

要考虑这一点。

#### References:

- [1] Tan E G, Huang L Y, Wang B. Studies on growth and reproduction of *Hirudinaria manillensis* in Guangdong Province [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2002, 23(9): 839-840.
- [2] Tan E G, Qian Y T, Chen M S, et al. Preliminary study on the ecological distribution of land-leeches in Hainan Island [J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), 1989, 9(4): 384-385.
- [3] Tan E G, Chen J, Qian Y T. Growth, feeding and reproduction of the Leech *Haemadipsa hainana* Song [J]. *J Hainan Univ: Nat Sci* (海南大学学报: 自然科学版), 1992, 10(1): 16-20.
- [4] Keegan H L, Toshioka S, Suzuki H. Blood-sucking Asia leeches of families Hirudidae and Haemadipsidae [R]. Japan: US Army Medical Command, July, 1968.
- [5] Steiner V. Primary structure and function of novel oglycosylated hirudins from the leech *Hirudinaria manillensis* [J]. *Biochemistry*, 1992, 31, 2294-2298.
- [6] Scacheri E. Novel hirudin variants from the leech *Hirudinaria manillensis*, amino acid sequence, cDNA cloning and genomic organization [J]. *Eur J Bio Chem*, 1993, 214: 295-304.
- [7] Tan E G, Liu X P. Cloning and sequencing of hirudin gene of *Hirudinaria manillensis* in Guangdong [J]. *Acad J Sun Yat-sen Univ Med Sci* (中山医科大学学报), 2002, 23(2): 84-86.
- [8] Young J Q. A quantitative study of the comparative distribution of non-parasitic leeches and triclads in the stony littoral of British Lake [J]. *Int Revue Ges Hydrobiol*, 1981, 66(6): 847-862.
- [9] Zheng S S. Study on the present situation and the distribution of time and space of acid rain in Guangdong [J]. *China Environ Sci* (中国环境科学), 1992, 12(4): 316-318.

## 珠海芦荟 GAP 基地专用肥的研究

蒋林<sup>1,3</sup>, 杨岗<sup>2</sup>, 黄清春<sup>3</sup>, 胡婉如<sup>1</sup>, 徐鸿华<sup>3</sup>

(1. 仲恺农业技术学院, 广东 广州 510225; 2. 珠海市药品检验所, 广东 珠海 519000;

3. 广州中医药大学 广东 广州 510405)

芦荟为较常用的中药,《中国药典》2000年版一部收载芦荟为百合科植物库拉索芦荟、好望角芦荟,或者其他同属近缘植物叶的汁液浓缩干燥物。芦荟有泻下,抗肿瘤、抗炎,促免疫,抗胃溃疡,促伤口愈合,抗辐射,保肝,降血压,降血糖,抗菌等作用<sup>[1]</sup>。

笔者自2000年开始对库拉索芦荟 *Aloe vera* L. 规范化种植进行研究。其中田间管理技术是规范化种植技术的核心之一,田间管理的重要内容之一是土、肥、水的管理,肥力是重点。施肥与作物产量、品质、生产成本、土壤培肥等农业问题和面源污染等环境问题密切相关。而专用肥料是平衡施肥技术的物化产品,是培肥土壤和促进农业持续增产的重要条件,具有针对性、区域性、专用性强及肥料利用率高、施用方便、功能多等特点。

芦荟的施肥首先要通过符合生态系统(包括周边的农田、农业、农村、城镇和化工工业)物质循环特征的综合分析和诊断,根据作物生长特点,并考虑种植地的供肥能力,施肥种类、方法和数量,包括在不同的生长期的变化。生态平衡施肥的目的是能够提高作物单产、改善品质、相对降低肥料的投入成本,增加收入,减少肥料面源污染,培肥土壤,间接减少化

