

库拉索芦荟根腐病与土壤—植株 养分状况的关系研究*

何忠俊, 周 琼, 张忠萍, 董 艳, 范茂攀, 洪常青
(云南农业大学 资源与环境学院, 云南 昆明 650201)

摘要: 调查了云南元江芦荟基地施肥状况、根腐病发病率, 并采集和测定了叶片和根际土壤样品中营养成分含量。调查分析结果显示, 库拉索芦荟根腐病发病率与土壤中速效磷含量呈显著的正相关, 与土壤中其它速效养分以及芦荟叶片养分含量无显著的相关性。与海南健康库拉索芦荟叶片及其根际土壤养分状况相比, 元江库拉索芦荟病株根际土壤中碱解氮、有机质、速效钾、速效钙、速效镁、速效硼含量, 以及叶片中钾、硼含量较低, 但其根际土壤中速效磷含量较高。元江库拉索芦荟根腐病可能主要与施肥不合理, 大量偏施磷肥和糖泥引起的土壤—植株养分失调、病菌滋生和抵抗力下降有关。

关键词: 库拉索芦荟; 根腐病; 土壤速效养分; 叶片营养元素

中图分类号: S 682.33; S 436.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-390X (2009) 02-0255-05

Study on the Relationship between Root-rot Incidence and Soil-plant Nutrient Status for *Aloe vera* (L.) Burm. f.

HE Zhong-jun, ZHOU Qiong, ZHANG Zhong-ping, DONG Yan,
FAN Mao-pan, HONG Chang-qing

(College of Resource and Environmental, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: The fertilization situation and root-rot incidence of *Aloe vera* (L.) Burm. f. were investigated in Yuanjiang County of Yunnan province, the samples of leaf and rhizosphere soil were collected and tested. The result showed that there was significantly positive correlation between root-rot incidence and available soil phosphorous, and no obvious correlation between root-rot incidence and other nutrients in soil and leaf. Moreover, the contents of alkaline N, organic matter, available K, available Ca, available Mg, available B in rhizosphere soil, and K and B in leaf were much lower, compared with healthy plants and their rhizosphere soil nutrition status in Hainan province, but the available phosphorous was much higher in rhizosphere soil in Yuanjiang. The possible reasons resulting in severe aloe root-rot in Yuanjiang might be nutrient disorder in soil and plant, disease multiplication and resistance reduction because of irrational fertilization, over-application of phosphorous and sugar refinery silt.

Key words: *Aloe vera* (L.) burm. f.; root-rot; available nutrients in soil; nutrients in leaf

芦荟因富含多种活性物质, 因而具有医疗、美容、保健、食用、观赏等许多功能, 故素有“万应良药”、“天然美容师”、“家庭医生”等美誉^[1~3]。20世纪70年代以来, 美国、日本、韩

收稿日期: 2008-06-18 修回日期: 2008-10-17

* 基金项目: 云南省教育厅科研基金重点项目 (5Z0232B)。

作者简介: 何忠俊 (1962-), 男, 博士, 副教授, 陕西城固人, 主要从事植物营养与肥料方面的教学和科研工作。
E-mail: hezhongjun@hotmail.com

国等相继掀起了“芦荟热”。我国芦荟产业从 20 世纪 80 年代末开始起步, 现已在云南、海南、四川、福建、北京等许多地区种植。目前, 我国芦荟种植面积约为 400 hm², 栽培的主要品种为库拉索芦荟和华芦荟(元江芦荟)^[1, 2]。云南元江万绿生物(集团)有限公司芦荟种植面积约 200 hm², 栽培品种以库拉索芦荟为主, 是我国最大的芦荟生产基地^[2, 3]。目前, 元江芦荟基地生产上的主要问题是根腐病严重、施肥不合理。根腐病发病率为 74%, 死亡率为 56%^[3]。仅 2003 年, 因根腐病导致约 20 hm² 芦荟死亡。凡栽植 1 年以上的地块均有根腐病发生, 且随栽培年限延长而加重。2004 年初, 对该基地芦荟栽培、耕作管理、施肥、病虫害防治等方面进行了初步的调查研究, 并采集了不同发病率植株及相应根际的土壤样品, 同时采集了海南芦荟基地(无根腐病发生)芦荟植株和相应的根际土壤样品, 进行了室内土壤—植株营养元素测定, 现仅就调查分析结果做以报道。

