

文章编号: 1002-1175(2005)02-0226-04

## 简报

# 青海省大黑沟种植大黄中矿物质元素研究<sup>\*</sup>

李天才<sup>†</sup> 陈桂琛 周国英 孙 菁

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

(2004 年 4 月 6 日收稿; 2004 年 6 月 10 日收修改稿)

Li TC, Chen GC, Zhou GY, et al. Studies on mineral elements for cultivated Rheum in Daheigou, Qinghai Province. Journal of the Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, 2005, 22(2): 226~229

**摘 要** 青海省地道中药材“西宁大黄”野生资源濒临枯竭,人工种植规模不断扩大。定期采集青海省大黑沟 2 年生种植大黄,分析测试其矿物质元素,为西宁大黄资源的可持续开发和利用提供科学依据。研究表明:大黑沟种植大黄的根、茎、叶等不同的组织器官,以及在不同生长季节对矿物质元素营养的需求具有动态性变化的特征。

**关键词** 种植大黄,矿物质元素,大黑沟

**中图分类号** R931.71

## 1 引言

青海省地道药材“西宁大黄”,因质地坚实、色泽好、油性大、加工手段独特而驰名中外。药用大黄为蓼科植物掌叶大黄(*Rheum palmatum* L.)、唐古特大黄(*Rheum tanguticum* Maxim. ex Balf)或药用大黄(*Rheum officinale* Baill.)的干燥根及根茎<sup>[1]</sup>。在藏民族医药学中,大黄的叶和柄性温,可除培根病,可泻一切疾病<sup>[2]</sup>。作为药用植物资源,大黄叶相对于其根茎不仅资源量丰富,而且生长快、采收期长,具有资源开发利用的持续性。在大黄的生长期内,可源源不断地获得大黄叶资源。

多年的过度采挖使青海省野生大黄资源锐减,濒临枯竭<sup>[3]</sup>。随着西部大开发战略实施和青海地方产业结构调整,青海省种植大黄的规模不断扩大。大黑沟地处青海省湟源县东峡乡,海拔 2860 m,为脑山高寒阴湿山区,主要为草原、林地和一些裸露的石质山地,耕地主要分布在山坡和山前冲积扇上,以富含有机质的森林土壤为主,年降水量 300~600 mm,夏季降雨占全年的 70%,适宜耕种春小麦、青稞、油菜、马铃薯、蚕豆、燕麦等<sup>[4]</sup>,也适合于大黄等药用植物资源的栽培、种植。定期采集青海省大黑沟种植大黄的全植株,根据根、茎、叶等组织器官的不同,分别分析测试其钾、钠、钙、镁、磷等矿物质元素含量,为种植青海省大黄资源的科学、合理、持续性开发利用,以及种植大黄中矿物质元素的营养学、功效学研究提供基础数据。

## 2 实验材料

种植大黄种子:2000 年 9 月采集于青海省果洛州达日县境内。

<sup>\*</sup> 国家科技攻关计划课题(2001BA901A47),中共中央组织部、中国科学院“西部之光”和青海省重大科技招标项目(2001-N-107-02)联合资助  
<sup>†</sup>E-mail: TCLI @nwpb. ac. cn

种植大黄:青海省湟源县东峡乡,2001年5~6月期间人工播种,2002年5月、6月、7月,定期随机采集种植区10个1 m<sup>2</sup>样方内的青海大黄的全植株(均为2年生),8月、9月以同样方法采集种植区内青海省大黄的根部位,待样品阴干后再用自来水、纯净水冲洗干净,于80℃下烘干后,用玛瑙研钵研细,过100目筛,置干燥器中保存。

### 3 仪器与方法

分析仪器:220FS原子吸收光谱仪(美国VARIAN公司),721分光光度计(上海第三分析仪器厂)。

分析方法:准确称取样品1.000 g,加入10 mL HNO<sub>3</sub>和2 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,冷浸过夜,于70~100℃低温加热消解3 h,冷却后转移到100 mL容量瓶中,用去离子水定容。元素钙、镁用火焰原子吸收法测定,元素钾、钠用火焰原子发射法测定,元素磷用721分光光度计测定,分析均采用标准曲线法。各元素标准回收率为98.26%~103.85%。

