N and B fertilizer.

**Key words:** Broccoli; Fertilizer treatment; Head quality; Head yield

青花菜 (*Brassica oleracea*) 又名西兰花、绿花菜, 其营养丰富, 而且具有较高食疗功效, 国际市场十分畅销, 是我国近年来重要的出口创汇蔬菜<sup>[1]</sup>。已有研究表明, 施肥是影响青花菜产量、品质的重要因素。有关主要矿质营养如氮、磷、钾与青花菜的生长

发育及花球形成的关系, 硼、钼营养对青花菜花球产量及活性氧代谢的影响等方面前人已有较详细研究; 青花菜单株对氮、磷、钾的吸收量一般为 N 3.9 ~ 5.9 g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.51 ~ 0.84 g, K<sub>2</sub>O 3.2 ~ 3.9 g<sup>[2~4]</sup>。但系统研究有机、无机肥料施用对出口保鲜专用青花

收稿日期: 2005-06-10

基金项目: 上海农业“四新”科技项目(农推字(2001)第3-1号), 江苏省“九五”出口创汇蔬菜项目(BL-97033)

作者简介: 康云艳(1981-), 女, 江苏盐城人, 博士, 主要从事蔬菜生理研究工作; 柳李旺为通讯作者。

菜品质与产量影响研究的报道较少。

近年来长江中下游地区出口青花菜面积增加较快,成为地方农民收入增加的重要来源。科学施肥是出口青花菜高效生产的关键环节之一。本文通过研究不同施肥处理对青花菜的产量、品质与花球细胞保护酶的影响,探讨青花菜的矿质营养与品质形成的关系,为出口青花菜制定合理施肥方案与优质高效生产提供重要的理论依据。

# 1 材料和方法

## 1.1 试验材料与施肥方案

供试的青花菜品种为优秀(早中熟出口保鲜专用型品种)。田间试验在上海崇明有机农业生态示范园进行,于8月5日播种育苗,9月1日定植,11月分批采收。

供试田块土壤含有机质 19.3 g/kg,全 N 1.23 g/kg,速效 P 11.29 mg/kg,速效 K 88.33 mg/kg。施肥方案:①Y(有机无机复混肥 3 750 kg/hm<sup>2</sup>+尿素 52.5 kg/hm<sup>2</sup>);②J(精制有机肥 3 750 kg/hm<sup>2</sup>+尿素 52.5 kg/hm<sup>2</sup>);③F1(腐殖酸复混肥 937.5 kg/hm<sup>2</sup>+尿素 52.5 kg/hm<sup>2</sup>);④F2(腐殖酸复混肥 1 500 kg/hm<sup>2</sup>+尿素 52.5 kg/hm<sup>2</sup>);⑤N+B(尿素 300 kg/hm<sup>2</sup>+硼砂 7.5 kg/hm<sup>2</sup>);⑥N(尿素 300 kg/hm<sup>2</sup>);⑦低 N(尿素 180 kg/hm<sup>2</sup>+磷酸二氢钾 112.5 kg/hm<sup>2</sup>);⑧中 N(尿素 360 kg/hm<sup>2</sup>+磷酸二氢钾 112.5 kg/hm<sup>2</sup>);⑨高 N(尿素 540 kg/hm<sup>2</sup>+磷酸二氢钾 112.5 kg/hm<sup>2</sup>)9个处理,不施肥为对照(ck)。不同种类肥料对青花菜的肥效以供氮量为准,处理①~⑥

供给总氮量 210~225 kg/hm<sup>2</sup>;处理⑦~⑨在相同磷钾肥含量基础上供氮 225~240 kg/hm<sup>2</sup>为标准(中 N);基肥 66%,追肥 34%。追肥主攻花球肥,施用时间在定植后 35~45 d。小区面积 44 m<sup>2</sup>,3次重复,随机排列。

## 1.2 产量与品质指标测定

采收期测定小区花球的出口达标产量。每个处理随机取 5 株主花球进行品质分析,测定花球干物质含量(烘干法)、可溶性糖含量(蒽酮比色法)、Vc 含量(2,6-二氯酚法)<sup>[3]</sup>、SOD 活力(氮蓝四唑光化还原法)、叶绿素含量(分光光度法)、苯丙氨酸解氨酶(PAL)活力(紫外分光光度法)<sup>[9]</sup>。所有数据采用 SAS 软件分析。

# 2 结果与分析

## 2.1 不同施肥处理对青花菜花球达标个数、空心率与干物质含量的影响

目前国际市场青花菜保鲜产品比例越来越大。由于保鲜出口青花菜产品主要是达到标准的花球,故产量评价方面本研究采用达标产量,即符合出口标准的花球个数。从表 1 可以看出,Y 处理达标产量最高,其次为 J、F1、F2 与 N+B 处理,单施氮肥处理达标产量偏低。有机肥料含有丰富的养分和有机质,平衡供应养分,增肥改土相结合,肥效迅速兼备,对提高产量作用显著。不同处理对花球干物质含量、空心率影响不大,偏施氮肥空心率有所上升。另外,由 N+B 与 N 两个处理的结果可以看出,硼肥也在一定程度上提高了干物质含量。