1 材料与方 法

1.1 供试土壤和芦荟品种

元江芦荟基地土壤为砂壤质燥红土, 栽培品种为库拉索芦荟(密度约 22 500 株/hm²)。采集不同发病状况的芦荟根际土壤, 并采集从心叶向

下数的第 3 片叶(每地块采 5 个叶片, 混合成 1 个样品)作为叶分析样品。同时采集了海南芦荟基地不同部位芦荟叶片和相应的根际土壤样品。土壤样品带回实验室风干、过 1 mm 筛备用。芦荟叶片样品用蒸馏水冲洗干净、切碎、105 ℃ 杀青 30 min、60 ℃ 烘干、过 60 目筛备用。

1.2 测定方法^[4]

土壤碱解氮采用碱解扩散法; 土壤速效磷采用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提, 钼蓝比色法; 土壤速效钾采用 NH₄OAc 浸提, 火焰光度法; 土壤有机质采用重铬酸钾容量法; 叶片样品 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮, 奈氏比色法测定全氮, 钒钼黄比色法测定全磷, 火焰光度法测定全钾; 土壤有效钙、镁采用 1 mol/L 醋酸铵浸提, 原子吸收法测定; 有效硼测定采用沸水提取: 姜黄素比色法; 土壤有效锌采用 0.1 mol/L HCl 浸提: 原子吸收分光光度法测定; 叶片样品钙、镁、锌采用 HNO₃-HClO₄ 消解, 原子吸收分光光度法测定, 叶片样品硼测定采用干灰化-姜黄素比色法。

2 结果与分析

2.1 根腐病发病率与土壤速效养分的关系

2.1.1 根腐病发病率与土壤中速效 N, P₂O₅, K₂O 和有机质的关系

表 1 不同发病率下土壤中碱解氮、速效磷、速效钾和有机质含量

Tab. 1 Alkaline N, available P₂O₅, available K₂O, organic matter contents in soil at different incidences

样品 sample No.	发病率/% incidence	生长年限/a growth years	施用肥料 applied fertilizer	碱解氮/ (mg · kg ⁻¹) alkaline N	速效磷/ (mg · kg ⁻¹) available P ₂ O ₅	速效钾/ (mg · kg ⁻¹) available K ₂ O	有机质/ (g · kg ⁻¹) organic matter
1	0	1	人粪尿 human excreta	40.47	1.65	255.90	5.51
2	0	1	蔗渣 sugar cane residue	92.13	7.88	94.75	5.58
3	1	2	塘泥、普钙、人粪尿 sugar refinery silt; normal super-phosphate; human excreta	80.93	11.59	39.45	5.22
4	3	2	塘泥、人粪尿 sugar refinery silt; human excreta	44.77	8.13	42.00	3.85
5	5	2	塘泥、普钙、人粪尿 sugar refinery silt; normal super-phosphate; human excreta	58.55	13.08	109.73	8.25
6	5	2	塘泥、普钙、人粪尿 sugar refinery silt; normal super-phosphate; human excreta	61.99	16.14	101.99	7.9
7	15	2	人粪尿 human excreta	20.66	4.84	54.91	15.36

(续表 1)

