

钼、硼对花椰菜产量及品质的影响

朱凤林

(厦门市农业科学研究所, 厦门 361009)

摘要: 以花椰菜 ‘厦雪 100天’ 品种进行的研究表明, 增施 $2.25 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 钼酸铵作基肥或叶面喷施 0.1% 钼酸铵, 可显著提高叶片叶绿素含量和硝酸还原酶活性, 花球硝酸盐含量下降, 维生素 C 和可溶性糖含量提高, 增产显著; 增施 $15.00 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 硼砂作基肥或叶面喷施 $0.1\% \sim 0.2\%$ 硼砂也可提高产量, 改善品质; 但叶面喷施 0.4% 硼砂会造成减产和花球品质下降。

关键词: 营养元素; 钼; 硼; 花椰菜; 品质

中图分类号: S 635.3 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2005) 02-0310-04

Mo and B's Effects on the Yield and Quality of Cauliflower

Zhu Fenglin

(Xiamen Agricultural Research Institute of Sciences, Xiamen 361009, China)

Abstract: Studies based on the cauliflower variety of ‘Xiahue 100 Days’ indicated that, when $2.25 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2} (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ was used as base fertilizer or $0.1\% (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sprayed as foliage fertilizer, both the chlorophyll content and nitrate reductase activity of leaves could be increased, meanwhile improve the quality of the cauliflower. $15.00 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ B used as base fertilizer or $0.1\% - 0.2\%$ B element used as foliage fertilizer also could increase the yield and improve the quality of the cauliflower. However, high concentration (0.4%) of B would make both the yield and the quality of cauliflower reduced.

Key words: Nutrition element; Mo; B; Cauliflower; Quality

1 目的、材料与方法

钼、硼是土壤中较易缺乏的元素, 而花椰菜对两元素又较敏感, 且易出现异常症状^[1,2]。为此, 本研究以在华南地区有较大种植面积的 ‘厦雪 100天’ 品种为试材, 探讨钼和硼不同施肥方式及不同施用量对产量和品质的影响。

试验在厦门市农业科学研究所试验基地进行, 试验地土壤为砂壤土, 土壤耕层 pH 6.5, CEC $10.01 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, 有机质、全氮、碱解氮、有效磷、速效钾和有效钼、有效硼含量分别为 $15.02 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $1.14 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $87.7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $19.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $58.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $0.14 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $0.36 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 其中有效钼、硼含量较低。供试花椰菜于 2003 年 9 月 3 日播种, 2003 年 10 月 8 日定植, 2004 年 1 月 12 日采收。分别以钼酸铵 (含 Mo 54%)、硼砂 (含 B 11.3%) 作为 Mo、B 的来源, 采用定植前作基肥与生育期间叶面喷施两种方式。每种肥料的各种施用方式分别设 4 种处理: 钼作基肥: 0.75 、 1.50 、 2.25 、 $3.00 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 钼酸铵; 钼叶面喷施: 0.05% 、 0.1% 、 0.2% 、 0.3% 钼酸铵。硼作基肥: 7.5 、 15.0 、 22.5 、 $30.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 硼砂; 硼叶面喷施: 0.1% 、 0.2% 、 0.3% 、 0.4% 硼砂。

每处理 3 次重复, 小区面积 8.4 m^2 , 每重复 25 株。定植前 (2003 - 10 - 07) 所有处理统一施复合肥 ($\text{N} \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ K}_2\text{O} = 16 \text{ 16 16}$) $54 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$; 钼、硼作基肥时与复合肥一起于定植前施入。叶面喷施处理在苗期到莲座期间 (2003 - 10 - 28 ~ 11 - 12), 每星期喷 1 次, 按 $0.11 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ 连续喷 3 次。以

收稿日期: 2004 - 07 - 06; 修回日期: 2004 - 09 - 27

本文得到福建省亚热带植物研究所庄伊美研究员的审改, 特此致谢。

不施钼、硼肥, 只施复合肥为对照; 叶面喷施 Mo、B 时, 其它处理喷清水。此外, 栽培生长期各处理间其它水肥管理一致。

于最后 1 次叶面喷施后 7 d (2003 - 11 - 20), 取最大功能叶 (每处理每重复取 3 片叶) 测定叶片叶绿素含量和硝酸还原酶活性^[3]; 于 2004 - 01 - 12 测产并取样测定花球品质^[3] (硝酸盐含量、维生素 C 含量及可溶性糖含量)。叶绿素用丙酮提取, 比色法测定; 硝酸还原酶 (NR) 用离体法测定。

