

# 钙钼硼肥对花生生长发育及产量品质的影响

蒋春姬<sup>1</sup>, 王 宁<sup>2§</sup>, 王晓光<sup>1\*</sup>, 吴 迪<sup>1</sup>, 赵凯能<sup>1</sup>, 党现什<sup>1</sup>, 曲胜男<sup>1</sup>  
(1. 沈阳农业大学农学院, 辽宁 沈阳, 110866; 2. 中国农业科学院农业信息研究所, 北京, 100081)

**摘要:** 采取随机区组田间试验研究钙钼硼配施对花生生长发育及产量品质的影响, 两年田间试验结果表明: 在施用一定的大量元素肥料基础上, 增施钙肥(T1)和钙钼肥配施(T2)可以促进农花5号花生的生长发育, 提高植株的主茎高、侧枝长和单株叶面积, 有利于各器官干物质积累, 增加百果重、百仁重和单株饱果数, 最终提高荚果产量, 其中以T2处理效果最佳, 两年产量分别为6 438.24 kg/hm<sup>2</sup>和6 015.47 kg/hm<sup>2</sup>, 比对照增产13.6%和6.9%。钙钼硼配施(T3)对花生植株表现为抑制作用, 两年间产量分别比对照减少3.65%和14.77%。增施中微肥可以改善收获后花生籽仁品质, 主要表现为提高籽仁内粗脂肪和蛋白质含量, 降低可溶性糖含量, 其中以T2处理改善作用最为明显, 其次是T1处理, T3处理改善效果不显著。本研究为辽宁花生产区中微肥的合理配施提供依据。

**关键词:** 花生; 钙钼硼配施; 生长发育; 产量; 品质  
**中图分类号:** S565.201   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1007-9084(2017)04-0524-08

## Effect of Ca, Mo and B fertilizer combined application on growth, development, yield and kernel quality of peanut

JIANG Chun - ji<sup>1</sup>, WANG Ning<sup>2§</sup>, WANG Xiao - guang<sup>1\*</sup>,  
WU Di<sup>1</sup>, ZHAO Kai - neng<sup>1</sup>, DANG Xian - shi<sup>1</sup>, QU Sheng - nan<sup>1</sup>  
(1. College of Agronomy, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China;  
2. Agricultural Information Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** To study the effects of Ca, Mo and B fertilizer combined application on growth, development, yield and kernel quality of peanut, plant morphological characters, dry matter accumulation, yield and quality characters of peanut variety Nonghua 5 were investigated after application of medium and micro fertilizers in field experiments in 2013 and 2014. The results showed that additional application of Ca (T1) and Ca + Mo (T2) could promote the growth of Nonghua 5 with improved main stem height, lateral branch length, leaf area per plant, dry matter accumulation for organs, 100 - pod weight, 100 - kernel weight and full pod number per plant, which eventually improved the pod yield. T2 treatment had a better effect with a yield of 6 438.24 kg/hm<sup>2</sup> and 6 015.47 kg/hm<sup>2</sup> each year respectively, which was an increase of 13.6% and 6.9% compared with control. Ca + Mo + B (T3) had a resistant effect with a yield decrease of 3.65% and 14.77%. Adding medium and micro fertilizers could improve peanut kernel quality which improved crude fat and protein content in the kernels, and at the same time a decrease of soluble sugar content. The most significant treatment was T2, then T1, and there was no significant effect for T3 treatment. This study provided a guideline for fertilizer application of Ca and Mo and B in main peanut producing area of Liaoning Province.

**Key words:** peanut; Ca, Mo and B fertilizer combined application; growth; yield; quality

收稿日期: 2017-01-16  
基金项目: 辽宁省科技计划农业科技攻关及成果产业化项目(2014201007); 国家现代农业产业技术体系花生产业辽宁创新团队项目(辽农办科[2016]80号); 辽宁省中央引导地方科技发展专项“特色粮油新品种选育及优质高效生产技术与示范”; 辽宁省教育厅科学技术研究一般项目(L2015476)  
作者简介: 蒋春姬(1974-), 女, 朝鲜族, 讲师, 博士, 主要从事花生高产栽培生理研究, E-mail: jiangchunji2002@163.com  
§王 宁(1981-), 共同第一作者, 女, 助理研究员, 博士, 主要从事作物逆境生理及情报学研究, E-mail: wangning01@caas.cn  
\*通讯作者: 王晓光(1970-), 女, 辽宁铁岭人, 教授, 博士, 主要从事花生高产栽培生理研究, E-mail: wxglyj@163.com

花生是我国重要的油料作物和经济作物,2000年以来,辽宁地区花生产业发展迅速,种植面积逐年增加,到2010年辽宁省花生种植面积达到33.3万 $\text{hm}^2$ ,占全省耕地面积10%左右,占全省油料作物面积90%以上,花生已成为辽宁省仅次于玉米和水稻的第三大作物<sup>[1]</sup>。辽宁省的花生主要分布于阜新、锦州、沈阳、铁岭等地,据统计,超过80%的地块为中低产田,土壤贫瘠,有机质含量匮乏<sup>[2]</sup>。在花生生产中存在着重施氮、磷、钾肥,而忽视对中、微肥的施用问题,导致土壤养分失调,中、微量元素含量低于临界值,病虫害严重,影响了花生的产量与品质<sup>[3-6]</sup>。

