

# 喷施复混微肥对苜蓿微量元素营养效果初报

胡华锋, 介晓磊\*, 刘世亮, 化党领, 郭孝, 张丙运

(1. 郑州牧业工程高等专科学校, 河南郑州 450011; 2. 河南农业大学, 河南郑州 450002)

**摘要** 在氮磷钾基肥供应足量的基础上, 采用叶面喷施的方法, 研究 Zn、Fe、Mn、Co、B、Cu、Se、Mh 8 种微肥混合喷施对紫花苜蓿微量元素营养的影响。结果表明: 喷施复混微肥能促进苜蓿对 Zn、Fe、Mn、Co、B、Cu、Se、Mh 8 种微量元素的吸收, 且适当组配复混微肥, 能显著提高苜蓿对 Zn、Mn、Co、B、Cu、Se 的吸收量及积累量 ( $P < 0.05$ ), 极显著地促进 Mn、Co、Cu、Se 的吸收及积累 ( $P < 0.01$ )。

**关键词** 紫花苜蓿; 微肥; 微量元素; 吸收量; 积累量

中图分类号 S551+.7 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)06-01722-02

## Preliminary Report on the Effect of the Application of Mixed Trace Element Fertilizers on Medicago Sativa Growth

HU Hua-feng et al (Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou, Henan 450011)

**Abstract** Based on the ample N, P and K fertilizer, the experiment in the application effect of 8 kinds of mixed trace element fertilizers (Zn, Fe, Mn, Co, B, Cu, Se and Mh) sprayed on trace element nutrition of Medicago sativa was conducted. The results showed that the mixed trace elements could promote the absorbability of Zn, Fe, Mn, Co, B, Cu, Se and Mh, and the proper combination of mixed trace elements could markedly improve the absorbing and the accumulating quantity of Zn, Mn, Co, B, Cu and Se ( $P < 0.05$ ), and very much remarkably promote the absorbing and accumulating quantity of Mn, Co, Cu and Se ( $P < 0.01$ ).

**Key words** Medicago sativa; Trace element fertilizer; Trace element; Absorbing quantity; Accumulating quantity

紫花苜蓿具有“牧草之王”之美称, 同时也是种植面积最大的牧草品种之一。研究表明, 施用微量元素肥料不仅能满足紫花苜蓿的生长需求, 而且还能提高其产量, 改善其营养品质<sup>[1-5]</sup>, 不过目前主要是针对紫花苜蓿粗蛋白、粗脂肪、粗纤维等营养指标的研究, 而对紫花苜蓿微量元素营养研究却少见报道。因此, 笔者采用叶面喷施的方法, 研究紫花苜蓿微量元素营养, 为生产富含微量元素的优质苜蓿和科学施肥提供依据。

## 1 材料与试验方法

**1.1 试验地概况** 试验地位于河南省新乡市七里营镇牧草生产基地, 属暖温带大陆性季风性气候, 全年无霜期 205 d, 年均气温 14℃, 年均降水量 573.4 mm。土壤为黄河冲积物发育的潮土, 质地为中壤。其土壤(0~30 cm)理化性状如下: 碱解 N 71.65 mg/kg, 速效 K 75.50 mg/kg, 速效 P 7.80 mg/kg, 有机质 9.75 g/kg, 有效 Fe 8.02 mg/kg, 有效 B 0.4 mg/kg, 有效 Mn 0.05 mg/kg, 有效 Zn 1.75 mg/kg, 有效 Co 0.07 mg/kg, 有效 Cu 0.79 mg/kg, 有效 Mh 20.10 mg/kg, 有效 Se 0.05 mg/kg。

**1.2 试验品种** 供试紫花苜蓿为第 2 年第 1 茬, 品种为金皇后, 秋眠级数 2.0。

**1.3 供试肥料** 尿素、硫酸钾、过磷酸钙和腐殖酸(FA)均为市售。七水硫酸亚铁、五水硫酸铜、七水合硫酸锌、亚硒酸钠、硫酸钴、钼酸铵、硼酸、硫酸锰等均为分析纯试剂(AR)。

**1.4 试验设计** 在 N、P、K 等大量元素肥料足量供应的条件下, 保持其他微量元素(Fe、Mn、Cu、Zn、B、Se)及富里酸(络合作用)用量相同的基础上, 对 Mn、Co 各设 3 个用量, Mn 分别为 0、200、400 mg/L, Co 分别为 0、100、300 mg/L, 配制成 4 种复合牧草叶面微肥, 即: A(低 Mn 低 Co), B(低 Mn 高 Co), C(高 Mn 低 Co), D(高 Mn 高 Co) 和对照(CK), 共 5 种微肥处理(表 1)。各处理随机排列, 重复 3 次, 共 15 个小区, 小区面积 20 m<sup>2</sup>。试验于 2005 年 4 月 15 日开始, 即株高为 10 cm