表 1 不同施肥处理对青花菜花球达标个数、空心率与干物质含量影响

Tab 1 Effect of different fertilizer treatments on eligible quantities hollow percent and dry matter content of broccoli

样品处理 Treatment	达标个数 Eligible No.	空心率(%) Hollow percent	干物质含量(%) Dry matter content	处理/ck(%) Treatment/ck
Y	117 a	0	11.95 a	111.06
J	101 b	0	12.66 a	117.64
F1	98 b	0	11.74 a	109.08
F2	97 b	0	11.41 a	106.02
N+B	100 b	0.12 f	11.16 a	103.67
N	97 b	2.08 d	10.40 a	96.63
低 N	70 d	0.99 e	11.71 a	108.84
中 N	73 d	2.26 c	10.54 a	97.89
高 N	77 d	2.56 b	10.78 a	100.12
ck	88 c	3.03 a	10.76 a	100.00

注:邓肯氏新复极差测验,不同字母表示差异达显著水平(p=0.05),下同

Note: Duncan's multiple-range test, the same letter indicated no singificance at 0.05 level. The same as in tab. 1

2.2 不同施肥处理对花球叶绿素、可溶性糖和 Vc 含量的影响

青花菜的花球绿色深浅是一个重要的品质指标。由表 2 可以看出,各处理都不同程度地提高了花球中叶绿素的含量,Y,J 及高 N 处理提高最明显;N+B 处理植株叶绿素的含量比 N 处理提高 25%,这表明氮肥、硼肥配施一定程度提高花球中叶绿素的含量;单施氮肥时,花球中叶绿素的含量与 N 肥水平成正比,高 N 处理叶绿素含量比中 N 处理提高 27%,比低氮处理提高近 45%,表明 N 处理显著促进花球中叶绿素的合成。氮是叶绿体的结构成分和叶绿素的组成成分,施用氮肥可增加叶绿素的含量,

缺氮会使植株老叶蛋白质发生水解(解蛋白作用),导致叶片叶绿体分解,本研究结果与前人研究相一致<sup>[7~9]</sup>。

Vc 和糖分是衡量蔬菜产品营养品质的主要指标。Y,J,F1,F2 处理均明显提高了花球中可溶性糖的含量;N+B 处理比 N 处理提高约 20%;过高的氮处理显著降低了可溶性糖的含量。

处理 Y 与 J 能显著提高花球中 Vc 的含量,且随着 N 水平的提高,Vc 的含量降低;N+B 处理对 Vc 的含量影响不大,但比 N 处理有一定的提高,这说明硼肥在一定程度上可提高花球中 Vc 的含量。

表 2 不同施肥处理对青花菜花球叶绿素、可溶性糖和 Vc 含量(以鲜重计)的影响

Tab. 2 Effect of different fertilizer treatment on chlorophyll content, soluble sugars content and Vc content

样品处理 Treatment	叶绿素含量 Ca+b (μg/mL) Chlorophyll content	处理/ck(%) Treatment/ck	可溶性糖含量 Soluble sugar content	处理/ck(%) Treatment/ck	Vc (mg/100g)	处理/ck(%) Treatment/ck
Y	13.08 a	147.51	0.061 ab	135.556	108.0 b	121.484 8
J	13.01 a	146.69	0.063 a	140.000	116.0 a	130.483 7
F	11.91 ab	134.24	0.057 abc	126.667	99.4 c	111.811 0
F2	11.51 ab	129.78	0.052 abcd	115.556	96.1 cd	108.099 0
N+B	11.47 ab	129.33	0.050 bcde	111.111	93.4 ed	105.061 9
N	9.19 b	103.59	0.041 de	91.111	86.2 fg	96.962 9
低 N	8.96 b	100.99	0.047 de	104.444	92.2 ed	103.712 0
中 N	10.38 ab	117.03	0.044 de	97.778	90.2 ef	101.462 3
高 N	12.83 a	144.62	0.040 e	88.889	83.8 g	94.263 2
ck	8.87 b	100.00	0.045 de	100.000	88.9 ef	100.000 0