目前,关于氮、磷、钾配合施用对花生产量和品质的影响研究相对较多<sup>[7-12]</sup>,钙、钼、硼是花生生长发育所需的中微量元素,在生理代谢和产量品质形成上起着重要的作用。前人开展了一些针对花生在施用一定的氮、磷、钾肥基础上配施中微肥的研究<sup>[13-16]</sup>,但是关于辽宁省花生主产区在施用大量元素肥料的基础上配施中微量元素获得高产优质的研究相对较少。为此,本试验于2013-2014年在沈阳农业大学试验田进行了在施用常规化肥前提下配施钙、硼、钼肥的研究,探讨中微肥配施对花生生长发育及产量品质的影响,以期获得最佳施肥方案,为辽宁省大面积花生高产优质生产进行合理施肥提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2013年、2014年在沈阳农业大学试验基地进行。试验田土壤类型为沙壤土,碱解氮含量96.7mg/kg,速效磷25.1mg/kg,速效钾127.9mg/kg,有效钙3.28g/kg,有效钼0.04mg/kg,有效硼0.81mg/kg,0~30cm土层有机质含量为15.37g/kg,pH值6.5。

### 1.2 材料

供试花生品种为农花5号,由沈阳农业大学花生研究所选育。供试肥料为磷酸二铵、硫酸钾、氧化钙、钼酸铵、硼酸。

### 1.3 试验设计

试验设4个处理,CK:磷酸二铵+硫酸钾,T1:磷酸二铵+硫酸钾+氧化钙,T2:磷酸二铵+硫酸钾+氧化钙+钼酸铵,T3:磷酸二铵+硫酸钾+氧化钙+钼酸铵+硼酸。不同肥料施用量为:磷酸二铵和硫酸钾均为150kg/ $\text{hm}^2$ ,氧化钙75kg/ $\text{hm}^2$ ,钼酸铵7.5kg/ $\text{hm}^2$ ,硼酸22.5kg/ $\text{hm}^2$ 。小区采用完全随

机区组设计,行长5m,行距0.6m,5行区,面积为15 $\text{m}^2$ ,3次重复。播种日期分别为2013年5月8日和2014年5月6日,收获时期分别为2013年9月26日和2014年9月21日。氮、磷、钾肥全部用作基肥,各中微肥的施用方法是将肥料溶于少量水中,然后与少量细土拌匀,均匀施入小区。田间管理同常规田。

### 1.4 测定项目与方法

1.4.1 植株形态和干物质积累 于出苗后16d开始取样,以后每15d取样一次,直至成熟。测定植株的主茎高、叶面积,然后将植株根、茎、叶、果分开,放入105℃烘箱中杀青半小时,再将温度调至80℃烘干,称重。

叶面积测量采用干样称重法。用不同孔径的单孔打孔器分别从距叶梢和叶柄0.5cm处打孔,每片叶片共打孔2次,并注意避开中心叶脉和已经枯萎的部分,将打下的圆形叶片计数并装入纸袋烘干(80℃下烘48h)、称重(W1,单位:g);打孔后的叶片装入纸袋烘干、称重(W2,单位:g)。计算公式为:

$$\text{叶面积}(\text{cm}^2) = (W_1 + W_2) \times \text{打孔数} \times \pi r^2 \times 10^{-2} / W_1$$

式中:r为打孔器的半径,不同时期打孔器孔径分别为:花生幼苗期为5mm,开花下针期为8mm,成熟期为10mm。

1.4.2 产量构成因素及产量 收获时,每小区选取有代表性植株5株,调查第一对侧枝长、分枝数,单株饱果数、百果重、百仁重、出仁率,测定单株生产力。同时,每个小区除去两边行和两头0.5m,取中间3行4m植株,风干后测产。

1.4.3 籽仁品质 收获时,每小区取有代表性植株5株,测定籽仁品质。粗脂肪、粗蛋白质、油酸、亚油酸含量采用近红外品质分析仪(FOSS-1241)测定,可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定。

1.4.4 数据统计分析 采用Excel2003、DPSv7.05软件进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 钙钼硼配施对花生植株形态的影响

2.1.1 主茎高 如图1所示,2013和2014年不同处理下花生的主茎高变化动态趋势基本一致。单独钙肥处理T1和钙、钼同施处理T2促进植株的生长,而钙、钼、硼同施处理T3则表现出抑制生长的作用。在出苗后16~61d中,不同钙钼硼配施下,花生主茎高差异较小,在出苗61d后植株生长加快,不同处理间主茎高出现差异,其趋势为T2>T1>CK>T3。

