

文章编号:1001-4810(2009)02-0194-05

贵州喀斯特农业生产中 多种矿物元素液态肥的应用效果分析

陈蓉¹, 毕坤², 邹世荣²

(1. 贵州大学矿业学院, 贵州 贵阳 550003; 2. 贵州省地质矿产局, 贵州 贵阳 550004)

摘要:为改变贵州喀斯特地区农产品产出率低、品质差的现状,从喀斯特生态地质环境脆弱、土壤缺少微量元素等特征入手,利用富含矿物元素的硅酸盐岩,开发生产多元素液态矿物肥料,补偿喀斯特地区农作物生长需要的矿物营养元素。2002年以来经100多个农户及贵州省各地土肥站、农业科研生产部门在贵州喀斯特地区十几个县市进行了700多亩种植试验,获得了农作物产量增加和农产品质量提高的效果。施用多元素液态矿物肥种植的水稻、玉米、辣椒、油菜、烤烟、水果及蔬菜等20多个农作物,其90%以上的作物增产超过5%,70%增产超过10%,农产品的蛋白质提高1~2个百分点,稻谷支链淀粉提高2.7%,果实的外观色、香、味、形得到明显改观。实践证明施用多元素液态矿物肥料是提高喀斯特地区农产品产出率的新途径。

关键词:农业生产;多元素液态肥;使用效果;贵州喀斯特地区

中图分类号:S143 **文献标识码:**A

0 引言

在贵州省境内以喀斯特地貌为主的山区中低产田地比例占78.6%,喀斯特地区农业产出率低下的问题一直困扰和制约着贵州农村经济的发展。尽管国家对贵州喀斯特生态环境恶化十分重视,但是全省的石漠化和荒漠化等状况尚未得到根本治理。而随着工业化、城镇化发展以及人口增加,粮食安全面临严峻挑战,贵州粮食产量多年徘徊在1 150万t左右,每年需要从外地进口100万t。因此,探索新的方法,提高喀斯特地区农业产出率已成为非常重要的研究课题。经过多年的农业地质研究发现,碳酸盐岩、非碳酸盐岩及其风化形成土壤的物理化学性质、环境质量、环境容量和承载力、环境遭受破坏后恢复能力等截然不同,这些差异导致喀斯特农业生态环境十分脆弱。喀斯特地区农作物生长需要的各种矿物营养元素长期处于缺乏状态,为此,从富集各种元素的砂页岩中,整

体提取矿物营养元素(天然配方),制作成有效态的多元素液态肥料,从而补偿喀斯特地区农作物生长需要的多种矿物营养元素。试验结果表明,这种地球化学方法能有效地提高喀斯特地区农产品的产出率,而且施用多元素液态矿物肥料省时省力,方法简单,容易操作,是解决喀斯特农业生产问题的好方法,具有广阔的发展潜力和推广利用价值^[1,2]。

1 肥料研制

1.1 理论依据

岩石—土壤—农作物是一个密切相关的体系。研究表明,现代植物中有70多种元素,其含量比与其生长的地质背景元素十分相似。地质环境是各种物质流与能量流交换的场所,也是生物生长生态循环的基础物质。地球岩石圈中的主要物质由铁、氧、硅、镁、铝等92种天然元素组成^[3],而且它们在地壳中的含量和

基金项目:贵州科技厅工业攻关项目(2008-3039)和国家重大基础研究发展规划项目(2006CB403202)

第一作者简介:陈蓉(1964-),女(汉族),浙江温州人,高级工程师,从事农业地质研究。

收稿日期:2008-04-17

分布极不均匀,这种差异通过土壤来制约农作物生长。现阶段农业部门已研究出17种元素与农作物有密切关系。农业地质研究认为矿物元素是控制农作物质量和数量的重要因素,农作物缺乏矿物元素则产量、质量低下。1989年在贵州黔南烤烟研究中,发现烤烟生长过程的多种矿物元素,常常处于不平衡的饥饿状态,影响烤烟质量。经多年研究发现:喀斯特地区农业生态地质环境低劣,其实质是由喀斯特地区岩石形成的土壤中矿物元素种类和含量不足造成的;而非喀斯特地区岩石及土壤中矿物元素丰富,农作物生长茁壮,产量高质量好^[4,5]。由此,笔者于前几年提出了通过补充多种矿物营养元素来提高喀斯特地区农作物产量和质量的初步设想。