表 3 不同肥料处理对青花菜花球中 SOD 和 PAL 活性的影响

Tab. 3 Effects of different fertilizer treatments on SOD and PAL enzyme activity

样品处理 Treatment	SOD 活性(U/(min·g)) SOD activity	处理/ck(%) Treatment/ck	PAL 活性(U/(g·h)) PAL activity	处理/ck(%) Treatment/ck
Y	9.28 e	64.81	54.20 a	119.40
J	9.68 e	67.60	44.60 c	110.95
F1	10.57 ed	73.68	45.20 c	112.44
F2	10.45 e	74.58	51.00 ab	126.87
N+B	12.26 cd	85.61	48.00 bc	134.83
N	14.06 abc	98.18	38.60 d	96.02
低 N	12.86 bc	89.80	37.70 d	93.78
中 N	13.20 bc	92.18	31.60 e	78.61
高 N	15.20 a	106.15	25.10 f	62.44
ck	14.32 ab	100.00	40.20 d	100.00

2.3 不同施肥水平下青花菜花球中 SOD 和 PAL 活性

当植物遇到逆境(低温、高温、盐碱等),体内会产生大量自由基 O<sub>2</sub><sup>-</sup>与 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>等,破坏细胞膜系统的结构,干扰细胞的正常代谢,使植物细胞受害,最终

导致植物体受害。SOD 有清除自由基 O<sub>2</sub><sup>-</sup>与 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,防止膜脂过氧化发生,对细胞膜系统起到保护作用。表 3 表明,高 N 处理明显提高花球中的 SOD 活性,Y,J,F1,F2 处理 SOD 活性显著低于单施氮肥处理,表明有机肥提高了青花菜的抗逆性;SOD 活性

升高是青花菜对环境胁迫的适应性反应,从而有效清除植物体内过多的自由基以提高青花菜适应逆境胁迫能力<sup>[10]</sup>;SOD 活性与 N 水平密切相关,随着 N 水平的下降,SOD 活性下降,可以看出偏施氮肥有可能降低青花菜的抗逆性。

Y, F2 处理明显地提高了花球中 PAL 活性,其次为 N+B, J 和 F1 处理;N+B 处理比 N 处理 PAL 提高了 35%,这表明 N, B 配施有明显的互作效应。另外,单施氮肥处理明显抑制了 PAL 活性,且氮水平越高, PAL 活性越低,降低了青花菜的抗逆性,这与前人报道的大量施氮使合成酚的关键酶(苯丙氨酸解氨酶, PAL)活性降低,从而降低作物抗性相一致<sup>[11]</sup>。

### 3 讨论

青花菜作为一种重要的特种蔬菜,国内外在其矿质营养元素吸收特性、高产栽培与贮藏保鲜等方面进行了大量研究。花球品质、产量为数量性状遗传,故其表现不仅受品种特性决定,也受到环境条件影响,尤其是肥水管理方面。有机无机复混肥不仅含有氮、磷、钾、硫、硼、铁等作物必需的元素,还含有大量有机质和氨基酸等,实现了肥料供肥强度与作物需肥时期的协调一致,实现了养分供给的均衡稳定持续。近年来的研究指出,施用有机无机复合肥可以不断增加土壤保肥供肥水平,提高作物产量和品质<sup>[12-13]</sup>。本试验结果表明不同施肥处理对青花菜的产量和品质的影响, Y, J 处理最好,其次为 F1, F2, N+B, 单施氮肥效果最差,甚至还不如对照。另外,进一步的研究也表明不同施肥水平下处理 Y 与 J 对土壤本底养分的消耗最少。

根据出口生产实际需要,基于主要产品保鲜出口,本文提出了达标产量的概念,而不是采用生物学产量作为产量指标,更能反应生产上施肥水平对出口产品合格率影响。营养环境调控对作物生理代谢活动的影响最终必然体现在产量及品质上<sup>[14]</sup>。偏施氮肥使达标产量明显下降,这与收获产品是青花菜繁殖器官(花球)相一致;有机无机复混肥保证了土壤营养元素合理循环,对提高产量有明显的效果。本试验结果显示, Y 与 J 处理显著提高达标产量,表明了有机无机复混肥、精制有机肥料对青花菜生长的重要性。

花茎空心的花球不能作为产品保鲜出口,空心是限制产品合格率的重要因素。本研究结果表明偏

施氮肥提高了青花菜的空心率,与前人报道一致<sup>[15]</sup>。硼肥能在一定程度上降低空心率的发生,但效果不明显,主要原因可能是因为“优秀”品种本身不易空心,整个处理均在较低水平的空心率;也可能是由于土壤本底硼水平不严重亏缺,施硼肥对空心率下降是否有明显影响还有待于增加不同品种与施肥水平研究<sup>[17-19]</sup>。硼在植物体内碳水化合物运输和分配中起重要作用。研究表明青花菜对硼元素需要量较多,生育期间缺硼会引起花蕾表面黄化变褐,花薹基部发生裂洞<sup>[16-18]</sup>。本试验中硼和氮配施相对于单施氮肥显著提高了青花菜的产量和品质,表明硼和氮之间有着显著的互作增产效应。