到出苗后 91d 主茎高达到最大,各处理平均主茎高分别为 33.73、35.7、39.77 和 31.2cm (2014),其中

T2、T1 处理均显著高于对照,而 T3 处理则显著低于对照。

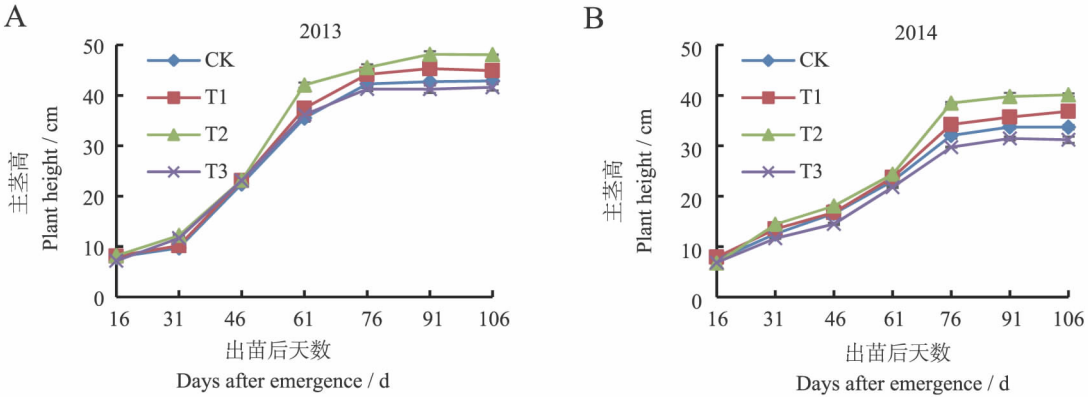


图 1 不同钙钼硼配施处理花生主茎高  
Fig.1 Main stem height of peanut in different Ca, Mo and B fertilizer combined application

2.1.2 侧枝长、分枝数 由表 1 可以看出,T2 处理侧枝最长,两年间分别比 CK 增加 1.63 和 4.86 cm,差异分别达到显著和极显著水平;其次为 T1 处理,两年间分别比对照增加 0.35 和 2.98cm,但与对照差异不显著;T3 处理侧枝长低于对照,两年间分别比对照降低 2.13 和 0.77cm,且与对照间差异均达显著水平。不同钙钼硼配施的侧枝长表现为 T2 > T1 > CK > T3。

从表 1 还可以看出,不同处理分枝数均在 4~5 个之间,且平均值大多在 4.4 左右,说明不同处理侧枝数是 4 个或 5 个,且 4 个分枝的植株数量与 5 个分枝的植株数量基本相同。在两年的试验中,有且仅有 2014 年 T3 处理与 CK 间差异达显著水平,其余所有处理差异均未达显著水平,说明不同钙钼硼配施对花生侧枝数影响不显著。

表 1 不同钙钼硼配施对花生侧枝长、分枝数的影响  
Table 1 Effect of Ca, Mo and B fertilizer combined application on lateral branch length and the number of branches of peanut

| 处理<br>Treatment | 2013                            |                           | 2014                            |                           |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
|                 | 侧枝长/cm<br>Lateral branch length | 分枝数<br>Number of branches | 侧枝长/cm<br>Lateral branch length | 分枝数<br>Number of branches |
| CK              | 48.93bA                         | 4.38aA                    | 37.85bB                         | 4.40 abAB                 |
| T1              | 49.28bA                         | 4.44aA                    | 40.83abAB                       | 4.00bB                    |
| T2              | 50.56aA                         | 4.38aA                    | 42.71aA                         | 4.33abAB                  |
| T3              | 46.80cB                         | 4.00aA                    | 37.08bB                         | 4.75aA                    |

注:小写和大写字母分别表示在 0.05 和 0.01 水平上的差异。下同  
Note:Lowercase and capital letters denote significant difference at 0.05 and 0.01 levels respectively. Same as below

2.1.3 叶面积 如图 2 所示,两年间不同处理条件下花生叶面积变化动态大致相同,均为幼苗期叶面积较小,且增长速度缓慢,进入开花下针期后,植株生长发育加快,叶面积迅速增加,两年试验均在出苗后 76d 时达到最大值,各处理间差异亦相同,不同钙钼硼配施间叶面积大小趋势均为 T2 > T1 > CK > T3。2013 年和 2014 年,在出苗后 76d,T2 处理叶面积均最大,两年分别为 4 833.075cm<sup>2</sup> 和 2 833.74 cm<sup>2</sup>,而 T3 处理叶面积最小,分别为 3 552.079cm<sup>2</sup> 和 1 486.011cm<sup>2</sup>,二者与对照间差异均达显著水平 (P<0.05)。

2.2 不同钙钼硼配施对花生各器官干物质积累的影响  
2.2.1 叶片干物质积累 由图 3 可以看出,在不同钙钼硼配施条件下,花生植株叶片干物质积累趋势在整个生育期表现为苗期最小,开花下针期逐渐增大,在出苗后 76d 达到最大值,到生育后期,由于叶片开始衰老脱落,植株上叶片干物质重逐渐降低。T2 处理在两年试验的各个时期均高于其它各处理,在出苗后 76d 分别比对照高 5.3g 和 8.9g;其次是 T1 处理;而 T3 处理在 2013 年试验结果是略高于 CK,在 2014 年与 CK 无明显差异。出苗后 76d 的方差分析结果表明,T1、T2 处理与对照 CK 差异均达显著水平。