样品 sample No.	发病率/% incidence	生长年限/a growth years	施用肥料 applied fertilizer	碱解氮/ (mg · kg ⁻¹) alkaline N	速效磷/ (mg · kg ⁻¹) available P ₂ O ₅	速效钾/ (mg · kg ⁻¹) available K ₂ O	有机质/ (g · kg ⁻¹) organic matter
8	25	3	塘泥、普钙、大粪 sugar re- finery silt; normal super- phosphate; human excreta	27.12	24.66	54.28	7.49
9	30	2	塘泥、普钙、大粪 sugar re- finery silt; normal super- phosphate; human excreta	43.48	14.34	109.91	7.14
10	60	2	塘泥、普钙、大粪 sugar re- finery silt; normal super- phosphate; human excreta	74.48	16.07	190.95	8.11
11	60	4	塘泥、普钙、大粪 sugar re- finery silt; normal super- phosphate; human excreta	57.69	22.82	26.93	3.78
R	—	—	—	0.024 5	0.628 2	0.017 3	0.010 0

R (10, 0.05) = 0.576 R (10, 0.01) = 0.708

根腐病发病率分别与有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量进行线性回归, 相关系数 R 见表 1。发病率与土壤碱解氮、速效钾、有机质含量相关性不显著, 只有土壤速效磷与根腐病发病率达到显著正相关。说明根腐病发病率越高, 土壤速效磷含量越高。据农田土壤肥力标准^[5, 6], 调查地块土壤碱解氮含量丰富的田块占 9%, 含量中

等的田块占 27%, 其余均为缺乏状态。绝大多数地块土壤速效磷含量处于中高水平。土壤速效钾含量丰富的田块占 55%, 其余均为缺乏状态。土壤有机质含量中等的田块占 9%, 其余均为缺乏状态。

2.1.2 根腐病发病率与土壤中速效 Ca, Mg, B, Zn 的关系

表 2 不同发病率下土壤中速效 Ca, Mg, B, Zn 含量

Tab. 2 Available Ca, Mg, B, Zn content in soil at different incidences

样品号 sample No	发病率/% incidence	速效钙/(mg · kg ⁻¹) available Ca	速效镁/(mg · kg ⁻¹) available Mg	速效硼/(mg · kg ⁻¹) available B	速效锌/(mg · kg ⁻¹) available Zn
1	0	19.6	2.62	0.59	2.82
2	0	5.68	0.82	0.79	2.26
3	1	14.2	1.74	0.73	2.46
4	3	19.8	1.30	0.97	6.00
5	5	9.03	0.87	0.67	4.56
6	5	28.6	2.31	0.81	6.79
7	15	25.2	2.57	0.69	2.67
8	25	10.9	1.10	0.68	6.06
9	30	17.2	1.53	0.76	7.44
10	60	14.6	1.25	0.70	3.78
11	60	42.9	1.17	0.58	4.14
R	—	0.429 8	0.278 9	0.393 8	0.138 2

R(10, 0.05) = 0.576 R(10, 0.01) = 0.708

根腐病发病率分别与土壤中速效 Ca, Mg, B, Zn 含量进行线性回归, 相关系数 R 见表 2。表 2 表明, 芦荟根腐病发病率与土壤中速效 Ca, Mg, B, Zn 含量的相关性不显著。根据农田土壤养分含量

标准^[5,6], 供试土壤速效硼、镁为缺乏, 速效钙、速效锌含量属较高水平。

2.2 根腐病发病率与芦荟叶片营养元素含量的关系

表 3 不同发病率情况下芦荟叶片中营养元素含量
Tab. 3 N, P, K contents in aloe leaf at different incidences

样品号 sample No	发病率/% incidence	N/ (g · kg ⁻¹)	P/ (g · kg ⁻¹)	K/ (g · kg ⁻¹)	Ca/ (mg · kg ⁻¹)	Mg/ (mg · kg ⁻¹)	B/ (mg · kg ⁻¹)	Zn/ (mg · kg ⁻¹)
1	0	17.5	3.8	40.0	2.32	0.53	46.11	39.4
2	0	16.6	7.5	38.5	2.68	0.49	57.09	31.9
3	1	15.6	3.4	27.1	2.80	0.50	17.12	35.0
4	3	15.0	8.7	31.4	2.90	0.49	38.23	38.0
5	5	13.4	3.8	23.5	1.40	0.36	40.16	27.5
6	5	13.4	9.8	37.8	1.48	0.30	42.20	16.8
7	15	12.4	3.3	25.5	2.62	0.47	38.30	39.1
8	25	13.1	6.0	19.0	2.35	0.46	35.67	56.7
9	30	12.6	4.4	33.7	1.94	0.40	44.44	30.9
10	60	13.0	4.2	20.5	1.49	0.36	46.88	27.0
11	60	14.2	3.8	25.8	2.82	0.41	32.93	39.5
R	—	-0.488 1	0.339 7	-0.541 0	0.144 2	0.389 1	0.005 5	0.091 7