工污染和不可再生资源的快速消耗。在芦荟种植技术的研究上,上述方面报道甚少。本研究的目的是探索不同的肥料对芦荟生产水平的影响,为合理的生态平衡施肥和芦荟专用肥的研制提供科学依据。

### 1 材料与方法

1.1 实验地土壤肥力概括:芦荟 GAP 种植示范基地位于珠海市金湾区红旗镇八一林场,远离城镇,周边无污染性的化工企业。该地区属沿海一带,地处山区丘陵及冲积平原地带。土壤为花岗岩母质发育而成的赤红壤,风化程度较高,土层厚,质地为沙质壤土。据实验结果,该基地土壤有机质 3.72%,全氮(N)、全磷( $P_2O_5$ )和全钾( $K_2O$ )分别为 1.37、0.96、17.8 g/kg;有效氮(N)、有效磷( $P_2O_5$ )和有效钾( $K_2O$ )分别为 65.2、40.5、241 mg/kg。土壤肥力属于一般水平<sup>[2]</sup>。

1.2 实验材料:一年生库拉索芦荟(珠海市库拉索芦荟综合开发有限公司芦荟 GAP 基地提供)。

1.3 实验设计:见表1。

根据《中药材生产质量管理规范》(GAP)的第十二条和第十三条要求,选用全国农业技术推广服务中心推荐的九隆生物有机肥(无机-有机-微生物

收稿日期:2004-12-10

基金项目:广东省重点科技攻关计划专题(2KB01201S)

作者简介:蒋林(1963—),男,广西桂平人,博士,副研究员,主要从事中药资源研究和教学工作,现在中山大学药学院博士后流动站做研究工作。 E-mail: linderson\_jiang@163.net

菌剂复混肥),以及挪威海德鲁集团生产的进口复合肥(15-15-15-S)和广东省农业科学院农作物专用肥厂生产的农科牌长效控释复混肥(23-7-20-CL),采用单因素随机设计,设计6个处理,每处理重复3次,随机区组排列,小区面积50 m<sup>2</sup>,周围设保护带,小区间设保护行。种植密度为19 050~19 200株/hm<sup>2</sup>。全年分别在3月和8月两次施肥,施肥数量见表2。次年3月测定各项指标。

表1 实验施肥数量和种类

Table 1 Quantity and kinds of fertilizer applied in experiments

| 处理编号 | 肥料种类                                              | 施肥量/(kg·hm <sup>-2</sup> ) |
|------|---------------------------------------------------|----------------------------|
| 1    | 生物有机肥A 以发酵鸡粪为载体,含有机质25%以上,含氮、磷、钾无机总养分10%,含少量微生物菌剂 | 3 000                      |
| 2    | 生物有机肥B 以发酵蔗渣滤泥为载体,含有机质25%以上,不添加无机化学成分,含少量微生物菌剂    | 3 000                      |
| 3    | 进口复合肥 氮、磷、钾均为15%,含S                               | 1 500                      |
| 4    | 国产长效控释复混肥 氮、磷、钾分别为23.7%、7%、20%,含Cl                | 1 500                      |
| 5    | 农家肥 草木灰、鸡粪等发酵                                     | 3 000                      |
| 6    | 对照CK 种植前施入鸡粪作基肥,不另施肥                              |                            |

表2 处理和小区排列方式

Table 2 Treatment and display of plots

| 重复号 | 处理和小区排列 |   |   |   |   |   |
|-----|---------|---|---|---|---|---|
| I   | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| II  | 4       | 6 | 5 | 1 | 3 | 2 |
| III | 3       | 1 | 4 | 6 | 2 | 5 |
| IV  | 5       | 4 | 6 | 2 | 1 | 3 |

