

应用叶位差诊断香蕉钾素营养的研究^①

梁孝衍 苗青

(广东省农业科学院土壤肥料研究所, 510640)

摘 要

应用叶位差诊断香蕉钾素营养的研究表明:传统的以第三叶片作为钾素诊断材料对施钾不敏感,找出了香蕉对施钾的敏感部位是低位叶的中前部的叶(主)脉。明确了采用自顶向下计第5叶和第1叶叶脉含钾的比值(V_m/I_m),来评价香蕉的钾素营养状况;叶脉采样的代表部位为叶片与叶主脉的连接带和采用混合样分析的可行性。比较了影响鲜样浸提率的三个主要因子,选出其优化组合;论述了采用叶位差诊断符合香蕉营养的生物学特性,拟定 V_m/I_m 值 <1.0 为供钾不足, >1.0 为供钾充足。证明使用叶位差法比当前传统的第三叶片法有更宽松的采样期,满足及时指导施钾的需要,并可以消除不同香蕉品种含钾量不同造成的困难。 V_m/I_m 值与香蕉鲜果产量有显著的相关关系。

关键词 香蕉, 诊断, 钾, 叶脉

我国南方土壤缺钾,香蕉又属喜钾作物,施钾不仅获得大幅增产,而且能改善品质,因此采用可靠的诊断技术指导合理施钾有重要意义。

三十年代初,国外已对香蕉营养诊断进行研究。五十年代,Hewitt认为香蕉第三叶片中部的养分含量最具代表性,使叶片分析应用于指导施肥。尔后随着钾肥在香蕉生产上的广泛应用,许多研究者对香蕉钾素营养的诊断,采样的部位、方法等进行过探索,但由于叶片分析结果受蕉株自身及外界因素的影响较大,不仅不同方法所得结果差异较大,就是同一方法的重现性也不够理想。1975~1977年有人提出国际参考采样法三个部位:第三叶片、第三叶脉和第七叶柄,定出其钾素(K_2O)丰缺的临界值分别为3.0%、3.0%、3.2%^[8,9]。不过,国内一直沿用第三叶片作为营养诊断部位,以含钾(K_2O)2.7%~4.0%为营养状况适中^[1]。但实际上由于栽培品种、生育期及季节的不同而难以判断其丰缺程度。

近年我们在香蕉钾素研究中发现香蕉上下叶位钾含量的差异有一定规律,施钾充足时有较多的钾素积累于下位叶的叶脉之中。而供钾不足时,下位叶脉的钾含量下降,这显示出供钾与需钾的矛盾在作物体内自我调整的结果。这一现象说明可以利用这种养分的叶位差来诊断香蕉钾素营养的丰缺程度,为此进行了该项研究。

一、材料与方 法

(一)采样地点

小区采样,1986~1991年分别在四会和惠阳两县同时设立不同施钾量(K_2O , 0、40、60和80公斤/亩,为KCl)

^① 本研究项目受加拿大钾磷肥研究所资助, Sam Portch 博士的支持, 仅此表示感谢。
伦杏娟、黄卫泽、邓祥汉曾参加本研究部分工作。本文由苗青执笔。

试验,施用等量氮、磷肥。每小区有15~20株蕉,4次重复,随机排列。一般每3年更换一次试验地。

大田采样,1990~1991年分别在四会和东莞作不同蕉龄,不同香蕉品种及不同采样株数比较。在同一果园中随机采样。

(二) 采样方法

叶龄 以线状叶上出现明显叶片后计起。

叶位 从顶部全张开叶向下计起。

叶片和叶脉 采用传统方法:割取第3叶中部1/2处,宽约10cm的叶片。叶片分部测定,即选取第1、3、5、7叶序的4张叶片,每张叶片等分为叶尖、中前部、中部、中后部、叶基5个叶段,每段再分为叶脉和叶片两部分。叶片取全部,叶脉取主脉与叶片连接处两侧翼宽约1cm的肥厚带。

