

## 缺素培养对大豆养分含量的影响

王秀荣<sup>†</sup>, 曾秀成<sup>†</sup>, 王文明, 罗敏娜, 廖红

(华南农业大学 资源环境学院 根系生物学研究中心, 广东 广州 510642)

**摘要:**通过营养液栽培试验,探究了巴西10号和本地2号2个大豆基因型在氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁等必需营养元素缺乏条件下植株体内养分含量的变化.结果表明,与全素(CK)相比,缺氮、缺钾和缺镁处理能增加大豆植株磷含量;缺镁和缺钙处理增加了植株的钾含量;而缺磷处理降低了植株钾含量;缺钾处理增加了大豆植株的钙含量,但降低了植株镁含量;缺氮和缺镁处理均能显著增加大豆植株铁含量.2个大豆基因型体内氮、磷和镁含量对不同处理的反应存在显著基因型差异.

**关键词:**大豆; 缺素培养; 养分含量

中图分类号:S565.101

文献标志码:A

文章编号:1001-411X(2011)04-0031-04

## Effects of Different Element Deficiencies on Soybean Nutrient Concentration

WANG Xiu-rong<sup>†</sup>, ZENG Xiu-cheng<sup>†</sup>, WANG Wen-ming, LUO Min-na, LIAO Hong

(Root Biology Center, College of Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** A hydroponic culture with soybean genotypes, BX10 and BD2, was carried out to study the change of plant nutrient concentration under Nitrogen (N), Phosphorous (P), Potassium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Sulfur (S) and Iron (Fe) deficient treatments. The results showed that compared to the control, N, K and Mg deficiencies increased P concentration; Mg and Ca deficiencies increased K concentration; P deficiency decreased K concentration; K deficiency increased Ca concentration and decreased Mg concentration; N and Mg deficiencies increased Fe concentration in soybean. The responses of two soybean genotypes in N, P and Mg concentrations to the element deficiencies had significant genotypic variation.

**Key words:** soybean; element deficiency; nutrient concentration

大豆 *Glycine max* (L.) Merr 是重要的粮食和油料作物之一,富含蛋白质、脂肪、碳水化合物和各种维生素,其中,蛋白质含量在几种主要粮食作物中是最高的,是人类食物结构中主要的蛋白质来源,同时,大豆也是优质的蛋白饲料、工农业加工原料和生物能源植物,在我国农业生产中具有非常重要的地位<sup>[1-3]</sup>.植物必需营养元素是植物生长发育所必需的营养元素,它们对高等植物的生长发育是不可缺少的,植物体内缺乏了必需营养元素就会表现出一些特有的缺素症状,体内各种养分含量也会发生一定

的变化.迄今为止,已有一些学者对植物缺素症状及相应的植株体内养分含量变化做了一些研究<sup>[4-7]</sup>.而大豆在这方面还缺乏系统的研究.曾秀成等<sup>[3]</sup>的研究表明,氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁等必需营养元素缺乏对大豆营养生长和根系形态影响显著.本研究通过营养液栽培试验,探讨巴西10号和本地2号2个大豆基因型在各种必需营养元素缺乏条件下体内的养分含量变化情况,同时分析了2个大豆基因型对不同缺素处理的反应,旨在为大豆养分综合管理和高效利用提供理论依据.

收稿日期:2010-07-30

作者简介:王秀荣(1971—),女,副教授,E-mail: xrwang@scau.edu.cn;† 对本文贡献相同

基金项目:国家自然科学基金(30971853)