Vc 是青花菜重要的品质指标。本研究表明,氮肥偏多与 Vc 含量呈负相关。这与 Karitonas 报道氮水平提高使 Vc 含量从 83 降到 73 mg/100 g 是一致的<sup>[19]</sup>。可溶性糖含量是植物体内碳素营养状况及农产品品质性状的重要指标之一,它与产品采后保鲜期和植物抗冻能力有关<sup>[20]</sup>。Y, J 处理显著提高了花球可溶性糖含量,能延长花球的贮藏期,有利于青花菜的保鲜出口。

不同肥料处理对青花菜生理反应有明显的差异,单施氮肥处理即不利的营养条件下,青花菜花球 SOD 含量明显高于施用 Y, J 的处理,说明青花菜具有较强的自我保护能力,有较强的抗逆性,但施用 Y, J 可增强青花菜的抗逆能力。PAL 与植物的抗病性有关<sup>[21]</sup>,本试验中 Y, J 处理显著提高了青花菜花球的 PAL 活性,植株在田间尤其生长后期也明显表现为相对较高的抗性, PAL 在青花菜中与植株抗性关系有待于进一步深入研究。

### 参考文献:

- [1] 柳李旺, 龚义勤, 陈 忠, 等. 美国加州青花菜生产及其关键技术[J]. 中国蔬菜, 2004, (2): 57—58
- [2] 杨 暹, 陈晓燕, 刘志才. 硼钼营养对青花菜花球产量及活性氧代谢的影响[J]. 园艺学报, 2000, 27(2): 112—116
- [3] 关佩聪, 杨 暹, 胡肖珍. 青花菜主要矿质营养特性的研究[J]. 华南农业大学学报, 1996, 17(1): 72—77
- [4] 王艳萍, 谭大风. 喷施硼肥对青花菜产量和品质的影响[J]. 土壤肥料, 2001, (2): 46
- [5] 中国标准出版社第一编辑室编. 中国食品工业标准汇编 水果、蔬菜及其制品卷[M]. 北京: 中国标准出版社, 1999.
- [6] 汤章城. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

- [ 7 ] K. 蒙格尔. 植物营养原理[ M]. 北京: 农业出版社, 1987.
- [ 8 ] 中国农业百科全书编辑部编. 中国农业百科全书(农业化学卷)[ M]. 北京: 中国农业出版社, 1992.
- [ 9 ] 王桂英, 张春震, 张福山, 等. 氮磷钾肥料处理对青花菜产量及生理指标的影响[ J]. 中国蔬菜, 1997, (1): 14—17.
- [ 10 ] 岳海, 孙敏, 吴忠华. 不同肥料处理对小黑麦幼苗生长状况及生理功能的影响[ J]. 山西师范大学学报(自然科学版), 2004, 18(3): 81—85.
- [ 11 ] 郭衍银, 徐坤, 王秀峰, 等. 矿质营养与植物病害机理研究进展[ J]. 甘肃农业大学学报, 2003, 38(4): 385—393.
- [ 12 ] 刘广军, 张振华, 翟金中, 等. 有机无机复混肥在小麦上的应用效果[ J]. 安徽农业科学, 2002, 30(6): 944—954.
- [ 13 ] 商跃凤. 有机无机复混肥对水稻氮素利用率的影响[ J]. 西南农业大学学报, 2001, 23(3): 262—266.
- [ 14 ] 杨暹, 关佩聪, 陈日远. 氮钾营养对青花菜生长、花球产量与光合生理的影响[ J]. 园艺学报, 1994, 21(2): 175—179.
- [ 15 ] Wien H C, Wurr D C E. Cauliflower, Broccoli, Cabbage and Brussels Sprouts. In: Wien HC(ed.) The physiology of Vegetable Crops[ M]. CABI Publishing, 1999, Oxon, UK, pp. 411—512.
- [ 16 ] 梁小红. 作物硼素营养研究与施肥技术[ J]. 杂粮作物, 2000, 20(3): 39—43.
- [ 17 ] Shelp B J, Penner R, Zhu Z. Broccoli cultivar response to boron deficiency[ J]. Canadian Journal of Plant Science, 1992, 72(3): 883—888.
- [ 18 ] Shama P N, Tanuja Ramchandra. Effects of boron deficiency and recovery on water relation and photosynthesis in cauliflower[ J]. Indian J of Exper Biology, 1991, 29(10): 967—970.
- [ 19 ] Karionas R. Effect of nitrogen supply on yield and quality of broccoli[ M]. Plant nutrition. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001. 298—299.
- [ 20 ] 季云美, 任旭琴. 不同肥料对小白菜产量及品质的影响[ J]. 江苏农业科学, 2004, (6): 38—40.
- [ 21 ] 王金生. 分子植物病理学[ M]. 北京: 中国农业出版社.