R(10,0.05) = 0.576 R(10,0.01) = 0.708

根腐病发病率与芦荟叶片中 N, P, K 含量相关分析 (表 3) 表明, 根腐病发病率与芦荟叶片 N, P, K 含量相关性不显著, 但发病率高的植株叶片中 N, K 含量较低, 发病率与植株叶片中 N, K 含量呈负相关。

根腐病发病率与芦荟叶片中 Ca, Mg, B, Zn

的含量相关分析 (表 3) 表明, 芦荟叶片中 Ca, Mg, Zn, B 养分含量与芦荟根腐病发病率相关性不显著。

2.3 元江发病芦荟与海南健康芦荟叶片中营养元素和根际土壤中速效养分含量比较

2.3.1 根际土壤中速效养分含量比较

表 4 元江发病芦荟与海南健康芦荟根际土壤中速效养分含量

Tab. 4 Available nutrients in rhizosphere soil of healthy aloe in Hainan and diseased aloe in Yuanjiang

地点 sites	发病率/% incidence	有机质/(g · kg ⁻¹) organic matter	碱解氮/(mg · kg ⁻¹) alkaline N	有效态养分/(mg · kg ⁻¹) available nutrients in soil					
				P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	B	Zn
元江 Yuanjiang	85	5.3	69.12	23.96	109.12	3.59	0.13	0.60	8.14
海南 Hainan	0	43.95	85.24	9.13	380.90	69.2	1.49	2.50	7.39

从表 4 可看出, 与海南健康芦荟根际土壤相比, 根腐病发病率高的元江芦荟根际土壤中有有机质、碱解氮、速效钾、速效钙、速效镁、速效硼含量较低, 而速效磷较高, 速效 Zn 含量两者相差不大。

2.3.2 叶片中营养元素含量比较

表 5 显示, 海南健康芦荟和元江发病芦荟不

同部位叶片中 N, P 含量无明显的变化规律, 但 K 含量从外层叶向心叶呈现逐渐增加趋势。海南健康芦荟和元江发病芦荟叶片中 N 含量相差较小, 海南健康芦荟叶片磷含量略高于元江发病芦荟, 差别最大的是 K 含量, 海南健康芦荟叶片中 K 含量是元江发病芦荟叶片 K 含量的 3.36 ~ 16 倍。

表5 海南健康芦荟和元江发病芦荟不同部位叶片中 N, P, K 含量比较

Tab. 5 Comparison of N, P, K content in different location leaf between healthy aloe in Hainan and diseased aloe in Yuanjiang

元素含量 nutrient contents	N				P				K			
	外 outer	中 middle	内 inner	心 center	外 outer	中 middle	内 inner	心 center	外 outer	中 middle	内 inner	心 center
元江 Yuanjiang	7.8	9.5	8.5	9.3	2.3	3.0	2.2	4.5	3.3	15.2	17.2	21.2
海南 Hainan	8.9	7.6	10.8	10.1	3.9	3.4	3.7	5.2	52.8	61.6	70.8	71.2
海南/元江 Hainan/Yuanjiang	1.14	0.80	1.27	1.09	1.70	1.13	1.68	1.16	16	4.05	4.12	3.36

表6 海南健康芦荟和元江发病芦荟不同部位叶片中 Ca, Zn, B, Mg 含量的比较

Tab. 6 Comparison of Ca, Mg, B, Zn content in different location leaf between healthy aloe in Hainan and diseased aloe in Yuanjiang