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试大豆为巴西 10 号和本地 2 号 2 个基因型。

### 1.2 方法与测定项目

试验共分 8 个处理,包括全素(对照,CK)、缺氮(-N)、缺磷(-P)、缺钾(-K)、缺钙(-Ca)、缺镁(-Mg)、缺硫(-S)、缺铁(-Fe)。营养液按 1/2 Hoagland 完全营养液(全素)或缺素营养液配方配制。1/2 Hoagland 营养液组成为 [ $c/(\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$ ]:  $\text{KNO}_3$   $2.5 \times 10^3$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   $1 \times 10^3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$   $2.5 \times 10^3$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.38,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  0.25  $\times 10^3$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0.57,  $\text{Fe-EDTA}(\text{Na})$  82,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  23.13,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  4.57,  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  0.09。缺素营养液是在 1/2 Hoagland 营养液的基础上,不加所做处理元素的试剂配成,而该试剂中的大量或中量其他营养成分通过增加或提高其他试剂用量来补充。以缺氮(-N)处理为例,缺氮处理营养液不加 1/2 Hoagland 营养液中的  $\text{KNO}_3$  和  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,在这 2 种试剂中的钾(K)和钙(Ca)则通过  $\text{K}_2\text{SO}_4$  和  $\text{CaCl}_2$  补充。同时,因为  $\text{K}_2\text{SO}_4$  中含有硫(S)元素,所以也减少了缺氮处理营养液中养分的用量,以维持养分的均衡。营养液每周更换 1 次,每次更换营养液后将营养液 pH 调至 5.5 ~ 6.5 之间。每个处理 3 组重复。

试验在广州华南农业大学科技楼顶楼温室大棚进行,光照良好,试验期间平均温度约为 22  $^{\circ}\text{C}$ ,最高气温 30  $^{\circ}\text{C}$ ,最低气温 8  $^{\circ}\text{C}$ 。大豆种子先砂培育苗,待子叶展开后选取长势均一的幼苗进行营养液培养,待所有缺素处理都出现缺素症状后统一收获<sup>[3]</sup>。

收获后将植株地上部与根部剪开,根部用蒸馏水清洗干净,杀青烘干,测定地上部和根部养分含量。氮含量用自动定氮仪测定,磷含量用钼锑抗比色法测定,钾含量用火焰光度计测定,钙、镁、铁含量用原子吸收法测定。

### 1.3 数据分析

所有数据均用 Microsoft Excel 2000 进行平均数和标准差计算,并且利用 SAS 统计软件进行双因素方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同缺素处理对大豆植株氮含量的影响

不同缺素处理对巴西 10 号和本地 2 号的植株氮含量影响不同。从地上部来看,不同处理之间氮含量有极显著差异( $F_{\text{处理}} = 12.16^{***}$ ),2 个大豆基因型

对不同处理的反应存在显著基因型差异( $F_{\text{基因型}} = 4.41^*$ ),缺氮、缺镁和缺铁显著影响巴西 10 号的地上部氮含量,与全素(CK)相比依次下降 60.2%、37.4%、25.9%;而本地 2 号植株体内养分含量受缺素处理的影响更广,缺氮、缺磷、缺钙、缺镁和缺铁均显著影响本地 2 号的地上部氮含量,与 CK 相比依次下降 49.3%、21.5%、12.5%、23.0% 和 13.8% (表 1)。根部氮含量表现类似,不同处理之间氮含量有极显著差异( $F_{\text{处理}} = 13.57^{***}$ ),2 个基因型对不同处理的反应有显著基因型差异( $F_{\text{基因型}} = 6.18^*$ ),巴西 10 号根部氮含量在缺氮、缺镁和缺铁处理时均显著降低,而本地 2 号根部氮含量在缺氮和缺铁处理时也显著降低(表 1)。

表 1 不同缺素处理对大豆植株氮含量的影响<sup>1)</sup>

Tab. 1 Effects of different element deficiencies on N concentration of soybean  $w(\text{N})/\%$

处理	巴西 10 号		本地 2 号	
	地上部	根部	地上部	根部
CK	0.962 ± 0.006 a	0.836 ± 0.041 ab	0.976 ± 0.050 ab	0.988 ± 0.037 a
-N	0.383 ± 0.024 d	0.338 ± 0.008 d	0.495 ± 0.064 d	0.457 ± 0.094 b
-P	0.867 ± 0.095 ab	0.740 ± 0.020 abc	0.766 ± 0.016 c	0.890 ± 0.038 a
-K	0.950 ± 0.024 a	0.733 ± 0.045 abc	1.054 ± 0.041 a	0.857 ± 0.025 a
-Ca	0.777 ± 0.029 abc	0.836 ± 0.122 ab	0.854 ± 0.039 bc	0.864 ± 0.043 a
-Mg	0.602 ± 0.104 cd	0.658 ± 0.047 bc	0.752 ± 0.041 c	0.898 ± 0.157 a
-S	0.759 ± 0.047 abc	0.946 ± 0.041 a	0.871 ± 0.055 abc	0.921 ± 0.080 a
-Fe	0.713 ± 0.158 bc	0.553 ± 0.146 cd	0.841 ± 0.130 bc	0.492 ± 0.019 b