采样株数除规定外,一般每个样本由3个蕉株混合。

(三) 测定方法

浸提条件试验 1986年采用正交设计,2次重复,比较影响鲜样钾素溶出率的三个主要因素,每个因素设3个水平。

切样大小为0.1、0.5、1.0cm²;浸提液盐酸浓度为0.01、0.1、1.0mol/L;浸提时间为2、6、24小时(静置)。样:液比为1:50。用火焰光度计测定滤液含钾量。分析鲜样,结果以干物表示。原样及浸提后的样渣用于灰化法测定。

二、试验结果

(一) 香蕉对施钾量反应的敏感部位

查明香蕉叶片上各部位的含钾量与施钾量的关系,就有可能确定香蕉对钾素的敏感部位,为选用诊断材料提供依据。为此将不同施钾量的蕉株的四个叶位的蕉叶,每片叶分成五个叶段,以含钾量为纵座标,施钾量为横座标,用直线回归方法整理成图1。从图中看出:

1. 在四个叶位中所有的叶脉含钾均高于叶片,其平均值分别为6.43%和4.90%。这种差异在叶尖及中前部最明显。

2. 不论叶脉、叶片,其含钾量均随施钾量的增加而增加,增加的幅度仍是叶脉高于叶片。以每亩增施10kgK₂O提高的含钾量来表示其敏感性,则两者分别增加了0.45%和0.266%。这种现象也以在叶尖及中前部较为明显。

3. 不同叶序的含钾量,在缺钾时高位叶高于低位叶,然而施钾充足时却相反,低位叶高于高位叶,显示低位叶对施钾的反应远大于高位叶。每亩增施10kg K₂O,第七叶叶脉平均提高0.567%,而第一叶叶脉仅提高0.267%,彼此相差一倍以上。

4. 第三叶叶片与其他叶片相比不仅含钾量低,且对施钾的反应差,每亩增施10kgK₂O,其含钾平均仅增加0.170%,而第一、五、七叶的叶片平均增加0.300%。

5. 香蕉经过施钾,钾素营养从缺乏到丰富,上下叶位的叶脉含钾量倒置的过程中,相关曲线出现一交汇点,即上下各叶位的叶脉含钾量相等。说明此点是香蕉体内钾素营养状况的转折点,大约处于施钾量(K₂O)50~60kg/亩,其含钾量增加0.580%,是传统用的诊断材料第三叶叶片含钾量增量(0.170%)的三倍多。

(二) 敏感部位在诊断中的运用

确定香蕉对施钾的敏感部位的同时,也看到最不敏感的部位为第一叶的叶脉,在叶尖和中前部中,每亩施10kgK₂O,含钾量分别提高0.173%和0.186%。这样采用低位叶和高位叶对比就有可能评价香蕉的钾素丰缺状况。由于采用对比而不是绝对值,有利于降低不同香蕉品种之

