

浑善达克沙地麻叶荨麻必需矿物质含量 及其季节动态变化

张晓庆¹ 李维红² 金艳梅³

(1. 中国农业科学院 草原研究所,内蒙古 呼和浩特 010010; 2. 中国农业科学院 兰州畜牧与兽药研究所,甘肃 兰州 730050;
3. 山东大学 威海分校海洋学院,山东 威海 264209)

摘要: 为了探讨麻叶荨麻必需矿物元素的积累与季节变化,及其必需微量元素在土壤、家畜体内的盈缺状况,选择浑善达克沙地野生麻叶荨麻作为试验材料,对不同季节钾(K)、钠(Na)、钙(Ca)、镁(Mg)、铁(Fe)、锌(Zn)、铜(Cu)、锰(Mn)元素的含量进行了分析。结果表明,麻叶荨麻中矿物元素含量高,富含Ca、Mg、K、Fe;各元素平均含量排序依次为 $K > Mg > Ca > Na$, $Fe > Mn > Zn > Cu$;随着季节变迁,Ca、Mg、K、Fe、Zn、Cu、Mn含量呈降低趋势,Na则呈升高趋势。全年土-草-畜中铁含量充盈,但春季家畜大量采食可能会发生铁中毒;春夏季植物中的锌、锰量在正常范围内,锰可满足牛的需要,但秋冬季锰严重缺乏;夏秋季铜量在植物体内基本正常,除了5月能满足牛的需要外,其余季节均不能;麻叶荨麻中的锌常年都不能满足牛的需要。

关键词: 浑善达克沙地; 麻叶荨麻; 必需矿物元素; 盈缺度; 抗盐性

中图分类号: S563 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2010)03-0129-05

Essential Mineral Contents and Their Seasonal Dynamic Changes of Hemleaf Nettle(*Urtica cannabina* L.) in Ortindag Sandy Land

ZHANG Xiao-qing¹, LI Wei-hong², JIN Yan-mei³

(1. Grassland Research Institute, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Huhhot 010010, China;
2. Lanzhou Institute of Animal Science and Veterinary Pharmaceutics, Chinese Academy of Agriculture Sciences,
Lanzhou 730050, China; 3. Faculty of Marine Studies, Shandong University at Weihai, Weihai 264209, China)

Abstract: The trail was conducted to study the contents of mineral elements and their seasonal dynamic changes, as well as the situation of surplus or deficiency of essential trace elements in plant soil and livestock. So analyzed the contents of kalium(K), sodium(Na), calcium(Ca), magnesium(Mg), ferrum(Fe), zincum(Zn), cuprum(Cu), manganese(Mn) of wild hempleaf nettle in Ortindag Sandy Land, Inner Mongolia. The results showed that hempleaf nettle had high mineral contents and it was rich in Ca, Mg, K, Fe. The sort order of average content of all elements was $K > Mg > Ca > Na$, $Fe > Mn > Zn > Cu$. With the time going, Ca, Mg, K, Fe, Zn, Cu and Mn content decreased, Na increased. Fe in plant and soil was sufficient in the whole year and it met with livestock requirement. But if fed lots of hempleaf nettle in spring, animal probably occurred Fe poisoning. In spring and summer Zn and Mn contents in plant was within normal limits. Mn could meet with cattle requirement in spring-summer, but it lacked seriously in autumn-winter. Cu in plant was at almost normal level in summer-autumn and could meet cattle requirement only in May and it could not meet cattle's in other seasons, but Zn could not meet cattle's at all in the whole year.

Key words: Ortindag sandy land; Hempleaf nettle; Essential mineral elements; Degree of surplus or deficiency; Salt resistance

必需矿物元素对动植物正常生长和生产是不可或缺的,在动植物体内具有重要营养生理功能。它们主要来源于饲草料,获得数量往往受饲草料种类、土壤性质、气候等生态因子和农业技术的影响。当

收稿日期: 2009-10-10

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(2007-1-07)

