

钾素对荔枝光合性能、碳水化合物积累及座果的影响

邓义才* 倪耀源 陈乃荣
(园艺系)

摘要 施钾对叶片单位面积的叶绿素含量增加虽无显著效应,但在氮磷营养配合下,施钾能明显增强光合效能,提高净光合速率,降低暗呼吸速率、光呼吸/净光合比值及光补偿点和 CO_2 补偿点。

结果树施钾能明显促进荔枝秋梢叶片中钾和碳水化合物积累,提高开花座果期间叶片的钾和淀粉水平,降低相对落果率。花后叶片中钾和淀粉含量显著减少。试验认为,荔枝花后树体钾素营养的不足和果实中钾浓度的下降可能与第一次生理落果有密切关系,而果实发育中后期的碳水化合物的不足则成为影响荔枝产量的主要因子。

关键词 荔枝; 钾; 净光合速率; 碳水化合物

荔枝 (*Litchi chinensis* Sonn.) 为原产我国南方的珍果,并且是主要的创汇水果之一,但当前的荔枝生产远远不能满足市场的需求,存在的主要问题仍然是座果不稳定,产量低,而树体营养不良可能是主要的影响因素之一^[9]。

荔枝的生长发育与钾素营养有密切关系^[4,10],在柑桔、香蕉、番木瓜等果树上的研究已表明,施钾能增加座果和提高产量;荔枝的光合速率很低^[1],而钾具有增强光合作用^[6,11]、促进碳水化合物运输和积累^[2,4]的功能。因此,关于钾素与荔枝光合作用关系及其对碳水化合物积累和座果影响的研究,有着重要的理论和实践意义。

1 材料与方法

本试验于 1989 至 1990 年在华南农业大学园艺系荔枝园进行,分盆栽幼树试验和大田结果树试验两部分。

1.1 盆栽幼树试验 以 3 年生“糯米糍”品种为材料,植株移栽至盆中处理前在果园苗木区土壤中先停止施肥 5 个月。试验设 4 种处理水平,分别以对照 (NP)、中钾 (NPK_1)、高钾 (NPK_2) 和单钾 (K) 表示。施肥水平依次为每盆 (1 株) 0 g, 70 g, 140 g 和 75 g 氯化钾。除单施钾处理外,其它处理施氮磷水平相同:盆施尿素 100 g,过磷酸钙 70 g。试验重复 4 次,处理时间从 1990 年 5 月开始,施肥方式采用液施,每月 1 次,分 7 次施用。

1.2 大田结果树试验 以 15 年生“怀枝”品种为试材,设施钾 (+K) 与对照 (CK) 两个处理水平,随机排列,重复 6 次。试验从 1989 年 7 月采果后开始,采用土壤施肥和根外喷肥结合的处理方式:土壤株施氯化钾 2 kg、尿素 2 kg 和过磷酸钙 1 kg,于采果后、花芽分化前和开花后分 3 次施用;根外喷肥每月 1 次,喷用肥料种类及浓度为 0.3% 氯化钾 +

* 邓义才现在广东省农业科学院工作

1992-10-04 收稿

0.3%尿素+2%过磷酸钙浸出液及少量微量元素溶液。对照除不施氯化钾外,其它营养相同。

叶片采样选取树冠各向中上部成熟枝梢第二至第三复叶的第2~3对正常小叶,果实样品采回后将皮、种子、肉分开保存和分析。钾离子用浓 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 消化提取,火焰光度计法测定;叶绿素用混合液提取法测定;光合作用测定采用 FQ-W 型红外线 CO_2 分析仪,光源为 500W 生物效应灯,气流速度为 48 L/h,用不同层纱布遮盖叶室调节光强测定光合作用对光强的反应,用 CO_2 不同浓度气体充入叶室测定光合作用对 CO_2 浓度的反应;可溶性糖和淀粉测定用蒽酮比色法。

2 结果与分析

2.1 钾素对荔枝光合性能的影响

2.1.1 不同施钾水平对叶片中钾和叶绿素含量的影响 结果显示(表1),施钾处理明显提高了叶片钾含量。不同处理间,叶片的钾含量水平表现随施钾量增加而升高,但在 NPK_1 和 NPK_2 间的差异相对较小。对叶绿素的影响,施钾处理(NPK_1 和 NPK_2)比对照虽有增加但不明显,单施钾处理的叶绿素含量则表现最低,说明钾并不是影响叶绿素的主要因子,相反施钾过多,对叶绿素的形成反而不利。