#### 1.4 方法

1.4.1 养分和形态性状:每处理随机收取中上部完全展开叶片3片,先将叶片用水洗干净,再沿叶片中线折断,以利烘干。105℃烘30 min杀酶,60~70℃烘干后测定水分及全N、P、K,用常规方法测定植株的养分:全氮用凯氏法,全磷用酸溶-钼锑抗比色法,全钾用NaOH熔融火焰光度计法。挖取全株,测定根条数、根长、分枝数等形态指标。株高为土面到最高叶片尖端的垂直距离,分枝数指芦荟根部发出小分枝数(包括未露出土面者)。

1.4.2 多糖的测定:试剂:活性炭(注射规格)、无水葡萄糖(+),苯酚、浓硫酸、无水乙醇均为AR。仪器:756型紫外分光光度计(上海第三分析仪器厂)、

10123型电热鼓风干燥箱(上海沪南科学仪器联营厂制造)、LD422A离心机(北京医用离心机厂制造)、搅拌机(中国上海南汇电讯器材厂制造)、IK高速自控组织捣碎机(江苏省盐城市龙冈医疗器械厂制造)。

标准曲线的制备<sup>[3]</sup>:精密称取105℃干燥至恒重的葡萄糖0.1 g于100 mL量瓶中,加蒸馏水定容。从中精密称取5 mL于50 mL量瓶中,加蒸馏水定容。分别精取0.1、2、3、4、5 mL置50 mL量瓶中,加蒸馏水至刻度。分别精密吸取2 mL于试管中,加苯酚1 mL,摇匀,加浓硫酸5 mL,迅速摇匀,静置5 min,沸水浴加热15 min,冷却至室温,分光光度法于490 nm波长处测定吸光度(A)。以质量浓度(C)为横坐标,A为纵坐标绘制标准曲线,得回归方程: $A=0.203\ 56+20.62\ C$ , $r=0.999$ ,线性范围0.0~0.002 0 mg/mL。

测定:分别取不同处理的芦荟鲜叶,去皮取凝胶,于组织捣碎机内绞碎3 min,纱布滤过,量取滤液,加纤维素酶(12 mg/L),室温消化1 h,90℃水浴加热30 min,抽滤,得滤液,加活性炭(1 mg/L),搅拌吸附1 h,抽滤,得滤液透析20 h,于透析液中加无水乙醇,使其乙醇终体积分数为80%,沉淀12 h后,于离心机中离心(4 000 r/min)30 min,取沉淀物溶于蒸馏水中配成溶液,滤过,摇匀,得到芦荟粗多糖溶液。精密吸取5 mL置于50 mL量瓶中,加蒸馏水至刻度。精密吸取5 mL置于另一50 mL量瓶中,加蒸馏水至刻度;接着从中精密吸取5 mL置于另一50 mL量瓶中,加蒸馏水至刻度,最后从中分别精密吸取2 mL于3个试管中,照标准曲线的制备项下自加苯酚起依次操作,测定A值。依回归方程计算,再乘上稀释倍数,就得到芦荟多糖质量分数。

1.4.3 芦荟苷的测定:试剂:芦荟苷对照品(中国药品生物制品检定所);甲醇(分析纯);蒸馏水,重蒸;冰醋酸(分析纯);醋酸乙酯(分析纯)。仪器:SP8800高效液相色谱仪,UV-2000检测仪,SP4400积分仪(美国光谱物理公司),CQ超声波清洗器(上海比能信超声波有限公司)。

色谱条件:色谱柱 Diamonsil C<sub>18</sub>(250 mm×4.6 mm, 5μm),流动相:甲醇-水(65:35)+0.1 mL冰醋酸,体积流量1 mL/min,检测波长:359 nm。

对照品溶液的制备:精密称取干燥至恒重的芦荟苷对照品20.5 mg,加甲醇定容至10 mL,精密量取1 mL,用甲醇定容至25 mL,再精密量取3 mL用甲醇定容至25 mL,用0.45 μm滤膜滤过。

供试品溶液的制备:取芦荟鲜叶去皮取凝胶,捣碎,绞汁,滤过。精密移取该液汁 50 mL,置 100 mL 烧杯中,水浴蒸干,再加入甲醇 35 mL,混匀。超声波萃取 30 min,滤过,定容至 25 mL,作为样品溶液,备用。