作者简介: 张晓庆(1978-),女,甘肃永昌人,助理研究员,硕士,主要从事反刍动物营养与饲草料加工调制研究。

通讯作者: 金艳梅(1978-),女,甘肃金塔人,讲师,博士,主要从事动物营养调控研究。

外界供给不足时,不仅影响生长和生产,还会引起代谢异常、生化指标变化和缺乏症^[1]。全世界约有40%的土壤上生长的植物容易出现缺铁症状,而动物铜缺乏症几乎遍布世界各地,许多地方性疾病与所在地区微量元素水平有着非常密切的关系。资料表明,荨麻属植物富含矿物质。目前有试验对不同时期狭叶荨麻和5月份麻叶荨麻茎叶中矿物质含量进行了研究^[2,3],但对不同季节麻叶荨麻必需矿物质的积累及其变化状况仍不明确。为此,本试验采用野生麻叶荨麻作为试验材料,研究其中矿物质含量及其季节变化情况,并分析了必需微量元素在土壤、动植物体内的盈缺状态。这将对科学利用荨麻资源,正确施用微量元素肥料,补充和调整畜禽机体元素失衡及保证人畜健康具有重要意义。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地位于内蒙古浑善达克沙地腹地正蓝旗桑根达来镇,属温带大陆性气候,干旱、寒冷、风大。年平均气温0~3℃,全年寒冷期可达7个月,年温差和日温差较大,无霜期100~110 d。年降水量300~400 mm,主要集中在夏季。土壤以风沙土为主,pH值为8.34~8.69。牧草4月下旬返青,10月中下旬枯黄^[4]。

1.2 样品的采集与制备

2007-2008年每月15日采集样品,取地上部分,挑出其中杂草,清理掉根部的杂质和泥沙,在实验室

阴干,粉碎(用不锈钢制样器)、过40目筛,备用。

1.3 测定指标与方法

用AAS ZEEnit 700原子吸收光谱仪测定钾(K)、钠(Na)、钙(Ca)、镁(Mg)、铁(Fe)、锌(Zn)、铜(Cu)、锰(Mn)元素的含量。

1.4 数据处理

用Excel软件对试验数据进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 麻叶荨麻中的矿物质含量

由表1可知,麻叶荨麻青绿时期(5-9月)所测的矿物元素总量及K/Na比值较高,分别为11 903.90~41 639.31 mg/kg(平均23 580.34 mg/kg)和6.73~92.18(平均42.64);枯黄时期(10月至次年2月)较低,分别为3 714.11~10 516.97 mg/kg(平均7 019.21 mg/kg)和0.74~6.87(平均3.42),前者是后者的3.36倍和12.47倍。常量元素中K的平均含量最高、Na最低,微量元素中Fe的平均含量最高、Cu最低。

2.2 矿物元素的季节动态变化

从图1~8可看出,随着季节变迁,麻叶荨麻常量元素中Ca、Mg含量基本呈波动形下降趋势,而Na波动形升高,K则持续降低;5月份Ca、Mg、K含量最高,次年2月最低,Na在9月最低,次年2月最高。微量元素Fe、Zn、Cu、Mn含量均呈波动形降低趋势,5月份最高,之后下降,至次年2月达到最低。

表1 不同季节麻叶荨麻的矿物元素含量(风干基础)