1) 表中数据为 3 个重复的平均值 ± 标准误,同列数据后凡是一个相同小写字母者,表示差异不显著( $P > 0.05$ , Duncan's 法)。

### 2.2 不同缺素处理对大豆植株磷含量的影响

不同缺素处理对巴西 10 号和本地 2 号的植株磷含量影响有明显不同。从地上部来看,不同处理之间磷含量有极显著差异( $F_{\text{处理}} = 100.25^{***}$ ),2 个基因型对不同处理的反应也存在极显著基因型差异( $F_{\text{基因型}} = 45.76^{***}$ ),并且基因型与处理之间有极显著的交互作用( $F_{\text{交互}} = 12.95^{***}$ ),缺氮、缺钾和缺镁处理显著增加了巴西 10 号地上部磷含量,与对照相比分别增加了 226.2%、135.5% 和 37.2%,缺磷处理则下降了 80.8%;而本地 2 号缺氮和缺钾处理植株磷含量所受影响较小,分别比对照增加了 65.4%、34.8%,而缺磷、缺镁、缺硫和缺铁处理均降低了本地 2 号地上部磷含量,分别较对照下降了 85.5%、55.8%、28.8% 和 34.7% (表 2)。从 2 个基因型各处理的根部磷含量来看,不同处理之间有极显著差异( $F_{\text{处理}} = 101.51^{***}$ ),2 个基因型对不同处理的反应有极显著基因型差异( $F_{\text{基因型}} = 7.63^{**}$ ),并且基因型

与处理之间有极显著的交互作用( $F_{交互} = 11.73^{***}$ ), 巴西10号和本地2号缺氮、缺钾、缺镁和缺硫时磷含量均有所增加(表2)。

表2 不同缺素处理对大豆植株磷含量的影响<sup>1)</sup>

Tab.2 Effects of different element deficiencies on P concentration of soybean  $w(P)/(mg \cdot g^{-1})$

处理	巴西10号		本地2号	
	地上部	根部	地上部	根部
CK	4.798 ± 0.104 de	9.719 ± 0.430 d	5.682 ± 0.311 e	10.850 ± 0.690 cd
-N	15.650 ± 1.279 a	34.060 ± 0.340 a	9.396 ± 1.108 a	20.190 ± 2.323 a
-P	0.920 ± 0.130 f	0.858 ± 0.113 f	0.822 ± 0.022 f	1.059 ± 0.026 e
-K	11.300 ± 0.610 b	19.300 ± 3.180 b	7.661 ± 0.485 b	18.410 ± 0.222 a
-Ca	5.865 ± 0.228 cd	7.469 ± 0.013 d	4.830 ± 0.430 cd	10.100 ± 0.567 cd
-Mg	6.582 ± 0.051 e	18.560 ± 0.358 b	2.514 ± 0.183 e	14.250 ± 3.032 b
-S	4.161 ± 0.199 e	13.220 ± 0.440 c	4.048 ± 0.357 d	12.260 ± 0.841 bc
-Fe	4.226 ± 0.276 e	4.421 ± 1.537 e	3.713 ± 0.230 de	7.906 ± 1.539 d

1) 表中数据为3个重复的平均值 ± 标准误, 同列数据后凡是有个相同小写字母者, 表示差异不显著( $P > 0.05$ , Duncan's 法)。

### 2.3 不同缺素处理对大豆植株钾含量的影响

不同缺素处理对巴西10号和本地2号的植株钾含量也有较大影响。地上部来看, 不同处理之间有极显著差异( $F_{处理} = 99.65^{***}$ ), 而2个基因型对不同处理的反应差异不显著( $F_{基因型} = 2.68$ )。缺钙显著增加了巴西10号钾含量, 比对照增加了33.9%, 而缺氮、缺磷、缺钾和缺硫处理则降低了钾含量, 比对照依次下降了17.0%、49.1%、81.1%和43.4%; 缺钙同样增加了本地2号地上部的钾含量, 比对照增加了55.3%, 而缺磷和缺钾处理则降低了钾含量, 比对照降低了48.9%和89.4%(表3)。在根部钾含量方面, 不同处理之间有极显著差异( $F_{处理} = 31.08^{***}$ ), 2个基因型对不同处理的反应差异不显著( $F_{基因型} = 0.33$ ), 巴西10号缺氮、缺钙和缺镁时钾含量增加明