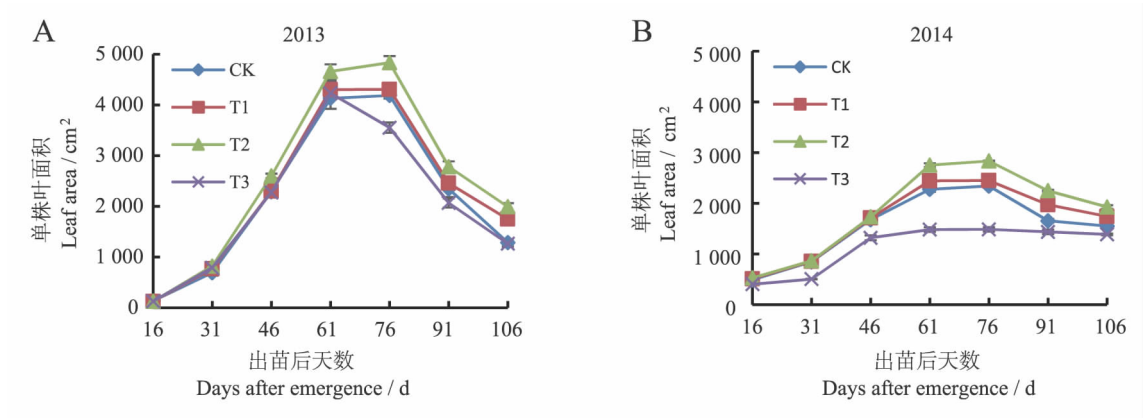


图 2 不同钙钼硼配施处理花生叶面积  
Fig.2 Leaf area of peanut in different Ca, Mo and B fertilizer combined application

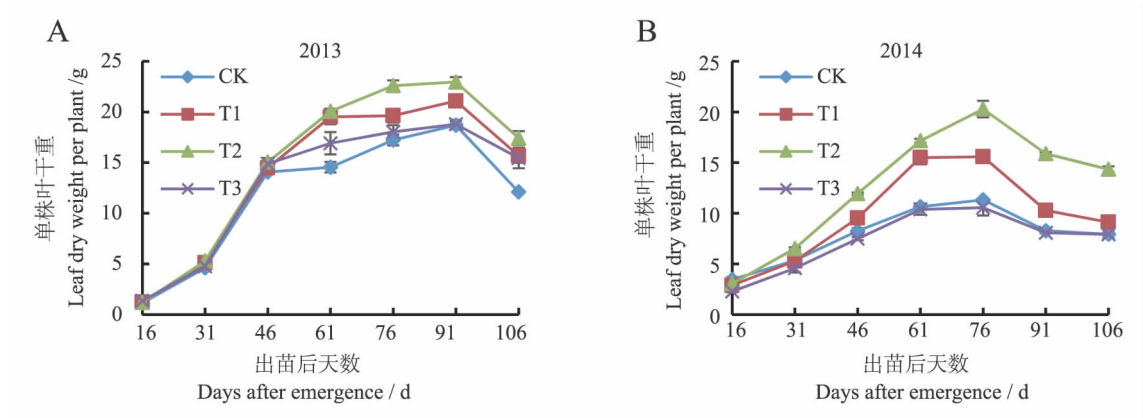


图 3 不同钙钼硼配施处理花生叶片干物质积累  
Fig.3 Leaf dry weight accumulation of peanut in different ratio of Ca, Mo and B

2.2.2 茎秆干物质积累 由图 4 可以看出,在不同钙钼硼配施条件下,花生的茎干重表现为“S”形增长趋势。两年试验结果表明,不同处理对花生茎秆

干重影响较小,各处理间差异不显著,说明不同肥料配施对花生茎秆生长的影响不明显。

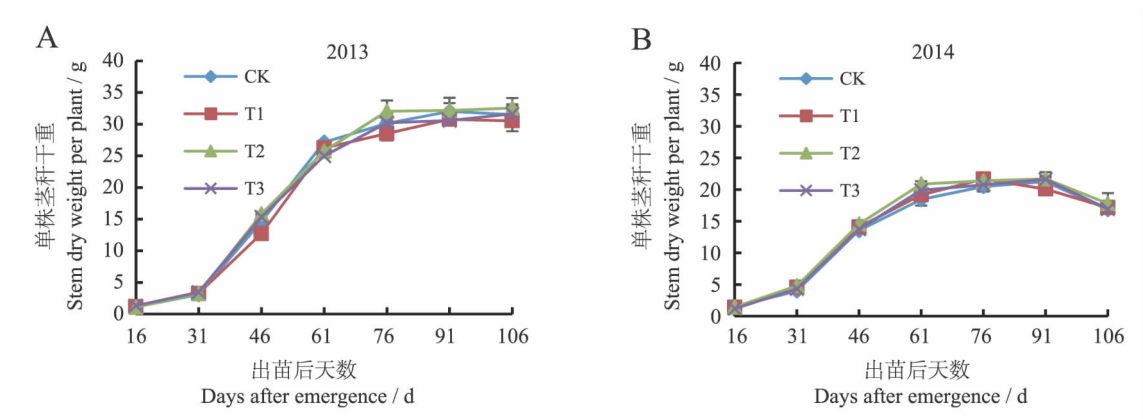


图 4 不同钙钼硼配施处理花生茎秆干物质积累  
Fig.4 Stem dry weight accumulation of peanut in different ratio of Ca, Mo and B

2.2.3 根系干物质积累 图 5 为不同钙钼硼处理下花生根系干物质动态变化。可以看出不同钙钼硼配施对花生根系影响较大,在出苗 31d 后,花生根系干物质积累量迅速增加,在出苗后 76d 达到最大值,

随后略有降低。在出苗后 76d,不同处理根系干物质积累大小表现为 T2 > T1 > CK > T3,方差分析结果表明,T1、T2 处理与对照间差异均达显著水平。