| 时间 Month | 常量元素/(mg/kg) | | | | 微量元素/(mg/kg) | | | | 平均 Mean | 钾/钠比 K/Na |
|-------------|--------------|-----------|------------|----------|--------------|-------|-------|-------|------------|--------------|
| | 钙 Ca | 镁 Mg | 钾 K | 钠 Na | 铁 Fe | 锌 Zn | 铜 Cu | 锰 Mn | | |
| 5月 May | 61 475.00 | 84 250.00 | 224 525.00 | 2 620.00 | 1 690.00 | 34.60 | 11.67 | 56.15 | 41 639.31 | 85.70 |
| 6月 Jun | 25 675.00 | 66 750.00 | 189 575.00 | 2 056.50 | 804.50 | 33.43 | 7.38 | 47.43 | 31 671.16 | 92.18 |
| 7月 Jul | 34 350.00 | 54 625.00 | 15 852.50 | 1 666.25 | 502.50 | 14.73 | 3.92 | 29.08 | 11 903.90 | 9.51 |
| 8月 Aug | 38 150.00 | 78 375.00 | 17 487.50 | 2 600.00 | 392.00 | 20.30 | 4.58 | 39.60 | 15 239.96 | 6.73 |
| 9月 Sep | 55 275.00 | 75 825.00 | 24 020.00 | 1 257.50 | 532.00 | 13.70 | 5.52 | 6.33 | 17 447.38 | 19.10 |
| 10月 Oct | 24 542.50 | 50 325.00 | 16 895.00 | 2 458.75 | 313.75 | 14.90 | 4.41 | 7.10 | 10 516.97 | 6.87 |
| 11月 Nov | 10 450.00 | 40 900.00 | 11 715.00 | 2 116.50 | 609.00 | 0.43 | 2.69 | 7.53 | 7 321.41 | 5.54 |
| 12月 Dec | 20 495.00 | 22 382.50 | 15 067.50 | 6 507.50 | 462.25 | 4.15 | 2.73 | 5.58 | 7 224.36 | 2.32 |
| 1月 Jan | 10 040.00 | 29 175.00 | 10 662.50 | 6 608.25 | 280.75 | 7.03 | 2.74 | 4.15 | 6 319.19 | 1.61 |
| 2月 Feb | 9 740.00 | 11 695.00 | 4 995.00 | 6 710.00 | 188.58 | 2.88 | 2.51 | 1.20 | 3 714.11 | 0.74 |
| 平均 Mean | 29 019.25 | 51 430.25 | 53 079.50 | 3 460.13 | 577.53 | 14.61 | 4.81 | 20.41 | 15 299.78 | 15.34 |

3 讨论

3.1 矿物质元素营养特征

麻叶荨麻富含钾、镁和铁,钠、铜含量较低。钾、镁、钙、钠平均含量从高到低,依次为53 079.50,51 430.25,29 019.25,3 460.13 mg/kg;铁、锰、锌、铜则分别为577.53,20.41,14.61,4.81 mg/kg。干苜蓿

叶中钙、镁、钾、钠含量分别为1 380,2 020,20 100,10 100 mg/kg,铁、锌、锰、铜为480.04,74.36,17.84,8.81 mg/kg^[5]。与之相比,麻叶荨麻全株中钙、镁、钾、铁、锰含量分别是它的21.03,26.08,2.64,1.20,2.32倍,但锌、铜含量不高。胡华锋等^[6]试验中,初花期紫花苜蓿(亮苜400,第3年第1茬)钙、铁、锰、锌、铜含量分别为1.62,447.23,35.95,28.04,16.90