表3 不同缺素处理对大豆植株钾含量的影响<sup>1)</sup>

Tab.3 Effects of different element deficiencies on K concentration of soybean  $w(K)/(mg \cdot g^{-1})$

处理	巴西10号		本地2号	
	地上部	根部	地上部	根部
CK	32.820 ± 2.233 b	32.820 ± 1.638 c	29.100 ± 0.619 bc	36.530 ± 3.489 ab
-N	27.240 ± 2.699 c	45.200 ± 1.238 ab	27.240 ± 2.477 bc	40.720 ± 3.791 ab
-P	16.720 ± 1.072 d	29.720 ± 1.072 cd	14.860 ± 0.000 d	34.670 ± 0.619 ab
-K	6.192 ± 0.619 e	4.036 ± 0.321 e	3.096 ± 0.619 e	3.715 ± 0.000 d
-Ca	43.960 ± 0.619 a	43.610 ± 4.497 b	45.200 ± 0.619 a	42.630 ± 6.331 a
-Mg	33.440 ± 1.517 b	52.920 ± 5.360 a	32.200 ± 1.238 b	44.520 ± 7.814 a
-S	18.580 ± 1.072 d	28.480 ± 0.619 cd	24.150 ± 0.000 c	28.480 ± 2.233 bc
-Fe	33.440 ± 3.033 b	23.460 ± 4.975 d	25.390 ± 4.060 c	20.670 ± 2.867 c

1) 表中数据为3个重复的平均值 ± 标准误, 同列数据后凡是有个相同小写字母者, 表示差异不显著( $P > 0.05$ , Duncan's 法)。

显, 缺钾和缺铁处理钾含量则比对照显著下降; 本地2号在缺钾和缺铁处理根部钾含量也显著降低, 其他各缺素处理时钾含量均没有显著变化(表3)。

### 2.4 不同缺素处理对大豆植株钙含量的影响

不同缺素处理对2个大豆基因型的植株钙含量影响如表4所示。地上部钙含量方面, 不同处理之间有极显著差异( $F_{处理} = 54.66^{***}$ ), 2个基因型对不同处理的反应差异不显著( $F_{基因型} = 1.91$ ), 缺钾、缺钙和缺铁处理对巴西10号钙含量影响显著, 缺钾处理比对照增加了31.5%, 缺钙和缺铁处理则比对照下降了93.5%和23.9%; 而本地2号缺钾和缺硫处理钙含量比对照增加了38.4%和21.1%, 缺钙、缺镁和缺铁处理钙含量与对照相比显著降低, 依次比对照下降了90.2%、30.3%和31.7%(表4)。在根部钙含量方面, 不同处理之间有极显著差异( $F_{处理} = 6.47^{***}$ ), 2个基因型对不同处理的反应有显著基因型差异( $F_{基因型} = 8.90^*$ ), 巴西10号在缺镁和缺铁处理时钙含量比对照有所增加; 而本地2号在缺钙处理时钙含量有显著减少, 比对照下降了75.9%。

表4 不同缺素处理对大豆植株钙含量的影响<sup>1)</sup>

Tab.4 Effects of different element deficiencies on Ca concentration of soybean  $w(Ca)/(mg \cdot g^{-1})$

处理	巴西		本地	
	地上部	根部	地上部	根部
CK	5.162 ± 0.083 bc	1.846 ± 0.088 bc	5.563 ± 0.072 c	1.604 ± 0.055 ab
-N	4.813 ± 0.267 bed	1.628 ± 0.043 c	6.169 ± 0.354 bc	1.094 ± 0.085 bc
-P	4.696 ± 0.198 ed	1.574 ± 0.183 c	5.022 ± 0.107 ed	1.203 ± 0.056 bc
-K	6.788 ± 0.246 a	1.663 ± 0.096 c	7.700 ± 0.276 a	1.437 ± 0.041 b
-Ca	0.334 ± 0.117 e	1.345 ± 0.186 c	0.543 ± 0.023 f	0.387 ± 0.086 c
-Mg	5.944 ± 0.921 ab	2.419 ± 0.244 ab	3.877 ± 0.174 de	2.347 ± 0.811 a
-S	5.611 ± 0.157 bc	1.335 ± 0.119 c	6.737 ± 0.773 ab	1.483 ± 0.095 ab
-Fe	3.926 ± 0.361 d	2.700 ± 0.559 a	3.800 ± 0.591 e	1.711 ± 0.144 ab