1.2 肥料研制

在上述理论依据和研究思路指导下,为满足农作物生长需求,解决喀斯特地区农作物矿物元素缺乏的问题,着力于开发富集多种矿物营养元素的碎屑岩(整体提取其中的多种矿物元素)来研制多元素液态肥^[1]。其工艺流程如下:岩石矿物—粉碎—定量处理—溶液混合—调整pH—沉淀—清液装瓶。经测试该液态肥1L溶解于水的有效态液态矿物元素总量为1~5g,含有Ca、Mg、Si、Al、Na、Fe、Cu、Zn、Mn、Mo、V、Ni、Co、S、N、P、K、B、Sr等60~70种天然矿物元素(表1),其中N、P、K、Ca、Mg、Si、Al、Na、Fe占总量的99.41%,59种元素总量为5277mg,重金属元素含量低于国家限量指标100倍。液态肥为酸性pH值≤1。该技术2006年10月曾获得国家发明专利(专利号:200410040658.1)。

表1 惠隆多元素液态肥料产品元素含量表

Tab.1 Element contents of Huilong multi-element fluid fertilizer

序号	元素名称	元素含量/mg/L	序号	元素	元素含量/mg/L
1	N	10	12	Mo	0.571
2	P	61	13	Mn	11.15
3	K	2891	14	B	0.5
4	Ca	393	15	V	2.5
5	Mg	378	16	La	0.11
6	Si	260	17	Ce	0.255
7	Al	789	18	Se	0.08
8	Fe	402	19	Co	0.46
9	Na	62.62	20	Nb	0.003
10	Zn	1.31	21	Be	0.011
11	Cu	1.08	22	Ba	0.23

续表1

序号	元素名称	元素含量/mg/L	序号	元素	元素含量/mg/L
23	Ga	0.22	42	Li	0.21
24	Ni	0.86	43	Lu	0.007
25	Sn	0.04	44	Gd	0.099
26	Ti	0.70	45	Ho	0.025
27	Sr	4.039	46	Eu	0.020
28	W	0.85	47	Pr	0.062
29	Y	1.5	48	Sm	0.078
30	Zr	0.14	49	Tb	0.018
31	S	—	50	Tl	0.013
32	Hg	0.001	51	Th	0.052
33	As	0.78	52	Rb	0.24
34	Cd	0.10	53	Ta	0.0004
35	Cr	1.17	54	Sc	0.14
36	Pb	0.039	55	Cs	0.008
37	Ag	0.0002	56	Dy	0.11
38	Au	0.0001	57	Er	0.054
39	Yb	0.069	58	Nd	0.3
40	Cs	0.008	59	U	0.24
41	Bi	0.0001	60	Tm	0.007

注:1—14号元素、30—34号元素为2004年、2005年贵州地矿测试中心检验。其余元素为2007年中国地科院地球物理地球化学勘查研究所检验。

2 应用与结果

2.1 实验方法

与农业部门合作,在优良品种和常规耕作技术的基础上,将多元素液态肥的浓缩液加60倍水稀释,调整pH值为5~7,用雾化程度较高的喷雾器喷洒在农作物叶面上,进行喷施和不喷施的农田对比种植试验。处理组在农作物生长的不同时期进行多次叶面喷施,对照组以等量清水同时喷施。一般在作物的幼苗期、团棵期、孕穗期、乳熟期各喷一次,施肥后作田间观察记录,观察作物生长性状,收割时测产统计、取样作相关分析以评价施肥后对农作物的产量和质量变化。

2002年以来由100多户农民及贵州省各地土肥站、农业科研生产部门进行了700多亩地的试验研究。农业部门作的施肥与不施肥对比种植试验占70%以上,委托农民作的对比种植试验占30%左右,收割时共同测产统计。试验以贵州喀斯特地区为主,主要选择在贵阳、遵义、毕节、开阳、麻江、西秀及绥阳等地