元素含量 nutrient content	Ca				Mg				Zn				B			
	外 outer	中 middle	内 inner	心 center	外 outer	中 middle	内 inner	心 center	外 outer	中 middle	内 inner	心 center	外 outer	中 middle	内 inner	心 center
元江 Yuanjiang	6.02	3.02	2.05	1.19	0.66	0.49	0.39	0.32	28.9	22.5	35.7	27.1	43.9	39.6	35.5	34.8
海南 Hainan	4.07	3.39	2.14	1.99	0.60	0.54	0.47	0.48	19.2	30.8	32.2	32.3	99.1	77.5	68.4	57.8
海南/元江 Hainan/Yuanjiang	0.68	1.12	1.04	1.67	0.91	1.10	1.21	1.50	0.66	1.37	0.90	1.19	2.26	1.96	1.93	1.66

由表6可知,除锌外,海南健康芦荟和元江发病芦荟不同叶位叶片中Ca, B, Mg含量从外层叶向心叶呈现逐渐降低的趋势。与海南健康芦荟相比,元江发病芦荟外部叶片中Ca, Mg, Zn含量较高,但新叶中Ca, Mg, Zn较低。可能与发病后根系吸收功能下降,生理生化过程紊乱有关。海南健康芦荟叶片中Mg含量稍高于元江芦荟,尤以B元素为高,是元江芦荟的1.66~2.26倍。

3 讨论

元江芦荟基地施肥主要以糖泥、普钙和人粪尿为主,其它肥料很少施用。笔者认为尽管糖泥有一定的改土效果,但养分元素贫瘠。而且糖泥富含蔗糖,容易造成病害繁殖和扩散。普钙中均含有一定量的重金属,有的厂家生产的磷肥重金属严重超标。人粪尿中含有多种病菌,在未腐熟的情况下危害更大。芦荟生物量大,株产鲜叶约30 kg。芦荟收获过程中从土壤中带走了大量养分,多年种植情况下,很容易造成芦荟营养缺乏,从而造成植株抗病能力下降和生理性病害。关于

植物因缺素造成的生理性病害在粮食、蔬菜、果树等作物上已有明确的结论^[7]。根据土壤-植株养分分析结果可知(参照农田养分丰缺指标)^[5,6],元江芦荟基地土壤中有效钾缺乏、有效氮中等、有效磷属中-高水平、微量元素钙、镁、硼、锌缺乏。目前国内外关于芦荟营养与施肥方面的研究较少,有研究认为氮磷钾配施,可以显著提高芦荟产量,改善芦荟品质^[8],施用高量鸡粪芦荟根系生长受抑,植株鲜重显著下降^[9]。国内各芦荟企业对绿色食品的理解是片面的,认为不施化肥的产品就是绿色食品。笔者认为,绿色食品应该是无农药、重金属残留,硝态氮含量低(不超标)的食品。

土壤速效养分、芦荟叶片营养元素含量与根腐病发病率相关分析结果表明,芦荟根腐病与土壤中速效磷含量呈显著正相关,与土壤速效氮、速效钾以及叶片中营养元素含量无显著的相关性。元江芦荟根腐病严重可能主要是施肥不合理,大量施用磷肥引起的芦荟植株养分失调、病菌滋生和抵抗力下降有关。

(下转第291页)