2 结果与分析

2.1 钼、硼对产量的影响

方差分析表明 (表 1), 在钼作基肥各处理中, 除增施钼酸铵 $0.75 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 处理产量略高于对照外, 其余产量均高于对照; 高水平处理 (2.25 、 $3.00 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 极显著高于对照, 并与低水平处理 (0.75 、 $1.50 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 呈显著差异。钼叶面喷施时, 各处理产量亦显著高于对照。硼作基肥时, 各处理产量均比对照高; 其中低水平处理 (7.5 、 $15.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 产量更高, 并与高水平处理 (22.5 、 $30.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 间存在极显著差异; 硼叶面喷施时, 0.2% 硼砂处理产量最高, 并与其它各处理呈极显著差异; 而 0.4% 硼砂处理产量比对照降低 7.28% , 呈显著差异, 说明施硼过多已造成伤害。钼和硼在两种不同施用方式下, 最高产量处理间无显著差异。

表 1 钼、硼对花椰菜产量及叶片叶绿素含量、硝酸还原酶活性的影响

Table 1 Effects of Mo and B on cauliflower yield and NR activity, chlorophyll content of cauliflower leaves

处理 Treatment	产量 Yield (kg · hm ⁻²)	相对对照 Increase or decrease percentage (%)	叶绿素含量 Chlorophyll content (mg · g ⁻¹ FM)	硝酸还原酶活性 NR activity (μg · g ⁻¹ FM)		
Mo 基施 Base fertilizer (kg · hm ⁻²)	0.75	45 955.51 ±2494.39 C cd	4.14	1.78 ±0.02 CDE de	9.91 ±1.30 CD c	
	1.50	48 476.61 ±2281.77 BC bc	9.85	1.81 ±0.01 CDE de	10.82 ±0.97 BC c	
	2.25	56 337.68 ±2615.62 A a	27.67	2.19 ±0.10 B b	14.59 ±2.22 A a	
	3.00	54 034.94 ±2021.61 AB a	22.45	1.99 ±0.04 BCD bcd	11.76 ±0.67 ABC bc	
	叶面喷施 Foliage fertilizer(%)	0.05	52 526.25 ±1575.64 AB ab	19.03	1.87 ±0.04 BCD cde	10.21 ±1.26 BC c
		0.10	56 714.85 ±578.42 A a	28.52	2.64 ±0.34A a	13.47 ±1.93 AB ab
		0.20	55 444.38 ±2741.41 A a	25.64	2.10 ±0.02 BC bc	12.09 ±0.68 ABC bc
		0.30	48 992.74 ±3202.82 BC bc	11.02	1.69 ±0.04 DE ef	10.45 ±1.15 BC c
	对照 Control	44 129.20 ±2408.80 C d	0.00	1.48 ±0.20 E f	7.01 ±0.22 D d	
	B 基施 Base fertilizer (kg · hm ⁻²)	7.5	53 593.95 ±1404.33 AB a	21.45	2.02 ±0.12 A a	8.47 ±0.82 BC bc
15.0		53 439.70 ±562.02 AB a	21.10	2.11 ±0.07 A a	10.13 ±0.94 A a	
22.5		48 214.90 ±2060.78 C b	9.26	1.96 ±0.25 A a	8.02 ±0.37 BC cd	
30.0		47 147.05 ±1194.32 CD b	6.86	1.38 ±0.11 B b	8.07 ±0.48 BC cd	
叶面喷施 Foliage fertilizer(%)		0.1	49 952.25 ±1814.34 BC b	13.20	1.90 ±0.11 A a	9.56 ±1.19 AB ab
		0.2	54 407.15 ±1742.38 A a	23.29	2.03 ±0.12 A a	8.73 ±0.61 ABC bc
		0.3	44 200.20 ±887.70 DE c	0.16	1.41 ±0.25 B b	7.07 ±0.06 C d
		0.4	40 918.20 ±1395.90 E d	- 7.28	1.37 ±0.11 B b	7.11 ±0.48 C d
对照 Control		44 129.20 ±2408.80 DE c	0.00	1.48 ±0.20 B b	7.01 ±0.22 C d	

注: 同栏数字后大、小写字母分别表示 Duncan's 测验中差异达 0.01、0.05 水平 (下同)。

Note: The capital and small letters followed the number mean the diversity at 0.01 and 0.05 significance level of Duncan's test (the same as the following Table).