进行;试验的农作物品种有:水稻、玉米、辣椒、油菜、烤烟、水果、蔬菜及花卉等20多个品种。

2.2 农作物产量

在贵州麻江、西秀、绥阳三地六个试验区进行小区对比种植试验认证。试验结果表明,传统肥料增产幅度只有5%~8%,而施用多元素液态肥后83%的农作物却取得了6.6%~29.5%的增产效果,具体为:麻江县土肥站50亩水稻增产11.6%,玉米增产8%~14.8%;西秀区玉米增产6.6%~8%,辣椒增产19.2%~29.5%;绥阳县辣椒增产15.8%^[6-8]。6个试验点有5个点的试验结果达到农作物显著增产水平和极显著增产水平,可以推广应用。在贵州开阳、遵义、息烽等地作烤烟专题研究试验,烤烟产量提高10%~26.7%^[9]。施用多元素液态肥与不施该肥进行比较,施用多元素液态肥的稻谷、玉米、辣椒、油菜、烤烟、蔬菜最高增产达到30%,增产率为5%~20%以上的比例达到86%。杨梅、枇杷、李子、桃子及梨子等水果增产率为20%左右。多元素液态肥使得农民的经济收入大大增加,取得了较好的社会和环境效益。

2.3 农产品质量

2.3.1 农作物生长性状和感官品质

施用多元素液态肥后,农作物的生长性状和感官品质有很大改变:如水稻在幼苗期分蘖可提高10%~30%,大米煮出的米饭好吃;辣椒在生长期分枝多、开花多、辣椒结得多,甜辣椒成熟后光泽鲜艳、肉厚口感好;李子、梨子、苹果、杨梅甜味提高,果实丰满;在贵阳乌当区施多元素肥种植的葵花株高1.5 m,饼直径30 cm,比对照组大10 cm;最典型的是盆栽昙花一年一般只开一次,开花时间3~4个小时,称之为昙花一现,经过两三年施肥,盆栽昙花逐渐改变生理习性,2005年开花4次、2006年开花6次、2007年也开4次,2008年到10月中旬共开花6次,创造了昙花开花有史以来的奇迹。

2.3.2 农产品内在质量

在研究过程中,对施用多元素液态肥料和不施该肥的农产品取样测试,分析了水稻、玉米、辣椒、烤烟、油菜及杨梅等的主要化学成分,结果显示施用多元素液态肥的农作物品质得到提高。

从表2、3、4看出,施加多元素液态肥的水稻6个点的样品其蛋白质、淀粉、支链淀粉平均值提高1.1~2.7个百分点;施加多元素液态肥的玉米其蛋白质和淀粉分别提高0.98到3.35个百分点,总的趋势是施

表2 水稻化学成分对比表(单位:%)

Tab. 2 Comparison of chemical components between the common rice and that applied multi-element fluid fertilizer

产地	蛋白质		糖分		淀粉		支链淀粉		直链淀粉	
	处理	对照	处理	对照	处理	对照	处理	对照	处理	对照
贵阳	9.6	8.49	2.94	3.04	75.39	74.18	59.20	57.60	16.62	16.89
碧波	11.8	9.40	2.31	3.06	74.00	72.50	60.60	57.30	16.23	17.46
旁海	3.7	3.2	9.26	8.86	41.7*	39.9*	23.5	21.1	18.2	18.8
平塘	4.4	2.7	3.03	8.86	43.6*	39.9	24.8	20.9	18.2	19.0
乌当	8.8	7.8	60.8	59.8	—	—	43.9	43.6	16.9	16.2
久长	7.6	7.7	63.0	59.8	—	—	62.2	57.6	2.8	2.2
平均值	7.65	6.55	23.56	23.9	58.67	56.62	45.7	43.0	14.8	15.09

注:*号为粗淀粉。

肥组蛋白质、淀粉、支链淀粉高于对照组,支链淀粉高于直链淀粉(直链淀粉施肥组低于对照组是受支链淀粉高的影响,属于正常现象);烤烟的内在品质表现为总糖、还原糖和淀粉等提高4.9~22.55个百分点而向适中值靠拢,有害组分烟碱(蛋白质降低有利于烟碱降低)降低8.93个百分点^[9];贵阳阿栗杨梅施肥的糖分为10.6%,不施肥的为10.1%,总体上施用多元素液态肥料农产品的内在品质有所提高。

表3 凯里玉米化学成分对比表(单位:%)

Tab. 3 Comparison of chemical components between the common corn and that applied multi-element fluid fertilizer in Kaili