表1 不同施钾水平对叶片中钾和叶绿素含量的影响*

处 理	时 期 (日/月)					
	3/8		28/9		9/12	
	钾含量 (K %)	叶绿素含量 (mg/dm ²)	钾含量 (K %)	叶绿素含量 (mg/dm ²)	钾含量 (K %)	叶绿素含量 (mg/dm ²)
NP (CK)	0.85	3.56 A	0.72	3.60 A	0.65	3.21 A
NPK_1	1.18	3.87 A	1.16	3.79 A	1.05	3.63 A
NPK_2	1.36	3.77 A	1.40	3.74 A	1.28	3.32 A
K	1.25	2.93 B	1.34	2.46 B	1.18	2.24 B

*:同一时期处理间,数据后面英文字母不同表示差异显著,达 $P<0.01$ 水平(新复极差测验, $n=3$)

2.1.2 不同施钾水平对叶片光合性能的影响 通过对荔枝叶片几种主要光合性能的测定结果表明(表2),在氮磷配合下,施钾比对照具有明显提高净光合速率,降低暗呼吸速率和光补偿点与 CO_2 补偿点的作用;虽然施钾与对照间的绝对光呼吸值差异不大,但施钾处理使反映相对光呼吸的光呼吸/净光合比值明显降低。光合的综合效能,以 NPK_1 处理的最好,其次是 NPK_2 处理的,NP 的较差,单钾处理的由于叶片含氮不足,表现淡绿,光合效能最差。

表2 不同施钾水平对叶片几种主要光合性能的影响

测 定 内 容	NP (CK)	NPK_1	NPK_2	K
净光合速率 (mg CO_2 /dm ² · h)	4.20	6.30	5.80	3.38
暗呼吸速率 (mg CO_2 /dm ² · h)	2.36	1.54	1.35	1.87
光呼吸速率 (mg CO_2 /dm ² · h)	4.28	4.30	4.21	3.62
光呼吸/净光合比值	1.02	0.68	0.73	1.07
光补偿点 (Lux)	1100	400	430	780
CO_2 补偿点 (ppm)	150	95	100	110

2.2 钾素对荔枝碳水化合物积累及座果的影响

2.2.1 钾处理对叶片中钾和碳水化合物积累的影响 施钾处理明显增加了同期叶片钾含量(图1)。在花芽分化至果实成熟期间叶片中钾含量的动态变化呈逐渐下降趋势,最明显时期是盛花后,对照处理的花后叶片中钾水平降至接近最低值,并表现缺钾症状,此时钾含量只有0.36%。