### 4 结果与讨论

#### 4.1 大黑沟种植大黄根组织中矿物质元素

分析测试结果见表1。

表1 青海省大黑沟种植大黄中矿物质元素含量

g/10<sup>-2</sup>

采样部位	采样时间	K	Na	Ca	Mg	P
根	2002年5月	1.289 ±0.070	0.542 ±0.060	1.490 ±0.068	0.560 ±0.043	0.160 ±0.009
	2002年6月	1.276 ±0.043	0.544 ±0.036	1.834 ±0.055	0.637 ±0.037	0.055 ±0.006
	2002年7月	0.867 ±0.037	0.486 ±0.018	1.143 ±0.085	0.341 ±0.021	0.015 ±0.002
	2002年8月	1.604 ±0.046	0.519 ±0.030	1.273 ±0.032	0.484 ±0.024	0.122 ±0.002
	2002年9月	1.089 ±0.030	0.489 ±0.023	1.097 ±0.030	0.301 ±0.030	0.381 ±0.030
茎	2002年5月	3.165 ±0.030	0.443 ±0.025	1.760 ±0.032	0.508 ±0.023	0.239 ±0.003
	2002年6月	4.672 ±0.055	0.474 ±0.034	1.478 ±0.027	0.304 ±0.024	0.049 ±0.004
	2002年7月	3.385 ±0.033	0.474 ±0.035	1.200 ±0.032	0.329 ±0.028	0.022 ±0.003
叶	2002年5月	3.350 ±0.052	0.298 ±0.034	1.196 ±0.031	0.810 ±0.025	0.217 ±0.020
	2002年6月	3.443 ±0.051	0.304 ±0.030	0.923 ±0.036	1.008 ±0.029	0.133 ±0.006
	2002年7月	2.826 ±0.035	0.261 ±0.031	1.407 ±0.027	1.117 ±0.029	0.051 ±0.003

植物对矿物质养分的吸收具有选择性、累积性、基因型差异<sup>[5]</sup>。大黑沟种植大黄中各种矿物质元素含量具有明显的差异性。由表1知,在大黄根组织中以钙含量为最高,其他依次为元素钾、钠、镁和磷等,即钙 > 钾 > 钠 > 镁 > 磷的含量排列顺序,为矿物质元素特征之一。其中钾与钙含量相近,钠与镁含量相近,钙、钾的含量约为钠、镁含量的2~3倍。大黄为多年生高大草本,药用其干燥根及根茎,性寒、味苦、能泻热通肠、凉血解毒、逐瘀通经<sup>[6]</sup>。通常选择生长3年以上的植物,于9~10月地上部分枯黄时,或4~5月未发芽前采挖,挖取根及根状茎,除去泥土,切去茎及细根,刮去粗皮,横切成片或纵切成瓣,或加工成卵圆形或圆柱形,用羊毛绳串起,悬挂屋檐下慢慢阴干、晒干或用暗火烟熏干燥<sup>[7]</sup>。大黑沟种植大黄中矿物质元素钙、镁、钾、钠的含量均为春季高于秋季,唯元素磷相反,其含量秋季高于春季。镁是生物体内多种酶的激活剂,对周围血管有舒张作用<sup>[8]</sup>,钾、钠对维持体液的正常渗透压及酸碱平衡,维持细胞的新陈代谢,维持神经肌肉的兴奋性具有重要意义<sup>[9]</sup>。提示:从矿物质元素的药用功效角度出发,大黑沟种植大黄采挖以春季4~5月为宜<sup>[10,11]</sup>。

植物根阳离子交换量、氧化还原能力及其他某些代谢活动能力等生理特性直接影响着养分的吸收,单位数量根吸附的阳离子物质的量称为阳离子交换量(CEO),大部分来源于细胞壁上纤维素、半纤