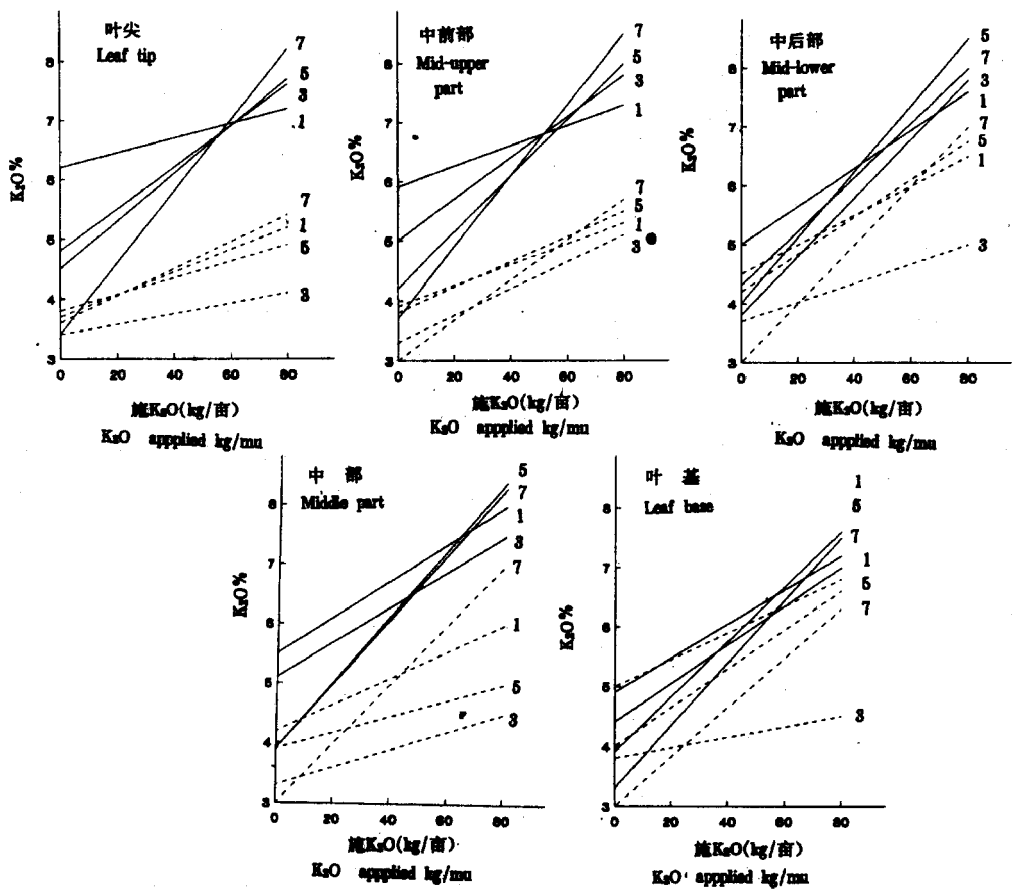


图1 香蕉不同叶序和部位对施钾的反应

Fig.1 Response of K_2O applied on different leaf parts of banana

—— 叶脉 Midrib 叶片 Blade

右边数字为叶序 The number in right means leaf arrangment

间、采样期等其他因素所引起的干扰,这是第三叶叶片法所难以克服的。

关于最低叶片位的选用,本试验虽采集分析过第七叶位,但考虑到某些情况下,比如幼龄蕉、越冬蕉,可能全株没有七张青叶。因此拟用第五叶作为低位叶。据比较,第七叶叶脉与第五叶叶脉的含钾量相近,分别为6.19%和6.39%,对施钾的敏感性也相近,每亩施 K_2O 10kg,含钾量分别上升0.594%和0.586%。1988年在广州作的另一处试验也证实第五、六、七叶的叶片、叶脉含钾比较接近。

根据高低叶位含钾的交汇点是在相应施 K_2O 50~60kg/亩处。而本研究项目6年30造田间试验的结果,推荐施 K_2O 也是50~60kg/亩,此时有良好产量和施肥效益^[4],两者极为吻合。鉴于在叶尖和中前段的交汇点最明显,而叶尖常遭受风虫病害,故以用叶前段为宜。

综上所述,拟以第五叶中前部叶脉与第一叶中前部叶脉作为诊断材料。得出其含钾量分别用Vm和Im表示。以Vm/Im值表示钾的营养状况。

(三) 采样方法

1. 叶脉的分割 香蕉叶主脉断面呈U形,粗大,断面内组织不均匀,不仅采样不方便,而且容易造成采样后折断,严重影响其生理功能。据分割测定主脉断面结果,其含钾分布很不均匀,以主脉与叶片连接处宽约1cm左右的两侧翼的肥厚带含钾最高;表面周围薄层的绿色纤维稍低;中间的空腔组织最低,仅为两侧翼的1/4~1/5。可见叶脉的贮钾部位在两侧翼的肥厚带,可作为采样位置(图2)。如果只割取一侧,叶脉还不会折断,仍然可以支撑位叶片的上部,保持其部分功能。