施钾也明显促进了秋梢叶片碳水化合物积累,提高了开花座果期间叶片的淀粉含量(图1)。相关分

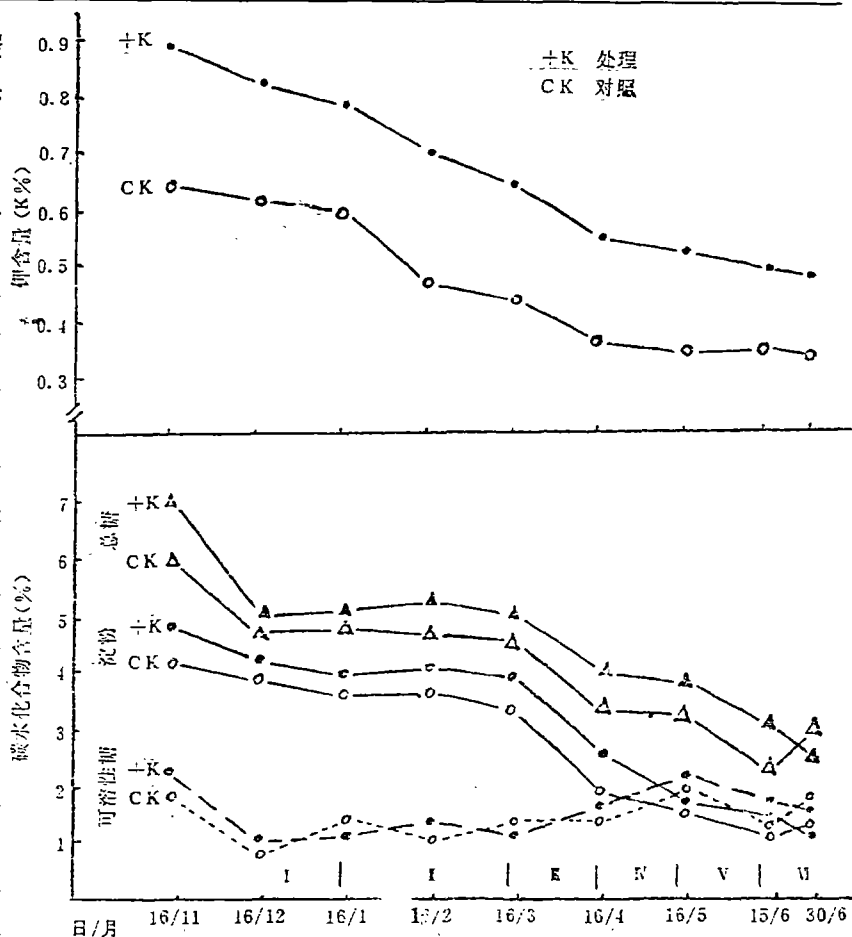


图1 施钾处理对叶片中钾和碳水化合物含量动态变化的影响

析表明,不论施钾处理还是对照,钾与淀粉和总糖之间都有显著相关性,但施钾比对照的相关系数值要高。各时期叶片总糖变化主要取决于淀粉含量变化,其动态变化趋势表现随着开花和果实发育而逐渐下降,盛花后淀粉下降最多,果肉包核期间(中果期)叶片中的淀粉和可溶性糖都再一次表现明显下降,对照的此期降至接近最低水平,并且出现严重落果,落果后枝梢叶片中的淀粉和可溶性糖含量均呈一定回升趋势。

2.2.2 钾处理对果实发育过程中钾变化的影响 对果实发育的不同阶段钾变化的测定表明,施钾还能提高果实中钾百分含量和全果含钾量(图2)。果实中的钾百分含量在幼果期呈明显下降趋势,5月上中旬的第1次大量生理落果时期下降幅度最大,果肉进入包核阶段则变化不大。全果含钾量在幼果期增加比较慢,进入包核阶段则随果肉发育而迅速增加。相关分析显示,全果含钾量变化与果实横径增长成极显著正相关: $r_{\alpha} = 0.9801^{**}$, $r_{+k} = 0.9780^{**}$,说明果实在发育过程中需从树体吸收大量钾素,果皮转色后(成熟期)钾则不再增加。

2.2.3 钾处理对座果的影响 果实发育期间的生理落果情况,表现在盛花后7~9天未授粉受精花大量脱落过后,于5月上旬末至中旬初出现第1次大量生理落果,5月底至6月初出现第2次生理落果。这两次落果高峰时期的相对落果率(rAR),施钾处理的分别为 $4.2\% \cdot \text{天}^{-1}$ 和 $2.6\% \cdot \text{天}^{-1}$,对照组的分别为 $4.8\% \cdot \text{天}^{-1}$ 和 $3.3\% \cdot \text{天}^{-1}$,经t测验表明,施钾比对照的这两个时期的相对落果率均显著降低。

3 讨论

3.1 关于钾素与荔枝光合性能和碳水化合物积累的关系

施钾对单位面积叶绿素含量增加虽无显著效应,但明显促进了荔枝光合作用,据蒋德安^[5]对水稻的研究认为这与钾能提高叶绿体的光化学活力有关。本研究认为还与钾能减少呼吸消耗、增强光合的综合效能有关:试验显示,施钾比对照具有较低的暗呼吸速率、光呼吸/净光合比值、光补偿点和 CO_2 补偿点,不过这种作用须在一定氮磷营养配合下才能实现。

施钾处理由于增强了荔枝光合综合效能,从而明显提高了树体碳水化合物营养的积累水平。

3.2 关于荔枝钾素和碳水化合物积累与座果的关系

钾是植物体中最活跃的离子,它对引起落果有关的激素水平与平衡具调节作用,高钾在某种程度上还有类似激动素的效应^[3]。本试验结果显示,由于荔枝开花对钾的大量消耗(测定施钾和对照盛花期雌花的钾含量分别为1.78%和1.65%,比同期叶片的钾含量分别高3.2倍和4.2倍),盛花后树体表现钾营养不足,果实中钾浓度也下降,接着即出现第1次生理落果高峰,施钾处理比对照显著减少了这次落果,可能因为相对的高钾浓度调节了与落果有关的内源激素平衡,在一定程度上抑制了果柄离层的形成。

Goldchmidt^[7]认为,座果和果实发育需要大量的能量,并可能受可利用的碳水化合物供应的限制。本研究的结果表明,荔枝开花和果实发育对碳水化合物的消耗是十分明显的:开花期和果肉包核阶段叶片中的淀粉含量都表现显著下降,在果肉包核过程中的第2次生理落果高峰期,对照的部分植株由于淀粉和可溶性糖均降至接近最低水平而出现严重落果,落果后淀粉和可溶性糖含量则又出现回升趋势,淀粉和可溶性糖水平高的挂果植株则表现随果实的继续发育而一直下降,说明荔枝果实发育中后期碳水化合物的不足与第2次生理落果密切相关并成为影响产量的主要因子。据试验测定,果肉包核前叶片总糖低于3%,包核阶段低于2%时,则较难满足果实继续发育的营养需要而获得产量。