2.2 钼、硼对叶片叶绿素含量及硝酸还原酶活性的影响

表 1 表明, 钼作基肥的各处理中, 叶片叶绿素含量均高于对照; 钼叶面喷施时, 除 0.3% 钼酸铵处理外, 均与对照呈显著差异。钼各处理中以叶面喷施 0.1% 钼酸铵处理的叶绿素含量最高, 且与其它处理呈极显著差异。在硼处理中, 低量硼作基肥处理 (7.5 、 15.0 、 $22.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 及低浓度叶面喷施处理 (0.1% 、 0.2% 硼砂) 叶片叶绿素含量均与对照呈极显著差异; 高浓度叶面喷硼 (0.3% 、 0.4%) 处理及高量基肥施硼处理 ($30.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 叶片叶绿素含量与对照无显著差异。说明适量施钼、硼可促进花椰菜功能叶叶绿素的形成, 但过多或过浓的硼肥施用有可能抑制叶绿素的形成。

NR是植物氮代谢的关键酶,它反映植物对环境中的 NO_3^- 的吸收利用状况。试验结果表明(表1),施钼各处理叶片NR活性均高于对照。基施钼酸铵 $2.25\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理叶片NR活性高于其它钼作基肥处理的;叶面喷钼处理中,0.1%钼酸铵处理NR活性显著高于0.05%、0.3%处理,但与0.2%处理无显著差异。施硼时,低量基肥(7.5 、 $15.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)及低浓度喷施处理(0.1%, 0.2%)叶片NR活性均显著高于对照,高量(22.5 、 $30.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)及高浓度(0.3%, 0.4%)处理则与对照无显著差异。

2.3 钼、硼对维生素C、可溶性糖、硝酸盐含量的影响

表2表明,在钼作基肥处理中,高水平处理(2.25 、 $3.00\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)花球维生素C含量显著高于对照,低水平处理(0.75 、 $1.50\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)则与对照无显著差异;钼叶面喷施时,除0.3%处理外,花球维生素C含量均显著高于对照;叶面喷钼最佳处理与钼作基肥最佳处理间无显著差异。硼作基肥施用,各处理维生素C含量与对照无显著差异;硼叶面喷施时,除0.1%硼砂处理花球维生素C含量比对照高外,其它叶面喷施处理花球维生素C含量与对照无显著差异。

表2 钼、硼对花椰菜花球品质的影响
Table 2 Effects of Mo and B on cauliflower quality

处理 Treatment	维生素 C含量 V itam in C content (mg · kg ⁻¹ FM)	相对对照 Increase or decrease percentage (%)	硝酸盐含量 Nitrate content (mg · kg ⁻¹ FM)	相对对照 Increase or decrease percentage (%)	可溶性糖含量 Soluble sugar content (%)	相对对照 Increase or decrease percentage (%)		
Mo 基施 Base fertilizer (kg · hm ⁻²)	0.75	683.8 ±0.4 BC bcd	6.23	880.14 ±28.12	- 1.66	1.86 ±0.09 BCD bc	16.49	
	1.50	676.9 ±25.0 BC cd	5.15	702.94 ±20.21	- 21.46	2.1 ±0.15 ABC ab	31.73	
	2.25	742.1 ±41.1 AB ab	15.28	590.02 ±36.17	- 34.07	1.92 ±0.10 ABCD bc	20.25	
	3.00	708.1 ±12.7ABC bc	10.01	781.15 ±63.81	- 12.72	1.84 ±0.09 BCD bc	15.45	
	叶面喷施	0.05	724.1 ±35.7 ABC abc	12.5	645.31 ±18.69	- 27.9	2.33 ±0.38 A a	45.93
	Foliage fertilizer(%)	0.10	770.7 ±27.1 A a	19.73	532.67 ±0.47	- 40.48	2.26 ±0.16 AB a	41.54
		0.20	727.6 ±39.6 AB abc	13.04	636.01 ±40.53	- 28.93	1.68 ±0.18 CD c	5.43
		0.30	644.3 ±32.9 C d	0.1	688.43 ±17.35	- 23.08	1.74 ±0.13 CD c	8.98
	对照 Control		643.7 ±37.8 C d	0	894.96 ±120.91	0	1.6 ±0.16 D c	0
	B 基施 Base fertilizer (kg · hm ⁻²)	7.5	682.5 ±1.3 AB abc	6.03	647.17 ±44.88	- 27.69	1.82 ±0.06 BC cd	13.99
15.0		706.4 ±30.7 AB ab	9.75	554.38 ±58.26	- 38.06	2.14 ±0.15 AB ab	33.82	
22.5		686.2 ±42.4 AB ab	6.6	704.85 ±137.34	- 21.24	1.74 ±0.08 C cd	9.19	
30.0		668.1 ±5.1 AB abc	3.79	750.29 ±64.82	- 16.16	1.71 ±0.11 CD cd	6.89	
叶面喷施		0.1	734.1 ±47.5 A a	14.04	646.58 ±24.58	- 27.75	2.24 ±0.25A a	40.5
Foliage fertilizer(%)		0.2	674.7 ±38.9 AB abc	4.83	814.94 ±68.25	- 8.94	1.92 ±0.1 ABC bc	20.46
		0.3	633.4 ±41.5 AB bc	- 1.59	921.67 ±33.60	2.98	1.39 ±0.16 DE e	- 12.74
		0.4	601.4 ±82.4 B c	- 6.57	989.87 ±81.61	10.6	1.11 ±0.08 E f	- 30.69
对照 Control			643.7 ±37.8 AB bc	0	894.96 ±120.91	0	1.6 ±0.16 CD de	0