标准曲线的制备<sup>[4]</sup>:分别精密吸取对照样品 0.50、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 mL 置于 25 mL 量瓶中,加甲醇稀释至刻度。分别吸取 20  $\mu$ L,进行分析。实验结果表明,在 0.072 6~0.726  $\mu$ g 芦荟苷与其峰面积呈良好的线性关系, $r=0.999$ ,回归方程  $Y=1402.823X+9.120$ 。

测定:分别精密量取供试品溶液和芦荟苷对照品溶液 20  $\mu$ L,分别进样,高效液相色谱法测定,外标法计算样品中芦荟苷。

## 2 结果与分析

2.1 不同肥料对芦荟生长的影响:不同种类的肥料均能促进芦荟生长。从植株鲜重、净增加、单位产量和各项形态指标等反映出各种肥料的差异。单位产量(鲜重)与对照相比(表 3),生物有机肥 A 增加了 17.38%,生物有机肥 B 增加了 23.80%,进口复合肥增加了 34.76%,国产长效控释复混肥增加了 27.27%,农家肥仅增加了 13.10%。5 种不同的肥料处理的生物效应依次为进口复合肥>国产长效控释复混肥>生物有机肥 B>生物有机肥 A>农家肥。

表 3 不同肥料对库拉索芦荟鲜重的影响

Table 3 Effect of fertilizers on fresh weight of *A. vera*

| 处理编号 | 鲜重(kg·株 <sup>-1</sup> ) | 净增/%  | 单位产量/(kg·hm <sup>2</sup> ) |
|------|-------------------------|-------|----------------------------|
| CK   | 3.74                    | /     | 71 611.65                  |
| 1    | 4.39                    | 17.38 | 84 057.6                   |
| 2    | 4.62                    | 23.80 | 87 837.75                  |
| 3    | 5.04                    | 34.76 | 95 832                     |
| 4    | 4.76                    | 27.27 | 90 499.5                   |
| 5    | 4.23                    | 13.10 | 80 422.95                  |

2.2 不同肥料对芦荟叶片水分量的影响:从表 4 可以看出,各处理芦荟叶片水分的含水量变幅较小,在 953.8~993.2 g/kg 变化,平均值为 975.8 g/kg,这与文献报道相似<sup>[5]</sup>。由于水分在芦荟茎叶中与高分子物质共存,汁液呈透明胶状,被称为“滑水”,因而水分可能多为束缚态,较稳定,叶片含水量可以从侧面反映芦荟的生长状态。如果含水量较低者,外观看叶片发红,较小,干瘪。

2.3 不同肥料对芦荟叶片中 N、P、K 的影响:每处理随机抽出中上部新展开 3 片叶,烘干后测定水分以及全量 N、P、K 量(表 5)。芦荟叶片中 N、P、K 分别占干重的 13.6~24.1、5.9~6.6、37.5~4.11 g/

kg。各处理 P、K 变化不大,可能由于土壤中速效 P、速效 K 较丰富的缘故。但 N 的差异较大,施肥处理芦荟叶片中养分大幅度提高,为无肥对照的 1.49~1.79 倍,因此芦荟的生长需要大量的 N 素。叶片养分量的提高有利于增强芦荟营养价值和药用价值。

2.4 不同肥料对芦荟形态指标的影响:不同的肥料处理与对照相比,各项指标均有差异,并且显示生物有机肥 A 和 B 在促进根的生长发育有明显的作用,进口复合肥和国产长效控释复混肥能促进芦荟植株长高和促进分枝。生物有机肥 A 和 B、进口复合肥、国产长效控释复混肥均能促进叶片数量的增加(表 6)。