2. 取样株数和样本混合 由于香蕉个体差异大,组织粗糙不均匀,为此要探讨采样的数量和混合样本的可行性以节约劳力,提高诊断速度。试验看出,随机选取10株并作单株分析,得出其平均值与10株、20株、30株混合样的分析值比较,结果显示无区别($F = 0.4 < F_{0.05} = 5.1$)(表1)。表明可以用10株混合样的分析结果代表10株单株分析结果,不需增加混合株数。为验证以上结论,将72组数作比较,得出:10株混合测定结果超过10株单株分析结果平均值的标准差范围以外的有13组,在标准差范

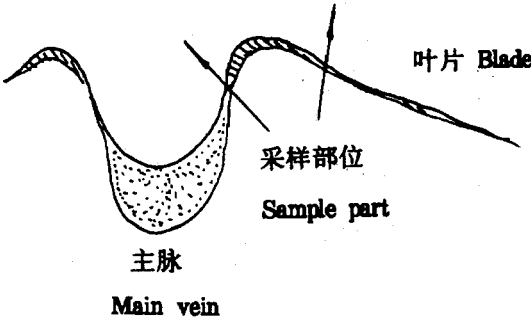


图2 叶脉采样位置示意
Fig 2. The sampling part of leaf vein

表 1 香蕉不同采样株数的叶位差值比较 (1989, 惠阳)
Table 1 The Vm/Im ratio of various samples

K ₂ O (kg/亩)	Vm/Im值			
	10株平均 10 trees average	10株混合 10 trees mixed	20株混合 20 trees mixed	30株混合 30 trees mixed
0	0.12	0.12	0.16	0.17
4	0.82	0.74	0.71	0.84
60	0.81	0.93	0.89	0.85
80	1.17	1.11	1.04	1.07

围内的有59组。将这些数据再作假设检验,若按预定允许偏离的数值占10%,则采用适合性预定测定(X^2 测定),得出10株混合样结果的偏离略大于预定偏离($X^2 = 5.19 > X^2_{0.05} = 3.84$)。可见采用本分析方法混合样本仍具有一定的精确度,可以节省大量劳力。如果以习惯采样2%计,一个混合样就足以代表4亩左右的香蕉种植面积。

(四) 浸提方法

据浸提方法正交试验的直观分析,以影响鲜样中钾的溶出率的三个因子的极差值(R)比较看出,切样大小(24.3%)>盐酸浓度(15.1%)≥浸提时间(10.4%)。表明切样大小是影响溶出率的主要因素。

再比较三个因子中的三个水平(K值)表明:切样大小为0.1>0.5>1.0cm;盐酸浓度为1≥0.1>0mol/L;浸提时间为24≥6>2小时(静置)。经统计分析,盐酸1mol/L与0.1mol/L的差异不明显,浸提时间6小时与24小时差异也不明显。为此得出优化因子为切样0.1cm,用0.1mol/L盐

酸浸提6小时,摇动2~3次。按照这一组合再测定一些样本,得出含 K_2O 4.81%~4.83%,为用原样直接干灰化测定结果4.95%的97.5%。又将浸提后的残渣用于干灰化测定,其含钾量约占原样含钾量的3.5%左右,原因是鲜样体积大,一次性浸提使残渣中仍保留有少许浸出液所致。

三、讨 论

(一) 采用叶位差诊断的合理性

香蕉的吸钾量增加几乎与生长发育进程同步。据测定,香蕉从18叶龄至收获期干物增加占60%,吸钾量增加占50%,分布日趋不均匀。其端顶含钾增高,直至现蕾前到达高峰,叶片含钾可达7%~8%;之后又向果穗迁移,果轴可高达14%以上。说明香蕉在整个发育过程不断从土壤吸钾,又不断自下部的贮钾组织向上转移钾素的过程。因此,土壤供钾不足必然加剧假茎、下位叶钾素的再利用。许多文献报导,呈钾饥饿征状的蕉株首先从下位叶、老叶的叶柄开始,叶片变黄,主脉折断,施钾则大大增加青叶片数和叶面积^[5]。采用叶位差诊断就是以这种生物学特性为依据的。