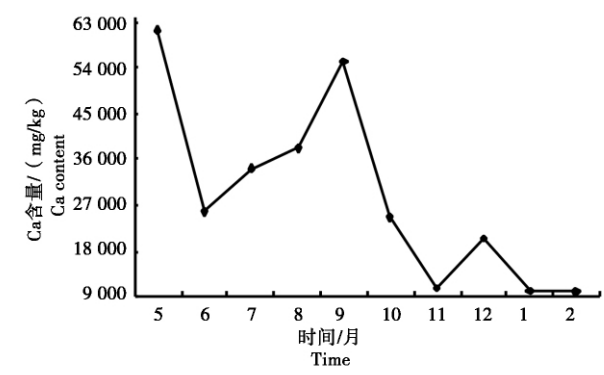


图1 麻叶荨麻 Ca 含量季节动态变化

Fig. 1 Ca seasonal dynamic change of hemp leaf nettle

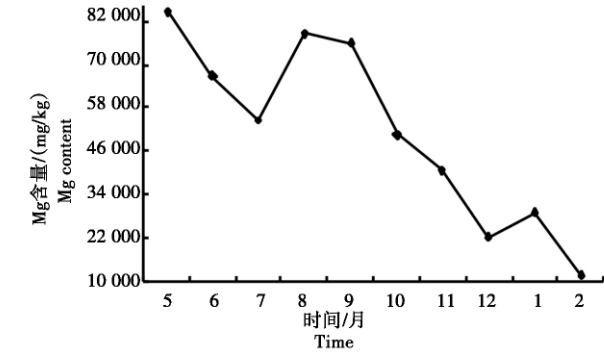


图2 麻叶荨麻 Mg 含量季节动态变化

Fig. 2 Mg seasonal dynamic change of hemp leaf nettle

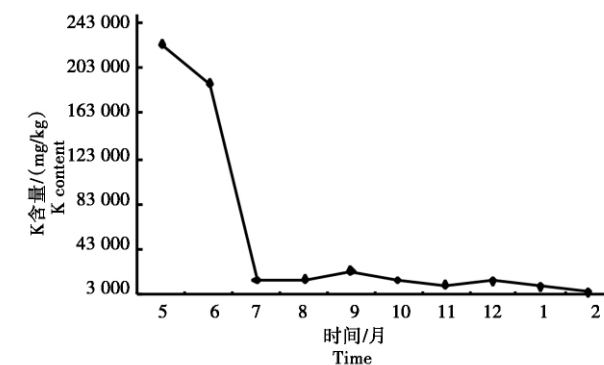


图3 麻叶荨麻 K 含量季节动态变化

Fig. 3 K seasonal dynamic change of hemp leaf nettle

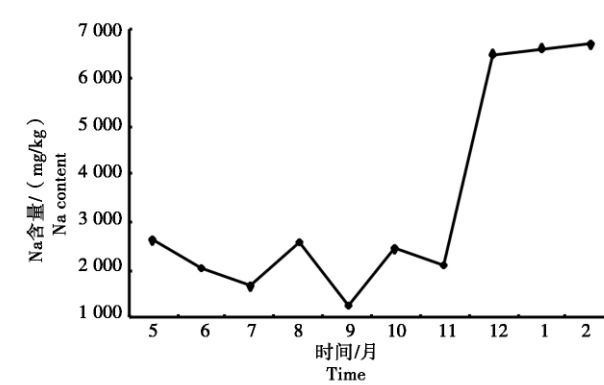


图4 麻叶荨麻 Na 含量季节动态变化

Fig. 4 Na seasonal dynamic change of hemp leaf nettle

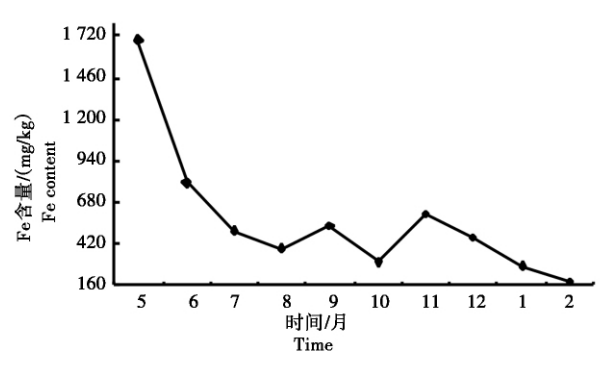


图5 麻叶荨麻 Fe 含量季节动态变化

Fig. 5 Fe seasonal dynamic change of hemp leaf nettle

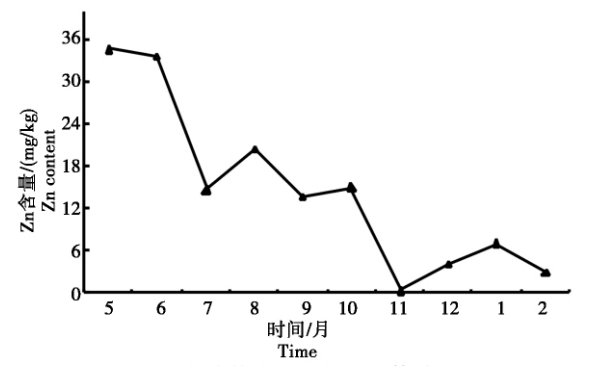


图6 麻叶荨麻 Zn 含量季节动态变化

Fig. 6 Zn seasonal dynamic change of hemp leaf nettle

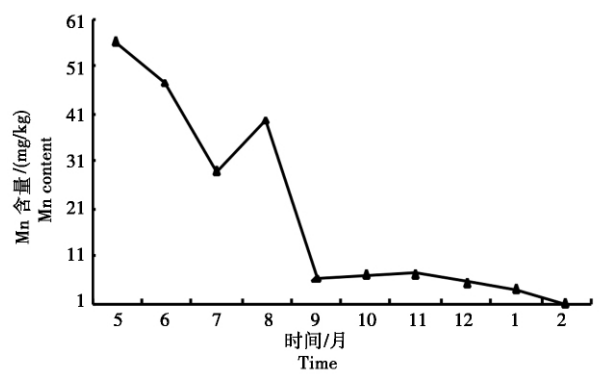


图7 麻叶荨麻 Mn 含量季节动态变化

Fig. 7 Mn seasonal dynamic change of hemp leaf nettle

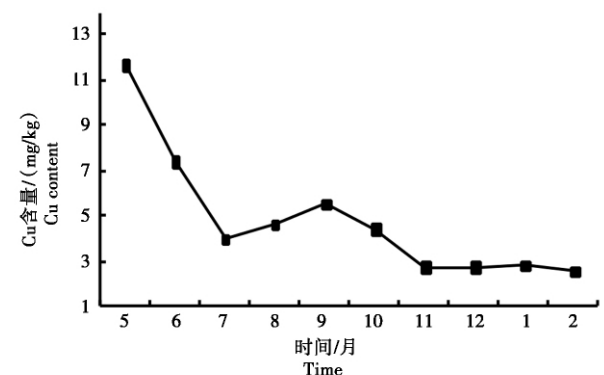


图8 麻叶荨麻 Cu 含量季节动态变化

Fig. 8 Cu seasonal dynamic change of hemp leaf nettle
mg/kg。本试验钙、铁平均含量较高,但锰、锌、铜含量较低。河西半荒漠地区苜蓿干草中铜、铁、锰、锌