纤维素及果胶等有机物的自由羧基,部分来源于细胞壁上蛋白质或者可能是细胞膜内的原生质体中的带电基团.一般双子叶植物根系的 CEO 较高.对于二价离子(如  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ),根的 CEO 愈高,它们被植物吸收的也就愈多;对于一价离子(如  $\text{K}^+$ ),根的 CEO 似乎和它们的吸收没有关系.可能是因为二价离子对离子交换点具有较强的吸附能力<sup>[5]</sup>.大黑沟种植大黄根系中具有较高含量的钙、镁,间接表明大黑沟种植大黄的根系具有较高的 CEO.根的 CEO 有时还反映根系利用难溶养分的能力.例如植物对难溶性磷酸盐的利用,这种促进作用可能是通过根离子交换点对钙的吸附,从而增大了对磷矿石的生物溶解和吸收<sup>[5]</sup>.大黑沟种植大黄根系中的钙、镁有利于其对磷元素营养的吸收.磷的正常供应有利于细胞分裂、增殖,促进生长发育;磷可以提高细胞结构的充水度和胶体束缚水的能力,减少细胞水分的损失;同时,磷能够促进根系发育,加强对土壤水分的利用,从而减轻干旱的危害;磷营养充足可使植株生长健康,减少病菌浸染,增强抗病能力<sup>[5]</sup>.表 2 表明,大黑沟种植大黄根系内的矿物质元素营养,对种植大黄的根的生长具有积极的促进作用.

表 2 青海省大黑沟种植大黄的有关生物量统计

植株部位	采样时间	n	鲜重/g	干重/g	水分/(%)
地下根部	2002 年 5 月	35	13.7 ±10.0	2.85 ±3.44	79.2
	2002 年 6 月	20	18.5 ±11.7	5.64 ±3.56	69.5
	2002 年 7 月	20	77.3 ±53.1	31.2 ±22.8	59.6
	2002 年 8 月	22	158.4 ±126.9	59.1 ±47.3	62.7
	2002 年 9 月	24	176.3 ±124.9	67.3 ±45.8	61.8
地上茎叶	2002 年 5 月	35	18.4 ±8.44	2.31 ±1.16	87.4
	2002 年 6 月	20	76.0 ±60.4	11.1 ±9.42	85.4
	2002 年 7 月	20	173.7 ±100.5	30.0 ±19.2	82.7

#### 4.2 大黑沟种植大黄茎、叶中矿物质元素

由表 1 知,大黑沟种植大黄的茎和叶组织中矿物质元素含量与根系中具有明显的不同特征.镁是所有一切绿色植物都需要的元素,因为它是叶绿素的成分.镁在植物体中磷酸盐的转运上起着重要作用<sup>[12]</sup>.镁在种植大黄叶中蓄积增加,可能是由于日照时间的增加和环境温度的提高,叶组织迅速分化,叶面积急剧增大,光合作用能力增强,植物生长加速.一方面迅速生长的叶组织需要更大量的镁营养元素来合成其必需的叶绿素;同时可能由于来自植物生长环境的土壤中磷营养元素得不到及时供给补充,致使镁元素在叶组织中蓄积增加.由表 1 知,大黑沟种植大黄的茎和叶组织中镁元素的累积,提示磷营养元素没有得到及时补充供给<sup>[11]</sup>.给植物叶子供应充足的钾,对于光合作用的有效进行是必不可少的.钾能促进植物在生长季早期扩大叶片,尽管这种效应在接近收获时就已消失,而这种初期叶面积的增加,可以假定钾对光合作用的效率没有影响,已足以说明块根产量上的差异<sup>[13]</sup>.大黑沟种植大黄的茎和叶组织中,钾元素的高含量对种植大黄的根的生长具有重要的促进作用<sup>[11]</sup>.钙对于分生组织的生长,尤其是对于根尖的正常生长和功能的正常发挥,似乎是不可缺少的.钙以果胶酸钙的形态存在,而果胶酸钙是细胞壁胞间层的成分,因此,钙在叶中有累积的倾向<sup>[12]</sup>.由表 1 和表 2 知,大黑沟种植大黄根、茎、叶组织中钙元素营养的供给对其生长还是比较适宜的.