- et al. . Water Use Efficiency and Uptake Patterns in a Runoff Agroforestry System in Arid Environment [J]. *Agroforestry Systems*, 2000, 49: 223 - 243.
- [32] TSUBO M, MUKHALA E, OGINDO H O. Productivity of Maize-bean Intercropping in a Semi-arid Region of South Africa [J]. *Water Sa*, 2003, 29 (4): 381 - 388.
- [33] SAREN B K, JANA P K. Effect of Irrigation and Intercropping System on Uield, Water-Use, Concentration and Uptake of Nitrogen, Phosphorus and Potassium in Maize (*Zea Mays* L.) and Groundnut (*Arachis hypogaea*) Grown as Sole and Intercrop [J]. *India Journal of Agricultural Sciences*, 1999, 69 (5): 317 - 320.
- [34] 武志杰, 王仕新, 张玉华. 玉米和小麦间作农田水分动态变化的研究 [J]. *玉米科学*, 2001, 9 (2): 61 - 63.
- [35] 王照霞, 郭贤仕, 马一凡, 等. 青贮玉米豌豆间作对产量和水分利用效率的影响 [J]. *甘肃农业大学学报*, 2005, 40 (4): 492 - 497.
- [36] VENKATESWARLU, BALA S Y S. Productivity of Some Rainfed Crops in Sole and Intercrop Systems [J]. *Indian Journal of Agricultural Science*, 1990, 60 (2): 106 - 109.
- [37] NASSAR I N, ROBERT HORTON. Salinity and Compaction Effects on Soil Water Evaporation and Water and Solute Distributions [J]. *Soil Science Society of America Journal*, 1999, 63: 752 - 758.
- [38] JENA D, MISRA C. Effect of Crop Geometry on the Water Balance of the Root Zone of a Pigeon Pea and Rice Intercropping System [J]. *Experimental Agriculture*, 1988, 24: 385 - 391.
- [39] KUSHWAHA B L, DE R. Studies of Resource Use and Yield of Mustard and Chickpea Grown in Intercropping Systems [J]. *Journal of Agricultural Science*, 1987, 108: 487 - 495.

(上接第259页)

元江发病芦荟及其根际土壤与海南健康芦荟及其根际土壤养分分析结果显示, 海南芦荟根际土壤中碱解氮、有机质、速效钾、速效钙、速效镁、速效硼的含量较高, 而元江发病芦荟根际土壤中速效磷较高; 海南健康芦荟叶片中 K, B 含量较高, 分别是元江发病芦荟的 3.36 ~ 16 倍和 1.66 ~ 2.26 倍。进一步说明, 元江芦荟基地土壤肥力低, 养分供应不平衡, 大量施磷, K, B, Ca, Mg 缺乏是根腐病肆虐的重要原因之一。

4 结论

(1) 元江库拉索芦荟根腐病发病率与根际土壤中速效磷含量呈显著的正相关, 与土壤中其它速效养分和叶片中养分含量无显著的相关性。

(2) 与海南健康芦荟及其根际土壤养分状况相比, 元江芦荟病株根际土壤中碱解氮、有机质、速效钾、速效钙、速效镁、速效硼的含量, 以及叶中钾、硼含量明显偏低, 但其根际土壤中速效磷含量较高。

(3) 元江库拉索芦荟根腐病可能主要与土壤肥力低, 施肥不合理, 大量施磷引起的芦荟植株养分失调, 钾、硼、钙、镁缺乏, 病菌滋生和抵

抗力下降有关。

[参考文献]

- [1] 李天东. 芦荟的药理作用及其应用研究进展 [J]. *中国现代医学杂志*, 2007, 17 (23): 2881 - 2886.
- [2] 熊佑清. 芦荟 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [3] 姬光海, 吴亚鹏, 张乃明, 等. 芦荟根腐病原菌的鉴定 [J]. *植物病理学报*, 2007, 37 (2): 207 - 209.
- [4] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [5] 沈其荣. 土壤肥料学通论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [6] 周鸣铮. 土壤肥力测定与测土施肥 [M]. 北京: 农业出版社, 1989.
- [7] 陆景陵. 植物营养学 [M]. 北京: 农业大学出版社, 1994.
- [8] 曹秋华, 丁德荣, 韦英梅. 氮磷钾肥对芦荟产量的影响 [J]. *西南农业大学学报 (自然科学版)*, 2005, 27 (4): 444 - 446.
- [9] 郑险峰, 高亚军, 王林权, 等. 不同施肥水平对立木芦荟生长的影响 [J]. *西北农林科技大学学报*, 2001, 29 (4): 47 - 50.