1) 表中数据为3个重复的平均值 ± 标准误, 同列数据后凡是有个相同小写字母者, 表示差异不显著( $P > 0.05$ , Duncan's 法)。

### 2.5 不同缺素处理对大豆植株镁含量的影响

不同缺素处理对巴西10号和本地2号的植株镁含量也产生了显著影响。地上部镁含量方面, 不同处理之间有极显著差异( $F_{处理} = 28.72^{***}$ ), 2个基因型对不同处理的反应存在极显著基因型差异( $F_{基因型} = 33.67^{***}$ ), 缺磷、缺钾、缺镁、缺硫和缺铁处理显著影响巴西10号地上部镁含量, 与对照相比依次下降32.6%、58.0%、66.3%、29.0%和28.1%; 而本地2号只在缺钾和缺镁处理时镁含量显著下降, 分别比对照下降了46.5%和68.6%(表5)。根部镁含量来看, 不同处理之间有极显著差异( $F_{处理} = 7.04^{***}$ ), 2个基因型对不同处理的反应也存在极显著基因型差

异( $F_{\text{基因型}} = 22.20^{***}$ ),巴西10号缺钙处理时镁含量比对照增加了57.5%,缺镁处理则比对照下降了76.2%;而本地2号仅在缺镁处理时镁含量有显著减少,比对照下降了55.4%(表5)。

表5 不同缺素处理对大豆植株镁含量的影响<sup>1)</sup>

Tab.5 Effects of different element deficiencies on Mg concentration of soybean  $w(\text{Mg})/(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$

处理	巴西10号		本地2号	
	地上部	根部	地上部	根部
CK	4.345 ± 0.300 a	1.915 ± 0.491 b	4.686 ± 0.490 abc	1.449 ± 0.066 abc
-N	3.685 ± 0.375 ab	2.307 ± 0.268 ab	5.211 ± 0.390 ab	1.641 ± 0.160 ab
-P	2.929 ± 0.268 c	1.899 ± 0.378 b	3.926 ± 0.397 c	0.872 ± 0.000 cd
-K	1.826 ± 0.144 d	1.778 ± 0.153 b	2.505 ± 0.086 d	1.970 ± 0.585 a
-Ca	4.173 ± 0.062 a	3.016 ± 0.494 a	5.305 ± 0.140 a	1.806 ± 0.435 ab
-Mg	1.466 ± 0.087 d	0.456 ± 0.000 c	1.473 ± 0.126 d	0.646 ± 0.155 d
-S	3.083 ± 0.394 bc	1.942 ± 0.423 b	4.406 ± 0.635 abc	1.321 ± 0.014 bc
-Fe	3.126 ± 0.136 bc	2.648 ± 0.301 ab	4.241 ± 0.038 bc	0.856 ± 0.172 cd

1) 表中数据为3个重复的平均值 ± 标准误,同列数据后凡是有个相同小写字母者,表示差异不显著( $P > 0.05$ , Duncan's 法)。

## 2.6 不同缺素处理对大豆植株铁含量的影响

不同缺素处理对2个基因型的植株铁含量影响较其他养分含量小。从地上部铁含量来看,不同处理之间有显著差异( $F_{\text{处理}} = 3.30^*$ ),2个基因型对不同处理的反应存在显著基因型差异( $F_{\text{基因型}} = 5.18^*$ ),巴西10号缺磷和缺钙处理植株铁含量受影响显著,比对照下降了59.5%和56.3%;本地2号与对照相比,各处理地上部铁含量差异均不显著(表6)。在根部铁含量方面,不同处理之间有极显著差异( $F_{\text{处理}} = 16.63^{***}$ ),而2个基因型对不同处理的反应差异不显著( $F_{\text{基因型}} = 0.01$ ),巴西10号缺氮、缺钙和缺镁处理根部铁含量明显增加;本地2号缺氮和缺镁处理根部铁含量也明显增加(表6)。

表6 不同缺素处理对大豆植株铁含量的影响<sup>1)</sup>

Tab.6 Effects of different element deficiencies on Fe concentration of soybean  $w(\text{Fe})/(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$