样品编号	蛋白质		糖分		淀粉	
	处理	对照	处理	对照	处理	对照
BK-1,2	8.74	9.8	4.22	3.98	78.74	72.66
BK-3,4	11.1	10.5	4.20	4.80	68.55	73.76
BK-5,6	12.2	8.82	4.47	4.96	78.22	69.03
平均值	10.68	9.7	4.29	4.58	75.17	71.82

关于农产品中糖分问题,有的测总糖,有的测还原糖,所以施肥与不施肥的糖分出现高低不一致的现象,其规律不明显,有待今后进行统一测试分析。但从上述可以明显看出,处理组农作物的品质总趋势是向质量提高方向变化。

表4 开阳顶方烤烟主要化学成分平均值结比表(单位:%)

Tab. 4 Comparison of chemical components between the common tobacco and that applied multi-element fluid fertilizer in Dingfang, Kaiyang county

样品编号	化学成分	处理组平均值	对照组平均值	适中值	变化值
1	总糖	19.11	14.80	20~30	↑22.55
2	还原糖	17.16	14.03	20~30	↑18.24
3	淀粉	4.49	4.27	5	↑4.90
4	烟碱	2.55	2.80	1.5~3.5	↓8.93
5	蛋白质	6.83	7.28	6.0~9.0	↓6.58

注:(1)适中值为烤烟主要化学成分的适宜范围,各地有差异,此表主要反映处理组与对照组的变化总趋势以及向适中值靠拢的情况。

(2)↑表示施肥后与对照组相比各指标含量增加的百分比,↓表示其减少的百分比。

3 多元素液态肥增产机理分析

多元素液态矿物肥料是基于地质与农业结合的产物,是与氮磷钾复合肥料同出一辙的产品。多元素液态肥料的最大特点是肥料包含了农作物生长需要的所有天然矿物元素,有效地弥补了一般氮磷钾复合肥料中Ca、Mg、Si、Al、Na、Fe及Ti等大量元素和众多的微量元素的缺乏。不仅如此,多元素液态肥料中的矿物元素呈离子或离子团状态,能直接被农作物吸收进入农作物体内,不需要经过化合物转化为离子态的过程,便能快速发生营养作用,而目前固体肥料中即使含有微量元素,一般都呈化合物存在,难于被农作物吸收。另外,多元素液态肥具低剂量的特征,对农作物幼年期生长具有很明显刺激和兴奋的作用,促进农作物发育。

土壤是农作物的直接生长场所,土壤的结构和化学成分决定着农产品的内在品质。碳酸盐类岩石成壤速度非常慢,由于水的溶蚀作用,风化过程中钙镁大量流失,残留下来的物质以粘土为主,风化后形成硅铝—碳酸盐—粘土型土壤。在贵州省农业地质环境调查中采集38件样品,分析测试Mn、Mo和V等62种微量元素以及P、K和Ca等7种大量元素,结果表明碳酸盐岩的微量元素含量仅为 $3\ 532.27 \times 10^{-6}$,只及

非碳酸盐岩微量元素含量的1/3;碳酸盐岩的大量元素为69.47%,而非碳酸盐岩的大量元素为89.31%。对贵州全省不同年代碳酸盐岩与非碳酸盐岩分布区的耕作土采集10个样品分析测试,进行Ca、Mg和Cu等10种元素有效态含量统计发现,碳酸盐岩分布区耕作土有效态微量元素含量为 101.4×10^{-6} ,仅占非碳酸盐岩地区耕作土有效态微量元素含量的30%。由此可知,贵州喀斯特地区农业滞后,主要原因之一是碳酸盐岩地区的矿物元素特别是微量元素含量少,耕作土有效态微量元素缺乏。

人类几千年的农业生产实践,总结出“收多收少在于肥”的科学道理。所谓的施肥实际上是向土壤补充农作物生长需要的矿物营养元素。而农作物生长的全过程,就是矿物元素转化到农作物体内,参加有机物质的形成和代谢过程,在此过程中如果缺少了某种必须元素或含量不足或过剩,都将影响农作物的生长^[2]。多元素液态矿物肥中的元素以其整体性、组合性、多元性、平衡性、特殊性、亲和性同时产生作用^[2],相当于团队精神,几十种元素进入农作物体内,满足了农作物生长过程需要,解决了大多数化肥成分比较单一的问题,起到了全面综合平衡施肥的作用,达到了矿物元素的综合平衡效应,弥补了喀斯特地区土壤微量元素不足的缺陷,使农作物在产量和质量都获得了提高。