左右时, 以 750 kg/hm<sup>2</sup> 液肥的喷施量, 每隔 7 d 喷施 1 次, 连续喷 3 次。喷洒时, 为增加液肥的粘附性, 可加入适量的中性洗衣粉。在苜蓿的初花期(开花 10%) 进行刈割、采样。

表 1

试验设计

mg/L

处理	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Se	Mb	Co	FA
CK	0	0	0	0	0	0	0	0	100
A	500	200	200	500	300	100	200	100	100
B	500	200	200	500	300	100	200	300	100
C	500	200	200	500	300	100	400	100	100
D	500	200	200	500	300	100	400	300	100

## 1.5 测定项目与方法

**1.5.1 牧草微量元素含量测定**<sup>[6-7]</sup>。烘干称重后的苜蓿样品用不锈钢粉碎机粉碎后过 1 mm 筛, 然后分别测定各成分的含量。B 用干灰化-稀硝酸溶解-甲亚胺(Azonethine-H)比色法; Se 用石墨炉原子吸收法; Fe、Zn、Cu、Mn、Co 用干灰化-稀硝酸溶解-AAS 法。

**1.5.2 基础土样测定**<sup>[8-9]</sup>。有机质采用丘林法; 碱解 N 采用碱解扩散法; 速效 P 采用 Olsen 法; 速效 K 采用中性 NH<sub>4</sub>OAC 浸提-火焰光度法; 有效 B 采用热水回流浸提-甲亚胺比色法; 有效 Se 采用硝酸浸提法; 有效 Cu、有效 Zn、有效 Mn、有效 Fe、有效 Co 采用 DIPA-TEA 浸提-AAS 法; 有效 Mb 采用草酸-草酸铵浸提-AAS 法测定。

**1.5.3 数据处理**。采用 SPSS12.0 对试验数据进行方差分析和多重比较。

## 2 结果与分析

**2.1 对苜蓿 Mn 吸收量及积累量的影响** 喷施微肥对苜蓿 Mn 吸收能力影响不同(表 2、3)。A、B、C 3 种微肥处理 Mn 吸收量均高于 CK, 增幅分别为 31.03%、3.62%、26.99%, D 处理 Mn 吸收量却低于 CK, 降幅为 6.09%, 各处理间差异不显著。而对于苜蓿 Mn 的积累量而言, 各微肥处理均高于 CK, 说明 D 处理 Mn 吸收量低于 CK, 可能由于干物质质量增加而引起的稀释效应所致<sup>[10]</sup>; A 处理积累量增幅最高为 55.63%, 不过各处理间差异也不显著。

基金项目 河南省杰出人才创新基金项目(0521001700)。

作者简介 胡华锋(1977-), 男, 河南汝南人, 硕士, 讲师, 从事土壤肥料与农业环境研究。\* 通讯作者, E-mail: jxiel@263.net。

收稿日期 2006-11-14

表2 苜蓿 Mn、Zn、B、Se 的吸收量及积累量

处理	Mn		Zn		B		Se	
	吸收量 ng/kg	积累量 g/hm <sup>2</sup>	吸收量 ng/kg	积累量 g/hm <sup>2</sup>	吸收量 ng/kg	积累量 g/hm <sup>2</sup>	吸收量 ng/kg	积累量 g/hm <sup>2</sup>
D	36.10 aA	159.85 aA	100.08 abAB	442.64 aA	45.73 aA	202.46 aA	97.82 aA	432.84 aA
C	48.82 aA	179.96 aA	112.26 aA	414.20 abA	38.29 abA	141.20 bcBC	101.96 aA	375.74 aA
B	39.83 aA	169.63 aA	83.74 bcB	356.44 bAB	45.24 aA	192.62 aAB	73.13 aA	311.41 aA
A	50.37 aA	185.98 aA	79.15 cB	291.48 cB	45.50 aA	167.92 abAB	100.32 aA	371.86 aA
CK	38.44 aA	119.50 aA	88.62 bcAB	275.27 cB	33.94 bA	105.55 cC	3.83 bB	11.93 bB