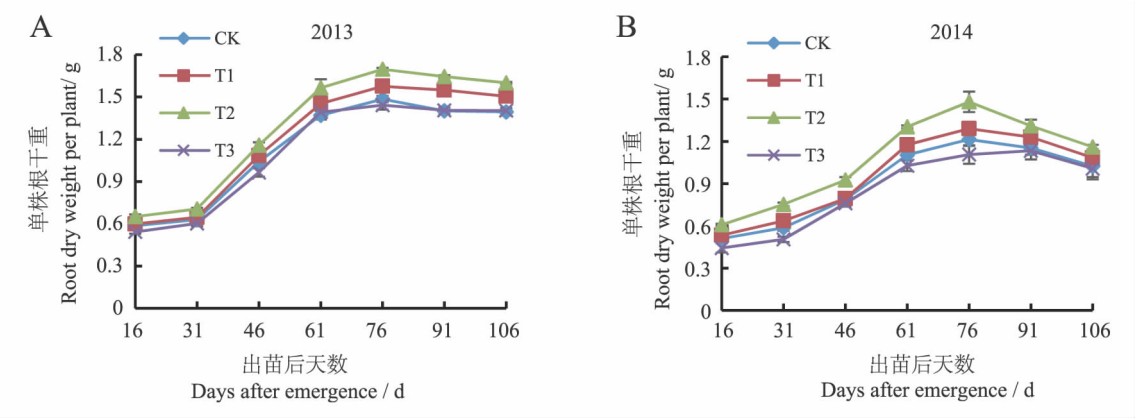


图5 不同钙钼硼配施处理花生根干物质积累  
Fig.5 Root dry weight accumulation of peanut in different ratio of Ca, Mo and B

2.2.4 荚果干物质积累 由图6可以看出,在钙钼硼处理下,花生荚果干物质积累表现出指数生长,于出苗后46d开始进入结荚期,此时花生荚果干重增长缓慢,在结荚后61d迅速增长,直至饱果成熟。两年试验趋势基本一致。其中,不同钙钼硼处理的植

株荚果干重表现为T2处理最大,T1次之,T3处理最小。出苗后106d,T2处理单株荚果干重两年间分别为56.5和39.8g,分别比对照CK增加10.62%和17.83%。方差分析表明,T2处理在结荚期后与对照差异均达显著水平。

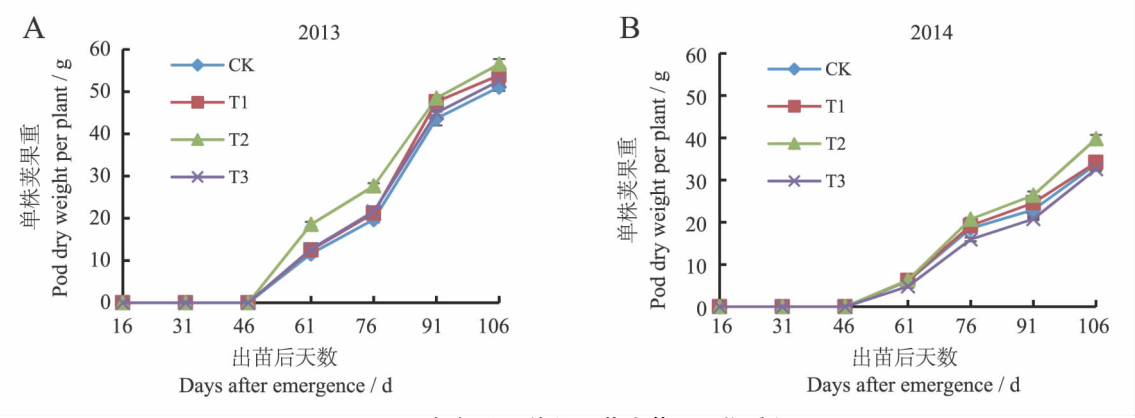


图6 不同钙钼硼配施处理花生荚果干物质积累  
Fig.6 Pod dry weight accumulation of peanut in different ratio of Ca, Mo and B

2.3 不同钙钼硼配施对花生产量构成因素及产量的影响

2.3.1 产量构成因素 不同钙钼硼处理条件下,花生百果重、百仁重和单株饱果数如表2所示,试验结果表明,T2处理的百果重、百仁重和单株饱果数均最高,分别比对照高4.2%、38.9%、22.8%(2013)

和6.0%、12.6%、25.3%(2014);其次是T1处理,CK对照和T3处理较低。说明增施钙肥及钙、钼肥同施,可以增加花生的百果重、百仁重和单株饱果数,从而提高产量;而钙、钼和硼肥同施会造成各指标下降。

表2 不同钙钼硼配施对花生产量构成因素的影响  
Table 2 Peanuts yield components in different ratio of Ca, Mo and B

| 处理<br>Treatment | 百果重 100 – pod weight/g |            | 百仁重 100 – kenel weight/g |         | 单株饱果数 Full Pods per plant |         |
|-----------------|------------------------|------------|--------------------------|---------|---------------------------|---------|
|                 | 2013                   | 2014       | 2013                     | 2014    | 2013                      | 2014    |
| CK              | 202.48aA               | 171.85bcAB | 65.79bB                  | 74.47bB | 19.75bAB                  | 20.75bB |
| T1              | 209.58aA               | 173.87abAB | 86.27aA                  | 76.77bB | 21.75aA                   | 22.50bB |
| T2              | 211.06aA               | 182.09aA   | 91.37aA                  | 83.85aA | 24.25aA                   | 26.00aA |
| T3              | 171.47bB               | 164.77cB   | 62.90bB                  | 74.47bB | 19.75cB                   | 20.50bB |