(二) 应用 V_m/I_m 值判断香蕉体内钾素营养的丰缺

根据各叶位上含钾量的交汇点普遍出现在施 K_2O 50~60kg/亩处理是具有典型意义的。它说明低位叶这个贮钾部位的钾素向上运输与从根部吸收的量处于动态平衡之中,即 $V_m/I_m = 1$ 。当土壤供钾不足,低位叶贮钾被消耗,含钾下降,此时 $V_m/I_m < 1.0$;相反,供钾充裕,低位叶贮钾量增加,含钾升高,则 $V_m/I_m > 1.0$ 。为此拟定:

$V_m/I_m < 1.0$ 为供钾不足,

$V_m/I_m > 1.0$ 为供钾充足。

这个值仅是钾素营养状况的特征值,不是限值,高于1.0仍有增产。一般大田多在0.6~0.8之间,表明广东香蕉仍属施钾不足。

(三) 叶位差法与传统第三叶叶片法诊断的比较

1. 应用叶位差法可以及早诊断,有较宽松的采样期 第三叶叶片含钾量受生育期的影响而不断变化,掌握合适采样期比较困难。如1986年在四会试验地,5月为3.14%,6月达4.62%,至9月现蕾又降为3.35%,彼此相差达40%~50%。1989年在一处试验地比较过两种诊断方法,在伸长期-花芽分化期的15、18、21叶龄三个采样期, V_m/I_m 值均无明显区别($F = 0.97 < F_{0.05} = 5.1$),还显示 V_m/I_m 值与鲜果产量变化一致。而使用第三叶叶片法,结果虽随施钾量而增,也与鲜果产量有一定关系,但中间有异常变动,还有一些异常值,施钾多的含钾反比施钾少的低;不施钾也出现一处含钾丰富的结果(表2)。还由于第三片叶含钾受生育期影响,一般要求在含钾的高峰期采样。然而含钾的高峰期已接近现蕾,此时即使诊断确知缺钾需要施肥已为时过晚而失去诊断意义。叶位差法的有效采样期则不受绝对含钾量限制,而15~18叶龄正值假茎伸长期,是施肥的重点时期,诊断后可以及时追肥。调查还证明,在母株与吸芽共存的情况下,采用母株材料与吸芽材料的结果很接近。母株25~27叶龄的 V_m/I_m 值为0.66~0.77,与其共存的吸芽15~18叶龄, V_m/I_m 值为0.69~0.68。说明叶位差诊断的适宜采样期很广,具有良好的应用价值。

表 2 香蕉不同叶龄采样的叶位差法与第三叶法结果比较(1989, 惠阳)
Table 2 Comparison of two diagnosis methods at sampling stage of different leaf age

施钾量 K ₂ O applied (kg/mu)	鲜果产量 Fruit yield (t/mu)	Ratio of K content between 5th and 1st blade (Vm/Im)			第三叶片(K ₂ O%) K content of 3rd blade		
		叶龄 leaf age			叶龄 leaf age		
		15	18	21	15	18	21
0	0.74	0.24	0.25	0.12	2.92	1.97	4.04
40	1.71	0.90	0.61	0.81	4.47	3.78	5.11
60	1.76	0.79	0.88	0.82	5.16	8.32	6.22
80	1.84	1.20	0.98	1.17	4.35	4.82	4.89

2. 可消除不同香蕉品种之间含钾差别所造成的影响 1991年调查了同一施钾水平, 叶龄相近的七个香蕉常见品种: 高州中把、矮香蕉、菲律宾、高脚遁地雷、天宝、威廉斯、东莞中把等, 同时用两种诊断方法测定。结果是用第三叶叶片法得出的结果的变异系数达136%, 而使用Vm/Im值诊断结果的变异系数仅为7%, 受品种的干扰少。