表 4 不同肥料对库拉索芦荟叶水分影响

Table 4 Effect of fertilizers on water content in *A. vera* leaves

| 处理编号 | 含水量/(g·kg <sup>-1</sup> ) | 处理编号 | 含水量/(g·kg <sup>-1</sup> ) |
|------|---------------------------|------|---------------------------|
| CK   | 971.7                     | 3    | 953.8                     |
| 1    | 985.4                     | 4    | 970.1                     |
| 2    | 979.3                     | 5    | 993.2                     |

表 5 不同肥料对库拉索芦荟叶片中氮、磷、钾的影响

Table 5 Effect of fertilizers on N, P, and K in *A. vera* leaves

| 处理编号 | 全 N  | 全 P | 全 K  |
|------|------|-----|------|
| CK   | 13.6 | 6.1 | 38.6 |
| 1    | 24.4 | 6.3 | 38.4 |
| 2    | 24.1 | 5.9 | 39.2 |
| 3    | 20.2 | 6.6 | 37.5 |
| 4    | 22.5 | 6.3 | 41.1 |
| 5    | 23.8 | 6.3 | 38.2 |

表 6 不同肥料对库拉索芦荟形态指标的影响

Table 6 Effect of fertilizers on morphology index of *A. vera*

| 处理编号 | 根长/cm | 根条数  | 分枝数 | 株高/cm | 净增叶片数 |
|------|-------|------|-----|-------|-------|
| CK   | 20.5  | 14.3 | 4.8 | 35.3  | 2.4   |
| 1    | 24.5  | 15.7 | 5.7 | 38.3  | 3.8   |
| 2    | 25.0  | 16.3 | 6.1 | 38.5  | 3.8   |
| 3    | 22.7  | 16.2 | 6.7 | 41.2  | 3.8   |
| 4    | 23.2  | 16.9 | 6.5 | 42.9  | 3.8   |
| 5    | 21.6  | 14.5 | 5.9 | 36    | 2.8   |

2.5 不同施肥对芦荟多糖和芦荟苷的影响

2.5.1 不同施肥种类对库拉索芦荟多糖的影响:实验表明,与对照相比,不同处理均能增加多糖的量,其中进口复合肥和国产长效控释复混肥发增效最为明显,分别达到 49.75% 和 53.16%,农家肥增效不明显,仅 8.15%(表 7)。

2.5.2 不同施肥种类对库拉索芦荟苷的影响:实验

表明,与对照相比,不同处理均能增加芦荟苷的量,其中进口复合肥、国产长效控释复混肥和农家肥的增效最为明显(表8),分别达到39.73%、35.10%和29.71%。

从表7和8可见,不同的肥料处理与对照相比,进口复合肥和国产长效控释复混肥对多糖和芦荟苷的影响最大,增幅最大。

表7 不同施肥种类对库拉索芦荟多糖量的影响

Table 7 Effect of fertilizers on polysaccharide content in *A. vera*

| 处理编号 | 多糖/(mg·mL <sup>-1</sup> ) | 处理编号 | 多糖/(mg·mL <sup>-1</sup> ) |
|------|---------------------------|------|---------------------------|
| CK   | 0.852                     | 3    | 1.275                     |
| 1    | 0.993                     | 4    | 1.305                     |
| 2    | 0.956                     | 5    | 0.924                     |

表8 不同施肥种类对库拉索芦荟苷的影响(n=3)

Table 8 Effect of fertilizers on aloin content in *A. vera* (n=3)

| 处理编号 | 芦荟苷/(μg·mL <sup>-1</sup> ) | 处理编号 | 芦荟苷/(μg·mL <sup>-1</sup> ) |
|------|----------------------------|------|----------------------------|
| CK   | 4.83                       | 3    | 6.73                       |
| 1    | 5.52                       | 4    | 6.54                       |
| 2    | 6.02                       | 5    | 6.27                       |