处理	巴西10号		本地2号	
	地上部	根部	地上部	根部
CK	0.961 ± 0.101 ab	6.092 ± 0.567 cd	1.036 ± 0.195 abc	11.779 ± 0.212 cd
-N	1.324 ± 0.142 a	23.720 ± 1.940 a	1.498 ± 0.071 a	20.827 ± 4.104 a
-P	0.389 ± 0.211 cd	11.548 ± 2.589 bc	0.653 ± 0.039 d	13.494 ± 1.263 bcd
-K	0.565 ± 0.152 bc	12.949 ± 1.853 bc	1.197 ± 0.132 abc	15.471 ± 0.378 abc
-Ca	0.420 ± 0.096 c	23.823 ± 6.318 a	0.947 ± 0.113 bcd	15.262 ± 0.618 abc
-Mg	0.613 ± 0.052 bc	18.552 ± 0.624 ab	1.002 ± 0.167 ab	18.299 ± 1.792 ab
-S	0.948 ± 0.613 ab	7.676 ± 1.343 cd	0.791 ± 0.048 cd	9.189 ± 2.520 d
-Fe	0.783 ± 0.195 bc	2.666 ± 0.535 d	0.736 ± 0.243 cd	2.045 ± 0.343 e

1) 表中数据为3个重复的平均值 ± 标准误,同列数据后凡是有个相同小写字母者,表示差异不显著( $P > 0.05$ , Duncan's 法)。

## 3 讨论

### 3.1 缺素处理对大豆植株养分含量的影响

大量研究表明,植物在不同缺素条件下体内各种营养元素含量的变化存在较大差异。王敏艳等<sup>[4]</sup>对菊科花卉缺素植株养分含量变化的研究发现,与全素(CK)相比,3种花卉缺氮、缺钾处理均增加植株的磷含量,但缺磷处理降低植株钾含量,金盏菊缺镁处理的钾含量增加,金盏菊和万寿菊缺钾处理植株氮含量增加。本研究对大豆植株养分含量的分析也发现了相似的变化规律,如与全素(CK)相比,缺氮和缺钾处理能增加植株磷含量;而缺磷处理降低了植株钾含量,缺镁处理增加了钾含量,这可能是由于缺素条件下植株体内的离子平衡被打乱所造成的。本研究发现,缺镁处理也能增加植株磷含量。隋方功等<sup>[5]</sup>也发现,缺氮和缺钾培养的夏谷幼苗叶片中均有磷的积累,缺磷培养显著降低夏谷幼苗对镁的吸收,但缺镁培养的叶片磷素含量并没有减少。武际等<sup>[6]</sup>在研究氮钾配施对弱筋小麦氮、钾养分吸收利用时发现氮、钾养分吸收表现出一定的正交互作用,而从本研究结果来看,缺钾处理的氮含量并没有明显增加,并且缺镁和缺铁处理均显著降低了大豆植株氮含量。王敏艳等<sup>[4]</sup>的研究还表明缺钾处理增加了花卉植株钙含量,缺钙处理增加其钾含量和镁含量;而隋方功等<sup>[4]</sup>的研究发现缺钾培养的夏谷幼苗叶片中出现镁的积累现象,然而缺镁培养并没有降低幼苗叶片中钾的含量,而从大豆的研究结果来看,缺钙处理也增加了大豆植株的钾含量,缺钾处理增加了大豆植株的钙含量,但降低了镁含量,说明大豆钙和钾的吸收存在颞抗作用。此外,本研究还对各缺素处理对植株体内铁含量的影响进行了研究,发现缺氮和缺镁均能显著增加大豆植株铁含量,说明氮和镁都会抑制铁的吸收,当缺氮或缺镁时,大豆铁的吸收量增加。由此可见,不同植物种类之间缺素处理的养分变化规律会有一些共性,但也会存在较多不同之处,其中具体的机理有必要针对不同植物种类的养分变化规律进行细致深入的研究。

### 3.2 大豆对不同缺素处理反应的基因型差异

已有的研究表明,巴西10号和本地2号是磷效率不同的2个大豆基因型,巴西10号磷效率较高,而本地2号磷效率较低<sup>[1,8]</sup>,本试验也发现,巴西10号和本地2号磷含量的基因型差异极显著,在不同的缺素处理下,巴西10号植株体内磷含量都较本地2号高,有较高的磷效率。2个大豆基因型体内氮和

(下转第46页)