含量分别为 9.35, 228.50, 1.90, 13.45 mg/kg^[7]。本试验铁、锰含量较之高出很多,但铜较低。秦元满等^[2]试验发现,不同采集期狭叶荨麻必需微量元素平均含量以铁为最高,顺次为锌、锰、铜。与本试验以铁为最高,铜为最低的结果一致,但其 Fe、Zn、Mn、Cu 含量(分别为 2 283.32, 1 941.40, 473.31, 328.43 mg/kg)与本试验结果相差较大。内蒙古大青山 5 月份麻叶荨麻嫩叶中以上元素含量依次为 58.25, 6.51, 2.31, 0.71 mg/100g,均低于本试验 5 月份相应元素的含量。由以上不同地区或不同土壤类型试验结果可见,本试验麻叶荨麻及其着生土壤中的 K、Fe、Ca、Mg 含量很高,但 Mn、Zn 含量一般, Cu 含量较低。

麻叶荨麻含 K 高 Na 低, K/Na 比值平均为 19.93。内蒙古大青山 5 月份麻叶荨麻嫩茎叶中 K/Na 比分别为 170.95 和 208.33^[8]。肖玫等^[5]测得苜蓿叶片中 K/Na 比仅为 1.99, Na 含量(10~100 mg/kg)是本试验的 2.92 倍。这也许能说明荨麻的耐盐性较苜蓿强。由于 Na⁺、K⁺离子的半径和水合能相似, Na 对 K 吸收呈现出明显的竞争性抑制作用。植物对它们选择性吸收程度的高低是影响植物抗盐能力的一个重要因素。从 K/Na 比来看,麻叶荨麻对 K 具有较强的选择性吸收,最终维持了较高的 K/Na 比。麻叶荨麻钠较低也与其含有高水平的钾、镁、钙有关。钙对植物碳水化合物和氮物质代谢作用有一定的影响,能清除一些离子(如铵、铝、钠)对植物的毒害作用^[8]。Bernstein 等^[9]指出,长期盐胁迫下结缕草细胞变小部分原因是由于钾、钙、镁等营养离子缺乏造成的。周兴元等^[10]试验结果表明,抗盐较强的牧草可以维持较低的 Na 和较高的 K 水平。因此可以推测,荨麻根系可能具有较强的过滤能力,抵抗土壤中盐分的吸收。

3.2 矿物元素的季节动态变化

3.2.1 Ca、Mg、Fe、Zn、Cu、Mn 随着季节变迁,麻叶荨麻中 Ca、Mg、Fe、Zn、Cu、Mn 含量均呈波动形降低趋势。植物中矿物元素的浓度受许多因素的影响,如土壤的酸碱度、生长阶段、气候等。在生长初期的 5 月根中积累的矿物质营养较多,地上生物量较小,根能很好的将其输送到地上茎、叶部分,供生长发育。但随快速生长,根的吸收量相对减少,对地上部分的供应量也相应减少,其含量降低。进入夏季降雨量增多、地上生物量达到最大值,且随着生长速度减慢元素积累量增大,所以在开花期到成熟期含量会增加。之后,机体逐渐衰老,各元素含量又开始下降。植株枯黄(10 月)后绿色体生物量减少,立