2.3.2 荚果产量 图7为不同钙钼硼处理对花生荚果产量的影响,两年试验趋势基本一致。其中T2处理产量均最高,两年分别为6438.24和6015.47

kg·hm<sup>-2</sup>,分别比对照增加13.6%和6.9%;其次为T1处理,分别比对照增加8.18%和3.3%;而T3处理则有减产的趋势,分别比对照减少3.65%和

14.77%。方差分析结果表明,除 2014 年 T1 处理与 T2 处理间未达差异显著水平外,其它各处理间均达

到差异显著或极显水平。

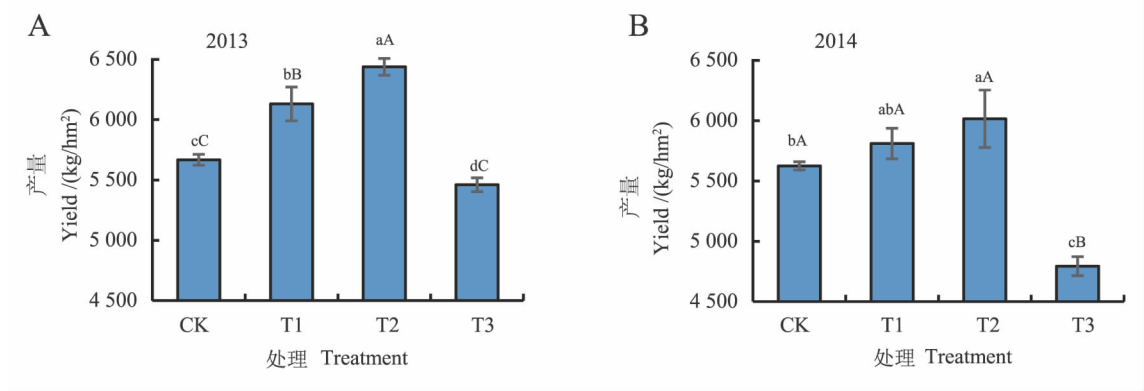


图 7 不同钙钼硼配施处理的花生产量  
Fig. 7 Peanuts yield in different ratio of Ca, Mo and B

2.4 不同钙钼硼配施对花生籽仁品质的影响

表 3 为不同钙钼硼处理对花生籽仁品质的影响,从表 3 可以看出,钙钼硼处理降低了花生可溶性糖和油酸含量,而增加了蛋白质、脂肪和亚油酸含

量。其中,T2 处理变化最大,可溶性糖含量极显著低于对照,而蛋白质、脂肪和亚油酸含量显著高于对照;其次为 T1 和 T3 处理。油亚比为三个处理显著或极显著低于对照。

表 3 不同钙钼硼配施处理花生籽仁品质 (2014)  
Table 3 Peanut seeds quality in different ratio of Ca, Mo and B (2014)

| 处理<br>Treatment | 可溶性糖<br>Soluble sugar/% | 蛋白质<br>Protein/% | 脂肪<br>Fat/% | 油酸<br>Acid/% | 亚油酸<br>Linoleic acid/% | 油亚比<br>O/L |
|-----------------|-------------------------|------------------|-------------|--------------|------------------------|------------|
| CK              | 11.54aA                 | 20.47bA          | 50.53bB     | 43.73aA      | 35.07cB                | 1.25aA     |
| T1              | 10.77aA                 | 20.90abA         | 52.77aA     | 42.73 aA     | 36.37 aA               | 1.18bB     |
| T2              | 6.93bB                  | 21.55aA          | 53.00aA     | 42.37 aA     | 35.90abAB              | 1.18bB     |
| T3              | 7.02bB                  | 20.80abA         | 51.67abA    | 42.47 aA     | 35.50bcB               | 1.20bAB    |

3 讨论与结论

3.1 不同钙钼硼配施下花生的植株形态和干物质积累

在一定的氮磷钾大量元素供给水平上,配合施用中微肥,可以促进花生的生长发育,有利于植株的干物质积累<sup>[13]</sup>。丛惠芳等对花生整个生育期的研究表明,增施锌、硼元素可以显著促进植株的生长,尤其对侧枝、叶片、荚果等影响较显著<sup>[14]</sup>。郑亚萍等的研究表明,在旱(薄)地条件下,无论春播还是夏播,硼钼肥配施对花生营养性状的促进作用优于单施钼肥或硼肥<sup>[17]</sup>。本试验也得到了类似的结果:在施用一定的大量元素肥料基础上,增施钙肥和钙、钼肥配施均可以促进农花 5 号的生长,表现在提高植株的主茎高和侧枝长,提高花生单株叶面积,有利于各器官干物质的积累。其中以钙、钼肥配施效果最为显著。