注: 同列不同大小写字母分别表示在0.01、0.05 水平差异显著性。下表同。

表3 苜蓿 Fe、Cu、Co、Mn 的吸收量及积累量

处理	Fe		Cu		Co		Mn	
	吸收量 ng/kg	积累量 g/hm <sup>2</sup>	吸收量 ng/kg	积累量 g/hm <sup>2</sup>	吸收量 ng/kg	积累量 g/hm <sup>2</sup>	吸收量 ng/kg	积累量 g/hm <sup>2</sup>
D	255.23 bA	1 129.25 aA	14.41 bB	63.75 bB	11.74 aA	52.04 aA	21.82 aAB	96.33 aAB
C	362.07 aA	1 335.85 aA	31.53 aA	116.37 aA	6.95 abAB	25.60 bAB	27.85 aA	102.64 aAB
B	300.16 abA	1 278.01 aA	17.22 bB	73.34 bB	5.03 bcAB	21.38 bcAB	26.28 aAB	111.86 aA
A	344.26 abA	1 265.53 aA	17.23 bB	63.13 bB	4.85 bcAB	17.92 bcAB	31.41 aA	116.34 aA
CK	301.25 abA	936.95 aA	14.29 bB	44.37 bB	0.26 cB	0.80 cB	4.37 bB	13.59 bB

**2.2 对苜蓿 Zn 吸收量及积累量的影响(表2)** D、C 处理 Zn 吸收量均高于 CK 12.93%、26.68%，而 A、B 处理 Zn 吸收量均低于 CK 10.68%、5.50%；且 C 处理显著高于 A、B 及 CK。而苜蓿 Zn 积累量各处理均高于 CK，且 B、C、D 处理达到显著水平 ( $P < 0.05$ )，D、B 处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )，D 处理 Zn 积累量最高，比 CK 增加 60.80%。

**2.3 对苜蓿 B 吸收量及积累量的影响(表2)** D、B、A 处理 B 吸收量显著高于 CK ( $P < 0.05$ )，增幅分别为 34.75%、33.28%、34.05%，C 处理 B 吸收量虽高于 CK 12.81%，但未达到显著水平，且处理间差异不显著。与苜蓿 B 的吸收量趋势相同，苜蓿 B 的积累量各处理也均高于 CK，D、B、A 处理达到显著水平 ( $P < 0.05$ )，C 处理与 CK 差异不显著，但处理间存在显著差异 ( $P < 0.05$ )。

**2.4 对苜蓿 Se 吸收量及积累量的影响(表2)** D、C、B、A 处理 Se 吸收量均极显著地高于 CK ( $P < 0.01$ )，增幅分别为 2 453.96%、2 562.05%、1 809.49%、2 519.32%，但处理间差异不显著。苜蓿 Se 的积累量与吸收量趋势相同，苜蓿 Se 的积累量各处理也均极显著地高于 CK ( $P < 0.01$ )，处理间差异不显著，其差异是 Se 含量最高者，而非 Se 积累量最高者，可能是由于干物质质量增加而引起的稀释效应所致<sup>[10]</sup>。

**2.5 对苜蓿 Fe 吸收量及积累量的影响(表3)** C、A 处理 Fe 的吸收量与 CK 差异不显著，处理间差异也不显著。D、B 处理 Fe 的吸收量低于 CK 15.28%、0.36%，且 D 处理达到显著水平 ( $P < 0.05$ )。苜蓿 Fe 的积累量与吸收量趋势不同，苜蓿 Fe 的积累量均高于 CK，增幅为 20.52%~35.07%，但均未达显著水平。

**2.6 对苜蓿 Cu 吸收量及积累量的影响(表3)** D、C、B、A 处理 Cu 的吸收量均高于 CK，其增幅分别为 0.82%、120.62%、20.53%、20.60%，且 C 处理达到极显著水平 ( $P < 0.01$ )。与苜蓿 Cu 的吸收量趋势相同，苜蓿 Cu 的积累量各处理也均高于 CK，C 处理达到极显著水平 ( $P < 0.01$ )。

**2.7 对苜蓿 Co 吸收量及积累量的影响(表3)** D、C、B、A 处理 Co 的吸收量分别高于 CK 4 414.10%、2 573.08%、1 833.33%、1 764.10%，不过仅有 D、C 处理达到显著水平 ( $P$

$< 0.05$ )，且部分处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )。对于苜蓿 Co 的积累量而言，各处理苜蓿 Co 的积累量也均高于 CK，增幅为 2 127.05%~6 367.21%，且 D、C 处理达显著水平 ( $P < 0.05$ )。