3.3 关于荔枝钾肥的施用

本试验对幼树的试验结果显示,NPK₁配比的处理最适合荔枝的枝叶生长与光合作用,NPK₂配比处理的钾则表现一定程度的超量,认为幼树施肥钾素的用量一般以不超过氮素用量为宜,在此范围内增施钾肥有利于树体的正常生长发育。对结果树来说,由于荔枝光合速率低,养分积累也低,而开花结果阶段又正值梅雨季节,光合作用更少,故施肥上通过钾与氮磷等的合理搭配使用,以增强叶片的光合效能,提高当年树体营养积累水平,对次年产量的形成有着重要意义;由于荔枝果实生长发育对钾营养的需求量很高,而花的发育又要带走大量的钾,开花后往往导致树体钾营养的不足,因此开花结果多的植株合理增施

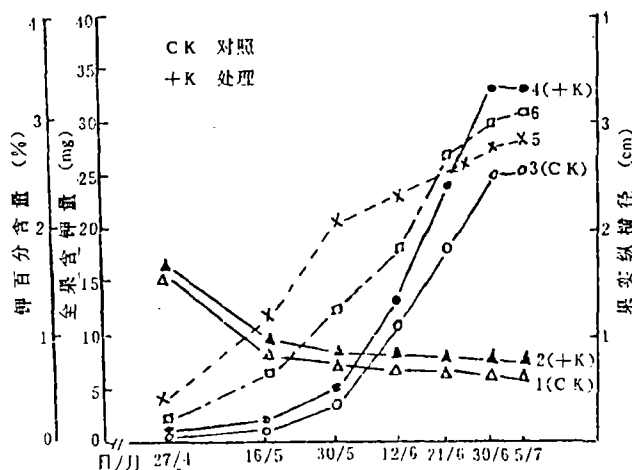


图2 施钾处理对果实生长发育过程中钾含量变化的影响

钾肥, 尤其开花前后及时补充钾素, 对开花后果实的发育显得特别重要。

参 考 文 献

- 1 孙谷畴. 荔枝的光合特性. 武汉植物学研究, 1987, 5 (2): 165~172
- 2 沈伟其. 钾素对水稻个体及群体的生理效应. 浙江农业大学学报. 1988, 14 (1): 101~106
- 3 周燮, 徐义俊. 无机营养对于植物激素平衡的影响. 见: 南京农业大学主编植物营养生理进展. 1985, 1~9
- 4 倪耀源. 荔枝果实发育期间矿质营养的研究. 华南农业大学学报. 1986, 7 (4): 5~10
- 5 蒋德安, 饶立华, 彭佐权. 钾对水稻产量形成的一些生理效应. 浙江农业大学学报, 1987, 13 (4): 441~444
- 6 Geiger D R and Conti T R. Relation of increased potassium nutrition to photosynthesis and translocation of carbon. Plant physi. 1983, 71: 141~144
- 7 Goldschmidt E E and Golomb A. The carbohydrate balance of alternate-bearing citrus trees and the significance of flowering and fruiting. J Amer Soc Hort Sci. 1982, 107 (2): 206~208
- 8 Hartt C E. Effect of potassium deficiency upon translocation of ^{14}C in attached blades of sugarcane. Plant Physiol. 1970, 45: 183~187
- 9 Menzel C M. Lychee nutrition: a review. Scientia Hort 1987, 3 (3/4): 195~224
- 10 Paull R E and Huang H B et al. Litchi growth and compositional changes during fruit development. J Amer Soc Hort Sci 1984, 109 (6): 817~821.
- 11 Terry N and Ulrich A. Effect of potassium deficiency on the photosynthesis and respiration of leaves of sugar-beet. Plant Physiol. 1973, 51: 783~786.

EFFECTS OF POTASSIUM ON PHOTOSYNTHETIC CHARACTERISTICS, CARBOHYDRATE ACCUMULATION AND FRUIT-SET IN LITCHI

Deng Yicai Ni Yaoyuan Chen Nairong

(Department of Horticulture)

Abstract Potassium treatment did not obviously increase chlorophyll content per unit leaf area, but increased the net photosynthetic rate, decreased the rate of respiration, the ratio of photorespiratory rate/net photosynthetic rate, light compensation point and CO_2 compensation point. The results also showed that the stimulating photosynthetic function of potassium was affected by the application levels of nitrogen and phosphorus.

Potassium treatment significantly increased potassium content and carbohydrate accumulation in leaves and decreased relative abscission rate of fruits. The contents of both potassium and starch in leaves rapidly declined after full bloom. It was suggested that the first wave of fruit-drop be closely related with lack of potassium of trees after full bloom and a decline of potassium concentration of fruits, while carbohydrate deficiency be a main factor in the second wave.

Key words Litchi; Potassium; The net photosynthetic rate; Carbohydrate