### 3 讨论

3.1 广东省珠海市位于亚热带地区,旱地和坡地土壤有机质分解快,土壤养分和粘粒淋湿大<sup>[6]</sup>。芦荟基地的土壤速效P、K量较高,碱解N量偏低。基地土壤的中量及微量元素养分中,土壤速效Ca量中等,速效Mg较丰富,速效S量较高,Zn较缺。说明本芦荟基地土壤养分尚不平衡。土壤肥力属于一般水平。

3.2 发展芦荟专用肥的目的是实现平衡施肥。平衡施肥对矫正土壤养分障碍、提高肥效、提高土地利用率和改善土壤环境等方面都是最直接而有效的措施。在防止土壤退化、减少环境污染和保护生态环境也有重要作用<sup>[6]</sup>。由于芦荟基地土壤中存在氮、磷、钾养分障碍和中微量养分障碍的因素,加上芦荟的生长需要大量的N元素,在研制芦荟专用肥首先考虑增施氮肥。在专用肥中要添加中微量元素锌,适当补充钙肥,因为通常情况下作物对中微量元素,特别

是对微量元素的反应非常敏感,适量供应与过量中毒之间的范围很窄,在土壤供应不足的情况下合理施肥,可以获得很好的增产效果,但供应过量也会产生毒害作用。

3.3 实验表明,追施农家肥、有机肥、进口复合肥和国产长效控释复混肥对芦荟生物量、N、P、K量、形态指标、多糖、芦荟苷的量均有提高,但是后两者对芦荟生长发育明显比前两者要好。有机无机复混肥,含有丰富的有机质、各种营养元素和酶,具有养分不易随水流失及可改土培肥等优点<sup>[7]</sup>,同时克服有机肥养分低、肥效慢、养分单一,体积大使用不便等缺点。广东省农业科学院农作物专用肥厂生产的长效控释复混肥对物化施肥技术,提高芦荟产量和品质,还可以减少施肥次数,降低施肥成本起到正面效应。

3.4 按照《中国药典》2000年版的重金属和有机氯农药残留检测方法,还对国产长效控释复混肥、有机肥、进口复合肥对药材芦荟的安全有效性研究,均符合相关的规定<sup>[8]</sup>。建立采用进口复合肥和国产长效控释复混肥作为珠海芦荟GAP种植示范基地的专用肥。

### References:

- [1] Li W T, Miao Y B, Shi H B, et al. New progress in the study of *Aloe L.* [J]. *Shenzhen J Integr Tradit Chin West Med* (深圳中西医结合杂志), 1998, 8(1): 41-43.
- [2] Jiang L, Li F Y, Zhang F B, et al. Integrated evaluation on soil fertility of GAP base of *A. vera* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2004, 35(11): 1302-1304.
- [3] Chen D, Bao G R, Chen W L. Study on polysaccharide content of aloe get in *Aloe vera L. var. chinensis* (Haw.) Berger and *Aloe vera L.* [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 1996, 21(6): 359.
- [4] Gao J, Bi K S, Wang X, et al. Determination of barbaloin in aloe by HPLC [J]. *Chin J Pharm Anal* (药物分析杂志), 2001, 21(6): 387-389.
- [5] Gu W X, Zhu S Q. *Cultivate, Processing, and Application of Aloe* (芦荟栽培与加工利用) [M]. Shanghai: Shanghai Press of Popular Science, 1999.
- [6] Chen J S. The Nutrient-limiting of cultivated soil of Guangdong Province and solution [J]. *Guangdong Agric Sci* (广东农业科学), 2001(1): 30-32.
- [7] Hou Y L. Theory and technological system of ecological balanced fertilization [J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), 2000, 20(4): 653-658.
- [8] Jiang L. Study on good agriculture practice of *A. vera L.* [A]. *Dissertation of Doctor Degree of Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine* (广州中医药大学博士论文) [D]. Guangzhou: Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, 2003.

欢 迎 投 稿      欢 迎 订 阅