但本试验研究又发现:同时施用钙、钼、硼肥对花生主茎、侧枝及叶片的生长及各器官干物质积累产生抑制作用,这与大多前人研究的结论,即硼肥可

间接促进花生的生长发育不一致<sup>[18~21]</sup>。一般来说,大量元素较少出现对植物的毒害,而微量元素则容易造成毒害,尤其是硼和锌更容易造成毒害。研究表明,硼过量对很多蔬菜和果树是有毒的,它会抑制种子萌发,引起幼苗死亡。乔西等多年大豆试验结果表明,低浓度硼处理即每盆施用 15mg 硼,可以提高花生的发芽率,但是随着施硼浓度的升高,对大豆植株产生负效应<sup>[22]</sup>。本试验中 T3 处理下花生植株表现为主茎高和侧枝长降低,单株叶面积减少,各器官干物质积累量下降,叶片表现出叶缘出现黄边的硼毒害症状,可能是由于试验地土壤本身硼含量较高,而外施硼浓度过高,造成硼毒害所致。

3.2 不同钙钼硼配施下花生的产量构成因素及产量

大量研究表明,增施中微肥可以提高花生的单株饱果数及百果重,最终提高产量。例如,甄志高等对豫花 14 试验研究表明,常规施用氮、磷、钾的基础上,配施中、微量元素,可以显著提高产量,且相互不可替代<sup>[13]</sup>。郭凌凯等对南方红壤旱地花生的研究结果认为,复合肥与钙肥配施能提高花生单株结果总数、饱果总数、百果重、百仁重,同时提高花生产

量<sup>[23]</sup>。郑亚萍等研究证明,单施硼肥有利于提高春花生单株结荚数,单施钼肥有利于提高饱果率,硼钼配施有利于同时提高单株结荚数和饱果率;各处理产量以硼钼配施最高,其次为单施硼肥,单施钼肥最低,提出生产中应硼钼肥配施<sup>[24]</sup>。刘鹏等对大豆研究表明,增施钼、硼肥可以促进大豆产量的形成<sup>[25]</sup>。本试验也得到类似结果,在施常规肥的条件下,增施钙肥和增施钙、钼肥可以提高花生荚果的产量,其中钙、钼肥配施处理产量最高,两年分别为 6 438.24 kg · hm<sup>-2</sup> 和 6 015.47 kg · hm<sup>-2</sup>, 比对照增长 13.6% 和 6.9%; 增施钙肥处理产量次之,两年分别比对照增加 8.18% 和 3.3%。

邢诗晗等研究表明,在开花期茎叶喷施三十烷醇基础上,于下针期、结荚期对茎叶喷施硼酸可极显著提高百果重<sup>[26]</sup>。但土壤硼浓度过高也会影响植株根系的发育,影响株高和生物量,进而制约农作物的产量<sup>[27]</sup>。据调查,我国高硼土壤主要集中在硼矿区,如辽宁、吉林、青海和西藏等地<sup>[28]</sup>。以辽宁丹东宽甸地区为例,部分土壤硼含量达到背景值的 6 倍左右<sup>[29]</sup>,本试验中,同时增施钙、钼和硼肥出现了减产趋势,两年间分别比对照减少 3.65% 和 14.77%。与大多前人研究的结论,即硼肥可间接促进花生的生长发育不一致,这可能是由于本试验地土壤硼含量较高,又增施硼肥,造成硼肥毒害,从而影响了花生的生长发育,导致了减产。所以,在本试验所在地区生产上不宜施硼肥。

### 3.3 不同钙钼硼配施下花生的籽仁品质

花生是重要的油料作物,是脂肪和蛋白质的主要来源。施肥可改善花生籽仁品质,甄志高等试验结果表明,增施 Mo、B、Ca、Zn 可以提高花生籽仁内粗脂肪含量,降低可溶性糖含量<sup>[13]</sup>。本试验结果表明,增施中微肥可以改善收获后花生籽仁品质,主要表现为提高籽仁内粗脂肪和蛋白质含量,降低可溶性糖含量。其中以增施钙、钼肥改善作用最为明显,其次是单独增施钙肥处理,而同时增施钙、钼和硼改善效果不显著。高芳等认为,可溶性糖含量的降低,可能是由于增施中微肥促进了花生籽仁中的可溶性糖向蛋白质和脂肪的转化<sup>[30]</sup>。亚油酸是一种人体必需脂肪酸,具有降低血脂、软化血管、降低血压促进微循环的作用,能有效减少心血管疾病的发病率,但亚油酸有不饱和双键,易氧化、酸败;而油酸化学性质更稳定,更耐贮藏,所以油酸/亚油酸(O/L)值也是评价花生品质的一个重要指标。本试验 O/L 值结果表现为 CK > T3 > T2 > T1,说明施用中微肥后花生的 O/L 值降低,虽然不利于贮藏,但对人体

心血管疾病具有预防作用。

综上所述,本试验条件下,在施用一定的大量元素肥料基础上,增施钙肥和钙、钼肥配施可以提高花生植株的主茎高和侧枝长,增加单株叶面积,有利于各器官干物质的积累,提高花生的单株饱果数及百果重,最终提高产量,同时改善花生籽仁品质,尤以钙、钼肥配施效果显著;但由于增施硼肥后造成硼肥毒害,影响了花生的生长发育,导致了减产,所以,在本试验所在地区生产上不宜施硼肥。本试验 2 年的结果均在沈阳农业大学试验基地获得,此结论对辽宁地区花生施肥仅能作为参考,是否可以推广应用尚需进一步试验证明。