枯体中含量较低。秦元满^[2]试验结果表明,铁、锰、锌、铜含量随着机体成熟而降低, Ca、Mg 含量增加。本试验微量元素变化规律与之一致,但钙、镁的变化相反。

3.2.2 K、Na 随着时间推移,麻叶荨麻的钾含量呈明显降低趋势。从营养生长期的最高量(224 525.00 mg/kg)开始,急速降低到开花前期(7 月)之后持续降低至次年 2 月达到最低(4 995.00 mg/kg)。与之相反,钠的变化在总体上呈升高趋势,次年 2 月最高、为 6 710.00 mg/kg,绿色体中含量较低,枯死体中含量骤增,后者是前者的 5.34 倍; K/Na 比的变化范围很大,为 0.74~92.18。钾的吸收与土壤、降水量及气候等因素有关。钾元素主要存在于幼嫩器官和组织中,随着植物生理周期的完成而相应变化。在植株老化, K 含量降低的时候,对 Na 吸收的竞争性抑制作用减弱,使 Na 含量快速增加。Kafkafi 指出^[11], Na 胁迫下,植物对 K⁺吸收累积减少。9 月后麻叶荨麻中 Mg、Ca 含量的降低,也有利于 Na 的吸收累积。侯振安等^[12]试验表明, NaCl 胁迫条件下,羊草对 K、Ca 的吸收率降低,茎叶 K、Ca、Mg 含量随盐度的增加显著减少($P < 0.05$), Na、Cl 含量则随盐度的增加而显著提高,植株 K/Na 降低。

3.3 土草畜中必需微量元素盈亏分析

植物的正常生长发育需要铁、锌、锰、铜等微量元素。植物铁的适宜范围是 50~250 mg/kg DM,低于 50 mg/kg DM,即表示铁缺乏^[13]。本试验麻叶荨麻铁平均含量为 577.53 mg/kg,高于正常范围上限,故当地全年土壤和植物中铁含量充盈。从荨麻本身浓重的墨绿色也可看出它能富集铁元素。植物正常含锌量介于 25~150 mg/kg,一般为 20~22 mg/kg,小于 20 mg/kg 时,常发生缺锌症^[14]。对于麻叶荨麻,春夏季(5~8 月)锌量为 20.30~34.60 mg/kg,在正常范围内,但秋冬季缺乏(9 月以后)。植物体内正常含锰量为 20~100 mg/kg^[15]。麻叶荨麻春夏季锰含量为 39.60~56.15 mg/kg,属正常范围,而秋冬季含量(1.20~7.10 mg/kg)不及下限的 1/3,锰严重缺乏。植物铜含量一般在 5~20 mg/kg,低于 4 mg/kg 时,植物出现缺铜症状^[16]。本试验麻叶荨麻在春夏秋三季的铜含量基本正常,但冬季含量仅为 2.69 mg/kg 左右,铜缺乏。Zn、Mn、Cu 缺乏,主要是因为是在浑善达克沙地的碱性风沙土壤中,植物对这些元素的有效吸收和利用效率很低。朱先进等^[17]也指出,下辽河地区微量元素 Fe、Zn 含量略低,而 Mn、Cu、Pb 含量略高主要是由土壤母质的差

异而引起的。

Fe、Zn、Mn、Cu 是畜禽营养中的必需微量元素，但饲草料中所含的量常常不能满足它们的全部需要。由于土壤性质、降雨量、成熟度、土壤和牧草中养分循环等因素的影响，使土壤中以上元素在某时期可能富集或匮乏。NRC 推荐牛的 Fe、Mn、Zn、Cu 需要量分别为 50、40、40、10 mg/kg^[18]。与 NRC 推荐量相比，麻叶荨麻四季铁含量均高于推荐量，完全能满足牛对铁的需要量。但植物中铁含量超过 1 000 mg/kg 时能引起中毒^[19]，所以 5 月份（含铁 1 690.00 mg/kg）大量采食麻叶荨麻易引发铁中毒。锰含量在春夏季接近或高于推荐量，也可满足牛的需要，而秋冬季则严重缺乏；铜仅在 5 月能满足牛的需要，其余季节均不能；麻叶荨麻的全年锌含量均低于 NRC 推荐量，不能满足牛的需要。