表2还表明,基肥施钼酸铵 $1.50\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 及叶面喷施0.05%、0.1%钼酸铵条件下,花球可溶性糖含量与对照相比均极显著增加。基肥施硼砂 $15.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时花球可溶性糖含量亦比对照极显著增加;硼作基肥的其它处理,花球可溶性糖含量与对照相近。低浓度硼叶面喷施(0.1%、0.2%)也可增加花球可溶性糖含量,但高浓度(0.4%)叶面喷施的,可溶性糖含量比对照极显著减低。

在钼肥各处理中,除基肥施钼酸铵 $0.75\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理外,两种施用方式的花球硝酸盐含量均显著低于对照(表2)。在叶面喷施方式下,0.1%钼酸铵处理花球硝酸盐含量最低,与其它叶面喷施处理呈显著差异。钼作基肥时, $2.25\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理花球硝酸盐含量最低,与其它施钼肥处理呈显著差异。硼作基肥的处理中,花球硝酸盐含量均显著低于对照。在硼肥叶面喷施处理中,除0.1%处理花球硝酸盐含量极显著低于对照外;其它各处理硝酸盐含量均与对照无显著差异。相关分析表明,各处理花球中硝酸盐累积量与其功能叶NR活性呈显著负相关($r_{\text{Mo}} = -0.799^*$, $r_{\text{B}} = -0.879^*$),说明钼、硼主要通过影响NR活性进而影响硝酸盐累积。

参考文献:

- 1 徐根娣, 刘 鹏, 任玲玲. 钼在植物体内生理功能的研究综述. 浙江师大学报 (自然科学版), 2001, 24 (3): 292~297
Xu GD, Liu P, Ren LL. A summing up of the biological action of molybdenum in plants. Journal of Zhejiang Normal University (Nat Sci), 2001, 24 (3): 292~297 (in Chinese)
- 2 杨小玲, 马洪英, 王 萱. 蔬菜生产中硼素营养研究进展. 天津农业科学, 2000, 6 (3): 41~44
Yang XL, Ma HY, Wang X. Research progress of boron in vegetable production. Tianjin Agriculture Sciences, 2000, 6 (3): 41~44 (in Chinese)
- 3 中国科学院上海植物生理研究所, 上海市植物生理学会. 现代植物生理学实验指南. 北京: 科学出版社, 1999. 123~248
Shanghai Institute of Plant Physiology of Chinese Academy of Sciences, Shanghai Academy of Plant Physiology. Modern plant physiology: a laboratory manual. Beijing: Science Press, 1999. 123~248 (in Chinese)

云南独蒜兰的种子无菌萌发研究

黄家林 胡 虹* 李树云 (中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204)

In Vitro Germination of *Pleione yunnanensis*

Huang Jialin, Hu Hong*, and Li Shuyun (Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China)