### 参考文献:

- [1] 孙延红. 辽宁省花生可持续生产对策探析[J]. 农业经济, 2013(3): 56–57.
- [2] 辽宁省统计局. 辽宁统计年鉴[R]. 辽宁省统计局, 2015.
- [3] 周苏政, 樊 骅, 郭俊红, 等. 有机肥及锌硼钼肥对花生产量和品质的影响[J]. 河南农业大学学报, 2003, 37(4): 335–338.
- [4] 周可今, 马成泽. 微肥配施对花生产量与效益的影响[J]. 中国油料作物学报, 2003, 25(3): 76–78.
- [5] 姚良同, 杜秉海, 林榕姗, 等. 花生根瘤菌接种与微量元素配施对其生物量及氮素利用的影响[J]. 土壤肥料, 2000(5): 39–42.
- [6] 杜应琼, 廖新荣, 黄志尧. 硼钼结合施用对花生生长和产量的影响[J]. 中国油料作物学报, 1999, 21(3): 275–278.
- [7] 周录英, 李向东, 汤笑, 等. 李宝龙氮、磷、钾肥配施对花生生理特性及产量、品质的影响[J]. 生态学报, 2008, 28(6): 2 707–2 714.
- [8] 刘 佳, 张 杰, 秦文婧, 等. 施氮和接种根瘤菌对红壤旱地花生生长及氮素累积的影响[J]. 核农学报, 2016, 30(12): 2 441–2 450.
- [9] 金建猛, 任 丽, 刘向阳, 等. 不同氮、磷、钾肥用量对花生农艺性状及产量品质的影响[J]. 陕西农业科学, 2010(3): 56–57.
- [10] 吕泰宗, 王月福, 王铭伦, 等. 氮磷钾配施对花生产量的影响及效应分析研究[J]. 中国农学通报, 2013, 29(3): 136–140.
- [11] 周可金, 马成泽, 许承保, 等. 施钾对花生养分吸收、产量与效益的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(11): 1 917–1 920.
- [12] 余常水, 张永刚, 吴 康, 等. 不同氮、磷、钾用量对黔花生一号性状和产量影响[J]. 耕作与栽培, 2002(6): 55–56.
- [13] 甄志高, 段 莹, 吴 峰, 等. Zn、B、Mo、Ca 肥对花生

- 产量和品质的影响[J]. 土壤肥料, 2005(3): 58 – 50.
- [14] 丛惠芳, 孙治军, 张 梅, 等. 不同 B、Zn 肥对花生生长和产量的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2008, 39(2): 171 – 174.
- [15] 杜英琼, 廖欣荣, 黄志尧, 等. 硼、钼对花生氮代谢的影响[J]. 作物学报, 2001, 27(5): 612 – 616.
- [16] 杜英琼, 廖欣荣, 黄志尧, 等. 硼钼配合施用对花生生长发育和产量的影响[J]. 中国油料作物学报, 1999, 21(3): 61 – 66.
- [17] 郑亚萍, 吴兰荣, 吴正锋, 等. 不同施肥处理对花生产量、品质及衰老的影响[J]. 作物杂志, 2011(2): 45 – 48.
- [18] 骆小燕, 彭玉纯, 王炳炎. 硼肥对花生产量和品质的影响[J]. 浙江农业科学, 1990(1): 30 – 32.
- [19] 常春荣, 廖基兴, 阮云泽. 砖红壤施硼肥对花生产量和食用品质的影响研究[J]. 土壤学报, 2007, 44(6): 1 148 – 1 151.
- [20] 赵华建, 林英杰, 高 芳, 等. 铁、硼、钼肥不同施用方式对花生产量和品质的影响[J]. 山东农业科学, 2011(2): 53 – 56.
- [21] 郑国栋, 黄金堂, 陈海玲, 等. 叶面喷施硼钼肥对花生产量及品质的影响[J]. 福建农业科技, 2013(11): 52 – 54.
- [22] 乔 西. 钙和硼对大豆吸收氮、磷、钾养分及其生长、产量的影响[D]. 南宁: 广西大学, 2008.
- [23] 郭凌凯, 刘登望, 李 林. 不同肥料配施对花生品质与产量的影响[J]. 作物研究, 2016, 30(5): 539 – 943.
- [24] 郑亚萍, 成 强, 吴兰荣, 等. 硼钼肥对旱地花生生长发育及产量的影响[J]. 作物杂志, 2011(5): 65 – 67.
- [25] 刘 鹏, 杨玉爱. 钼硼对大豆氮磷钾吸收及产量的影响[J]. 中国油料作物学报, 2000, 22(3): 57 – 60.
- [26] 邢诗晗, 郭 帅, 刘新程, 等. 三十烷醇及硼肥·钼肥对梯田旱地花生荚果性状的影响[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(22): 96 – 97, 102.
- [27] Nable R O, Bañuelos G S, Paull J G. Boron toxicity[J]. Plant Soil, 1997 (193): 181 – 198.
- [28] 刘春光, 何小娇. 过量硼对植物的毒害及高硼土壤植物修复研究进展[J]. 农业环境科学学报, 2012, 31(2): 230 – 236.
- [29] 王春利, 邢小茹, 吴国平, 等. 宽甸土壤及部分农作物中硼的分布及污染分析[J]. 中国环境监测, 2003, 19(5): 4 – 7.
- [30] 高 芳, 张佳蕾, 杨传婷, 等. 钙对镉胁迫下花生生理特性、产量和品质的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(11): 2 907 – 2 912.

(责任编辑: 王丽芳)