4 结论

(1)喀斯特地质环境的脆弱性表现,一是地质环境本身营养元素的先天不足,二是后期矿物元素的大量流失,这是喀斯特地区农作物产出率低的结症所在。普通硅酸盐岩中矿物元素丰富多样,整体提取其中的多种矿物元素开发矿物肥料,生产多元素液态肥料,能全面、综合、平衡地对农作物进行矿物元素补偿,是解决喀斯特地区土壤质量退化,提高农作物产量和品质的新途径。

(2)贵州喀斯特山区有78.6%的中低产田地,在常规耕作技术和优良品种的基础上,直接对农作物进行矿物营养物质补偿,一般能使农作物提高产量10%~20%,最高能提高产量30%左右,具有明显的经济效益。

(3)利用普通硅酸盐岩开发新型多元素矿物肥料,具有十分雄厚的资源作后盾,开发天然配方的矿物元素肥料,可节约有限的农用矿产资源,为建设节约型社会做贡献。

参考文献

- [1] 毕坤,林极峰. 用潜在资源提取有效态元素研究//[C]. 中国农业地质研究新进展(中国地质学会农业地质专业委员会). 中国大地出版社, 2003, 166-173.
- [2] 陈蓉, 毕坤. 论矿物元素是地质与农业结合的切入点[J]. 国土资源科技管理, 2003, (5), 53-57.
- [3] 孙大泽. 矿物元素均衡与人体健康. 中国微量元素健康网[EB/OL]. (61209195.1086.cn/chinasupplier/web—style/48/Trade—info.asp? classid=0&id=880776&company—id=234930).
- [4] 毕坤,王尚彦,李跃荣,等. 农业生态地质环境与优质农产品[M]. 北京:地质出版社, 2003(1-116).
- [5] 毕坤. 论矿物元素在农作物中的综合平衡效应[J]. 贵州地质, 1998, 15(1), 61-67.
- [6] 苟红英,王尚有,毕坤. 用离子型多元素肥料在种植辣椒肥力试验效果[J]. 农技服务, 2007, 24(4):42.
- [7] 吴立新,杨黎. 离子型多元素肥料在水稻、玉米上的应用效果[J]. 农技服务, 2007, 24(4):53.
- [8] 祝元波,毕坤. 绥阳朝天椒施用“金五谷”叶面肥的肥效试验研究[J]. 农技服务, 2007, 24(2):11.
- [9] 毕坤,陈蓉. 降低烤烟烟碱研究进展[J]. 农技服务, 2007, (3), 56.
- [10] 陈蓉. 哲学思维与农业地质研究[J]. 贵州工业大学学报(社会科学版), 2004, 6(6):19-21.
- [11] 王明章. 石漠化整治地学模式探讨[J]. 贵州地质, 2005, 22(2):77-80.

The practical effect of multi-element fluid fertilizer in agriculture production in Guizhou karst region

CHEN Rong¹, BI Kun², ZOU Shi-rong²

(1. Mineral College of Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550004, China;

2. Guizhou Bureau of Geology and Mineral, Guiyang, Guizhou 550004, China)

Abstract: In order to alter the existing state of low output and improve the quality of agriculture products, the necessary element for crops growing is compensated by applying multi-element fluid fertilizers developed from silicate rocks in the light of weak ecology in karst geo-environment and lack of micro-element in karst soil. The natural fluid fertilizer can supply mineral nutrition to plants and compensate nutrition element for calcareous soil. This multi element fluid fertilizer was used by over 100 peasant households and some agriculture research and productive departments to more than 700 mu land and over 20 types of crops, including rice, corn, hot pepper, rape, tobacco, fruit and vegetable, etc. in tens karst counties from the year 2000 to now. It's shows that crops yield rise obviously after fertilization, the production of 90% crops applied the fertilizer rise by more than 5%, and 70% of those increase by 10% or more. Additionally, the result shows that the quality of products are noticeably improved by applying the natural fluid fertilizer, which protein content increase by 1% to 2%. Not only the amylopectin of rice increase by 2.7%, but color, sweet smell, taste and form of fruits obviously get better. It is proved that this new method is an important way to raise output of agriculture products in karst region.

Key words: agriculture product; multi-element fluid fertilizer; applying effect; karst region in Guizhou province