4 结论

麻叶荨麻矿物质丰富，富含 Fe 和 K。各元素平均含量排序为 K > Mg > Ca > Na，Fe > Mn > Zn > Cu。Ca、Mg、K、Fe 含量很高，但 Zn、Mn、Cu 缺乏。K/Na 比值较高，推测麻叶荨麻可能具有较强的抗盐能力。

随着季节变迁，麻叶荨麻中 Ca、Mg、K、Fe、Zn、Cu、Mn 含量呈降低趋势，Na 则呈升高趋势。

全年土壤和植物中铁含量充盈，能满足牛对铁的需要量，但春季大量采食可能会发生铁中毒；春夏季植物体内锌、锰含量正常，锰可满足牛的需要，但秋冬季锰严重缺乏；夏秋季铜量在植物体内基本正常，除了 5 月能满足牛的需要外，其余季节均不能；全年各季节锌含量都不能满足牛的需要。

参考文献:

[1] 杨 凤: 动物营养学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 101.

[2] 秦元满, 魏恩科. 狭叶荨麻中 10 种无机元素的动态含量分析 [J]. 世界元素医学, 2005, 12(2): 69-72.

[3] 敖特根, 施和平, 阿 荣, 等. 内蒙古产麻叶荨麻嫩叶与嫩茎的营养成分研究 [J]. 食品研究与开发, 2007, 28(5): 143-146.

[4] 白音达来, 包额尔顿嘎, 赛音巴雅尔. 浑善达克沙地生

态系统现状分析及生态恢复对策 [J]. 内蒙古农业科技, 2008(5): 71-73.

[5] 肖 玫, 赵仁静. 苜蓿的矿物元素测定及其产业化发展前景 [J]. 粮油食品科技, 2006, 16(1): 48-49.

[6] 胡华锋, 介晓磊, 刘世亮. 锰、硼对紫花苜蓿草产量和矿质元素含量的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(6): 1165-1169.

[7] 郝正里, 吴永孝, 张承正, 等. 河西半荒漠地区土草畜的微量元素营养特征 [J]. 草业学报, 1993, 2(1): 39-44.

[8] 内蒙古农业大学草原管理教研室. 草地经营 [M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1989.

[9] Bernstein N, Silk W K, Jiuchli A. Growth and development of sorghum leaves under conditions of NaCl stress: Possible role of some mineral elements in growth inhibition [J]. Planta, 1995, 196(4): 699-705.

[10] 周兴元, 曹福亮. 盐胁迫对草坪草金属离子吸收及分配的影响 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2005, 29(6): 31-34.

[11] Kafkafi U. Plant nutrition under saline conditions [C]// Shainberg, shalhevet J. Soil Salinity Under Irrigation. Springer-Verlag, Bertin, 1984: 319-331.

[12] 侯振安, 李品芳, 朱继正. 土壤脱湿过程中 NaCl 胁迫对羊草生长和矿质元素吸收的影响 [J]. 草业学报, 2003, 12(2): 40-45.

[13] 邢光熹, 朱建国. 土壤微量元素和稀土元素化学 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.

[14] 中国科学院南京土壤研究所微量元素组. 土壤和植物中微量元素分析方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1979.

[15] 刘武定. 微量元素营养与微肥施用 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 165-178.

[16] 刘 铮. 微量元素的农业化学 [M]. 北京: 农业出版社, 1991: 194-232.

[17] 朱先进, 姜子绍, 马 强, 等. 不同施肥模式下潮棕壤微量元素含量及其变化状况 [J]. 华北农学报, 2009, 24(增刊): 195-200.

[18] National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle [M]. 6th edition, 1988: 87.

[19] 李光辉, 王 珏. 微量元素在土壤、饲料与畜体中的含量 [J]. 饲料研究, 1995, 1: 13-14.