#### 4.3 大黑沟种植大黄生长期间矿物质元素的动态变化

当植物还很幼小时,如以当时干物质数量来衡量,它对氮、磷、钾和钙的摄取都是很迅速的;但是,当植物迅速制造其干物质时,对这些营养元素的吸收率转而下降<sup>[12]</sup>.由表 1,大黑沟种植大黄的各组织器官随着生长时间的变化(5 月、6 月、7 月等不同月份),其中矿物质元素含量也表现出比较有规律的动态变化特征.镁、钾、磷等元素在种植大黄的茎、叶组织器官中均具有累积性.在茎、叶中钾、镁、磷等各元素含量显著高于生长同期根中相应元素的含量,并表现出随着生长时间的变化而动态变化的特征.提示:

镁、钾、磷等矿物质养分对种植大黄的光合作用和生长具有积极促进作用。钙元素在生长同期的根、茎、叶各组织器官中未表现出含量变化的显著性特征,但在根、茎、叶中具有随着生长时间的变化而动态变化的特征。钠元素在生长同期以根中含量最高,依次为茎、叶的含量变化特征,并具有随着生长时间的变化而动态变化的特征。

从大黑沟种植大黄根、茎、叶各组织器官中矿物质元素的动态变化看,根中钙、镁、钠 3 元素之间和钾、磷元素之间均具有协同性,表现为含量变化具有正相关性;茎中钙、磷元素之间和钾、钠之间均具有协同性,表现为含量变化具有正相关性,而茎中镁元素与钾、钠之间表现为含量变化的负相关性;叶中钾、钠、镁 3 元素之间具有协同性,表现为含量变化具有正相关性,而叶中钙元素与钾、钠、镁 3 元素之间表现为含量变化的负相关性。可见,矿物质元素营养在种植大黄的根、茎、叶等不同组织器官中,以及在不同生长季节具有极为复杂的生理机理。提示:种植大黄根、茎、叶等不同的组织器官以及不同生长季节对矿物质元素营养的需求具有动态变化的特征。

文中的大黑沟种植大黄为 2 年生,尚未开花,其中矿物质元素的研究对种植大黄技术的研究具有重要意义。

### 参考文献

- [ 1 ] 中国科学院西北高原生物研究所. 藏药志. 西宁:青海人民出版社,1987. 82
- [ 2 ] 郭鹏举,叶宝林,孙尚运,等. 青海地道地产藏药. 西安:陕西科学技术出版社,1996. 86
- [ 3 ] 肖培根,杨世林. 药用动植物种养殖加工技术. 北京:中国中医药出版社,2001. 129
- [ 4 ] 西北师范学院地理系,青海师范大学地理系. 青海省地理. 西宁:青海人民出版社,1987. 268 ~ 272
- [ 5 ] 廖红,严小龙. 高级植物营养学. 北京:科学出版社,2003. 26 ~ 32
- [ 6 ] 徐国钧. 生药学. 北京:人民卫生出版社,1987. 128
- [ 7 ] 焦东海,杜上鉴. 大黄研究. 上海:上海科学技术出版社,2000. 120
- [ 8 ] 符克军,曹光辉,徐艳钢,等. 人体生命元素. 北京:中国医药科技出版社,1995. 332
- [ 9 ] 傅永怀. 微量元素与临床. 北京:中国医药科技出版社,1997. 337
- [ 10 ] 李天才,索有瑞,陈桂琛,等. 种植青海大黄中矿物质元素研究. 中医药学刊,2004,22(1):17 ~ 21
- [ 11 ] 李天才,陈桂琛,周国英,等. 种植青海大黄叶中矿物质元素研究. 广东微量元素科学,2003,10(5):39 ~ 42
- [ 12 ] E W 腊塞尔著. 谭世文,林振骥,郭公佑,等译. 土壤条件与植物生长. 北京:科学出版社,1979. 18
- [ 13 ] W M M 巴若著. 韩碧文,孟繁静,周永春译. 植物的机体组成. 北京:农业出版社,1982. 106 ~ 133

## Studies on Mineral Elements for Cultivated Rheum in Daheigou, Qinghai Province

LI Tian-Cai CHEN Gui-Chen ZHOU Guo-Ying Sun Jing

(Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

**Abstract** *Rheum* is called "Xining Dahuang", which are traditional medicinal materials of local Qinghai. Natural resources are nearly exhausted. Recently, scale of planting is becoming larger and larger. We picked the cultivated *Rheum* sp. of two-year period in Daheigou of Qinghai Province, and analyzed the content of mineral elements. The results showed that mineral elements accumulation in the root, stem and leaf of cultivated *Rheum* is different from each other and the needing of mineral elements during different seasons of growing has a dynamic characteristic. We want to provide the scientific evidence for sustainable development and reasonable utilization of *Rheum* sp. resources.

**Key words** *Rheum*, mineral elements, Daheigou