表 3 香蕉不同品种采样的叶位差法与第三叶法结果比较 (1991, 东莞)
Table 3 Comparison of two diagnosis methods with banana varieties

诊断方法 Diagnosis	高州中把	矮香蕉	菲律宾	高脚遁地雷	天宝	威廉斯	东莞中把	CV%
Vm/Im值	1.03	0.98	0.93	1.09	1.01	0.90	1.10	7
第三叶片 3rd blade (K ₂ O%)	5.34	5.70	3.33	5.11	5.16	7.60	3.33	136

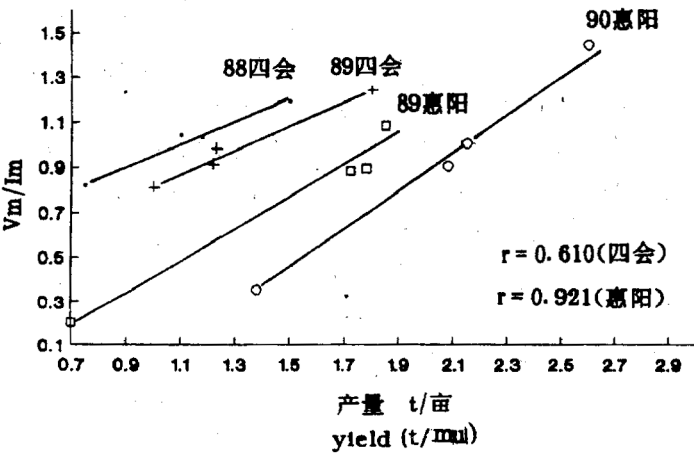


图3 叶位差值与香蕉产量的关系
Fig.3 Relationship of Vm/Im with yield of banana

(四) Vm/Im值与香蕉鲜果产量有良好相关

将四会、惠阳两县连续两年施钾量试验的鲜果产量与蕉株相应的Vm/Im值整理成图3。结果看出, 在相同条件下(地点、年度), 随Vm/Im值的增加香蕉的产量也增加, 彼此有良好的线性关系, 并达到显著和极显著程度。

参 考 文 献

- [1] 华南农学院主编,果树栽培学各论(南方本)上册.农业出版社,p118
- [2] 农业部科技司主编,1991:中国南方农业中的钾.农业出版社,p232
- [3] Lahav E., Baraket M., Zamet D., 1981: *Fruits*. 36(7/8) 417~420
- [4] Lahav E., 1972: *Trop Agri (Trinidad)* 49(4):321.
- [5] Lahav E., Turner D.W., 1982: *Banana Nutrition*. IPI-Bulletin 7:51

STUDY ON THE UTILIZATION OF THE RATIO OF LEAVES K CONTENT FOR K NUTRIENT DIAGNOSIS OF BANANA

Liang Xiaoyan Miao Qing

(Soil and Fertilizer Institute, Guangdong AAS, 510640)

Summary

A Study on the utilization of the ratio of K content between 5th and 1st leaves (V_m/I_m) for K nutrient diagnosis was carried out in 1986~1991. It was found that the K content tested by routine method with 3rd blade greatly varied caused by many factors, but comparatively smaller by K supplement. The most sensitive part to K fertilization was in the mid-upper midrib at low positions. The relative value of K content, expressed by V_m/I_m , in the midrib between 5th and 1st leaves from top, was used for evaluating the K nutrient status of banana. The sampling part was in the connective zone between midrib and blade. The feasibility of testing by mixture samples was defined and three factors affecting extraction rate were compared. Based on the above mentioned results, the index V_m/I_m was set, the value <1.0 as K deficiency, >1.0 as sufficiency. This method offered a longer period for sampling than 3rd blade did and eliminated the trouble caused by the difference of K content among the varieties, and make the application more convenience. V_m/I_m value had significant positive correlation with fresh-fruit yield.

Key Words Banana, Diagnosis, Potassium, Midrib.