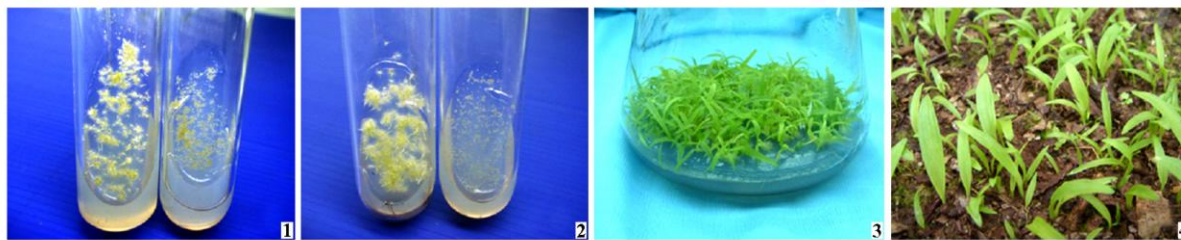
关键词: 独蒜兰; 种子萌发; 休眠

中图分类号: S 682.31 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2005) 02-0313-01

云南独蒜兰 [*Pleione yunnanensis* (Rolfe) Rolfe] 极具观赏价值和市场前景, 种子无菌萌发是目前其快繁的主要途径。作者采用成熟未开裂的云南独蒜兰蒴果进行表面消毒, 无菌条件下将种子分别播种于无激素的 MS、1/2 MS、改良 Harvais (HA)、Kundon C (KC)、Thomale (GD) (TH) 等 5 种培养基以及添加不同浓度 KT 或 6-BA 的改良 Harvais 培养基中, 以上培养基中均添加蔗糖 $20\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、琼脂 $7.0\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, pH (5.5 ± 1), 温度 (23 ± 1), 暗培养。每处理接种 3 个 100 mL 试管, 每个试管种子约 200 粒。4 周后统计萌发率, 种子萌发以原球茎突破种皮为标准。

试验结果表明, 云南独蒜兰种子在培养基中 2 周后即可观察到胚的膨大, 3 周左右开始萌发, 形成小原球茎, 作为组织培养材料。不同的培养基中的种子萌发率有所不同 (图版, 1), 在 HA 和 TH 培养基上, 种子萌发率分别达到 98.5% 和 90.6%, 且原球茎的生长发育也相对快速粗壮, 萌发后 3 周即可观察到叶片的分化, 10 周左右开始形成假鳞茎。在 KC、MS 和 1/2 MS 培养基上, 种子萌发率相对较低, 原球茎的生长发育也比较缓慢, 特别是在 MS 和 1/2 MS 培养基上, 萌发后 18 周才观察到少量的假鳞茎形成。因此, 对于云南独蒜兰的种子无菌萌发来说, 培养基的优劣应排列如下: HA、TH、KC、1/2 MS、MS。细胞分裂素 KT 和 6-BA 在试验中并未能促进云南独蒜兰种子的萌发, 相反, 低浓度的外源细胞分裂素能抑制种子的萌发 (图版, 2)。浓度为 $0.25\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 6-BA 严重抑制了种子的萌发, 萌发率仅达 48.0%, 而对照的萌发率达到了 98.5%。在该两种激素中, 6-BA 对萌发和生长的抑制作用比 KT 强烈。因此, 在云南独蒜兰的种子快繁中, 建议不要使用外源细胞分裂素。

将形成叶片的瓶苗置于光下培养 (每天光照 12 h, 光照强度 $1500\sim 2000\text{ lx}$), 10 周后瓶苗基部形成假鳞茎 (图版, 3)。自然条件下云南独蒜兰存在 4~5 个月的冬季休眠期, 无菌瓶苗也保持了该休眠特性。16 周后, 瓶苗叶片逐渐变黄进入休眠, 此时将瓶苗置于 4~8℃ 低温中冷存, 15 周后取出, 即可出瓶栽培 (图版, 4)。



图版说明: 1. 培养基萌发对比 (左: HA; 右: MS); 2. 6-BA 对萌发的影响 (左: 对照; 右: 6-BA $0.25\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$); 3. 瓶苗; 4. 瓶苗移栽。

Explanation of plates: 1. The effects of media on germination (left: HA; right: MS); 2. The effects of 6-BA on germination (left: control; right: 6-BA $0.25\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$); 3. A flask showing seedlings growth; 4. Seedlings culturing in soil

收稿日期: 2004 - 10 - 25; 修回日期: 2004 - 12 - 16

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KSCX2-FW-319)

*通讯作者 Author for correspondence (E-mail: huhong@mail.kib.ac.cn)