**2.8 对苜蓿 Mn 吸收量及积累量的影响(表3)** 喷施微肥能显著提高苜蓿对 Mn 的吸收能力 ( $P < 0.05$ )，部分处理还达极显著水平 ( $P < 0.01$ )。D、C、B、A 处理 Mn 的吸收量均显著高于 CK 399.39%、537.30%、501.37%、618.84%，且 C、A 处理极显著地高于 CK ( $P < 0.01$ )，但处理间差异不显著。对于苜蓿 Co 的积累量而言，各处理苜蓿 Mn 的积累量也均显著高于 CK ( $P < 0.05$ )，部分处理也达到极显著水平 ( $P < 0.01$ )，其增幅为 609.03%~756.29%，处理间差异也不显著。

### 3 讨论

微量元素对动植物的生长及其产品品质具有重要的作用。通过叶面施用几种复混微肥可知，恰当地组配复混微肥中 Mn 和 Co 含量能同时促进苜蓿对 Zn、Fe、Mn、Co、B、Cu、Se、Mn 8 种微量元素的吸收及各元素积累量的增长，例如微肥处理 C (高 Mn 低 Co)；且恰当地组配微肥 Mn 和 Co 含量，能使苜蓿对有些元素的吸收量及积累量达到显著水平 ( $P < 0.05$ )，如 Zn、Mn、Co、B、Cu、Se；甚至达极显著水平 ( $P < 0.01$ )，如 Mn、Co、Cu、Se；且该试验中，所施用复混微肥的苜蓿，均未出现微量元素毒害现象，说明苜蓿对微量元素特别是 Mn、Co、Se 有极强的吸收能力。而从动物营养的角度分析，富有高含量微量元素的牧草可能会对动物产生毒害，例如该试验各微肥处理苜蓿 Se 的含量均高于动物 Se 中毒范围 5~10 ng/kg<sup>[11]</sup>，因此，在实际生产中，可根据不同的需求，调整复混微肥的组配，来生产富含不同微量元素的优质苜蓿产品。

### 4 结论

喷施复混微肥能促进苜蓿对 Zn、Fe、Mn、Co、B、Cu、Se、Mn 8 种微量元素的吸收及各元素积累量的增长，且适当组配复混微肥中 Mn 和 Co 含量，能显著提高苜蓿 Zn、Mn、Co、B、Cu、Se 的吸收量及积累量 ( $P < 0.05$ )，极显著地促进 Mn、Co、Cu、Se 的吸收及积累 ( $P < 0.01$ )。

(上接第1723页)

### 参考文献

- [1] 王成先, 叶录, 塔拉, 等. 叶面微肥的喷施试验[J]. 内蒙古草业, 2003(15): 42-43.
- [2] 刘贵河, 韩建国, 王 . 硼、钼、锌与大量元素配施对紫花苜蓿草产量和品质的影响[J]. 草地学报, 2004(12): 268-272.
- [3] 张洪荣, 周志宇, 李琪. 磷、锌、硼、钴对苜蓿肥效与施用技术研究[J]. 草业科学, 1991(8): 37-39.
- [4] 王克武, 陈清, 李晓林. 施用硼、锌、钼肥对紫花苜蓿生长及品质的影响[J]. 土壤肥料, 2003(3): 24-28.
- [5] 张洪荣, 周志宇. 微量元素对紫花苜蓿的效应[J]. 草业科学, 1990(2): 43-46.

- [6] 鲁如坤. 土壤农业化学分析法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999: 325-336.
- [7] 连槿, 欧阳英. 石墨炉原子吸收法测定饲料中硒[J]. 广东饲料, 2004, 13(4): 41-42.
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 1981: 115-151.
- [9] 何醒群, 梁雪玲. 土壤有效态硒的测定[J]. 地质实验室, 1992, 8(2): 89-91.
- [10] 曹恭, 梁鸣早. 锰——平衡栽培体系中植物必需的微量元素[J]. 土壤肥料, 2004(1): 2-3.
- [11] 韦东普, 华珞, 白玲玉, 等. 氮锌硒肥配合施用对黑麦草锌营养的影响[J]. 核农学报, 2001, 15(3): 174-179.
- [12] 杨凤. 动物营养学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 113-123.