

钾对荔枝光合作用和呼吸作用的影响

邓义才* 倪耀源 陈乃荣

(华南农业大学园艺系, 广州, 510642)

摘要 施钾能增强荔枝的光合作用。对光合的动态变化测定表明,在光照强度和 CO_2 浓度低的条件下,施钾对光合速率的提高更加明显。施钾也能降低荔枝的暗呼吸速率以及抗坏血酸氧化酶和多酚氧化酶活性。试验还显示,当氮磷营养不能正常配合供应时,则不能较好地产生以上效应。通过真空渗入 K^+ 法的测定表明,钾在一定浓度范围内对光合的促进作用与抑制暗呼吸作用有关。

关键词 荔枝;钾;光合作用;呼吸作用

中图分类号 S667.101

我国是世界上荔枝种植规模最大的国家,但产量低而不稳一直制约着荔枝生产的发展。近年来的一些研究表明,荔枝的光合速率低和体内碳水化合物供给不足对荔枝本身生长发育以及座果与产量均是一个重要的限制因素(孙国畴,1987;邓义才等,1993),生产上采取提高光合效率和光合产物供应水平的措施能明显改善座果(袁荣才等,1992;邓义才等,1993)。试验发现钾营养对荔枝的光合速率、碳水化合物积累和座果有很好的调节功能,本文进一步从生理上探讨了钾对荔枝光合作用和呼吸作用的影响(尚未见有研究报道),为指导生产上正确施肥以提高荔枝光合生产能力提供了理论依据。

1 材料与方 法

用于氧电极法试验测定的材料来源于园艺系荔枝园的16年生“怀枝”结果树。试验处理从采果后即开始停止钾肥的施用,其它肥料的施用则按如下方式进行:土壤每株施用尿素和过磷酸钙分别为2kg和1kg,分3次施用;每月用0.3%尿素+0.3%过磷酸钙溶液及微量元素(每10L溶液加硫酸亚铁0.15g,硫酸锌0.0025g,硫酸铜0.001g)进行1次根外喷肥,处理至次年3月采样测定。

不同施钾水平试验用“糯米糍”幼树。植株处理前先停止施肥5个月,再移栽至盆中(每盆1株)。试验设4种处理水平,施用的氯化钾量分别是对照(NP)0g,中钾处理(NPK_1)70g,高钾处理(NPK_2)140g,单钾处理(K)75g,重复4次。除单钾施肥处理的外,其它处理的施氮磷水平相同:每盆施尿素100g和过磷酸钙70g,采用液施,分7次施用,每月1次。

测定叶样选用树冠各向中上部成熟枝梢第2至第3复叶的第2~3对发育正常小叶。介质中不同 K^+ 浓度下的光合作用测定采用氧电极法,叶片测定前先用蒸馏水洗净、擦干,然后用打孔器取直径为0.55cm的叶圆片15片,放入加有不同浓度的KCl反应液(pH为7.8的Tricine-NaOH+ NaHCO_3)中,把反应液真空渗入叶圆片,预照光10min后即转入已平衡好的反应液进行测定。不同光照强度和 CO_2 浓度下的光合作用测定采用FQ-W型红外线

1993-10-11 收稿

*现在广东省农业科学院工作。

CO₂微量分析仪,气流速度为48 L/h,用不同层纱布遮盖叶室调节光强(光强变化为0~1500 μmol 光量子 $\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)测定光合作用对光照强度的响应;用CO₂不同浓度气体充入叶室测定光合作用对CO₂浓度的响应(光强为680 μmol 光量子 $\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)。抗坏血酸氧化酶和多酚氧化酶活性的测定参照X.H.波钦诺克(1981)的碘液滴定法,两种酶活性单位均以每克鲜重组组织每分钟各自氧化抗坏血酸的毫克数表示。

2 结果与分析

2.1 介质中K⁺浓度对叶片光合强度和呼吸强度的影响

本试验用抽真空将K⁺直接渗入叶圆片的方法,测定了在不同K⁺浓度的系列反应液中叶圆片的光合强度与暗呼吸强度变化,结果如图1所示。

在渗入叶圆片的K⁺浓度为 $3.5 \times 10^{-4}\%$ ~ $7.0 \times 10^{-3}\%$ 之间时,显著提高了叶圆片的光合强度,同时也降低了暗呼吸强度;当渗入的K⁺浓度增加至 $1.4 \times 10^{-2}\%$ 时,光合强度与暗呼吸强度又恢复到原来水平;继续增加K⁺浓度,光合强度变得越来越低,暗呼吸则变化不大;当渗入的K⁺浓度增至2.8%时,测得的净光合值为负值,此时的暗呼吸也变小。

2.2 不同施钾水平叶片光合作用对光照强度和CO₂浓度的响应

2.2.1 不同施钾水平叶片光合作用对光照强度的响应

光照强度变化对叶片光合作用的影响程度因施钾水平不同而不同(图2)。4种钾处理水平下叶片光响应曲线的基本趋势是:在小于 $150 \mu\text{mol}$ 光量子 $\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光照强度下,光合速率随光照加强呈近似直线上升;当光照增至 $450 \sim 750 \mu\text{mol}$ 光量子 $\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,光合速率变化缓慢升高。测定还显示,当光照强度大于 $1200 \mu\text{mol}$ 光量子 $\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,光合速率开始表现成下降趋势。

不同钾水平处理间的光合速率以NPK₁和NPK₂最高,且与CK

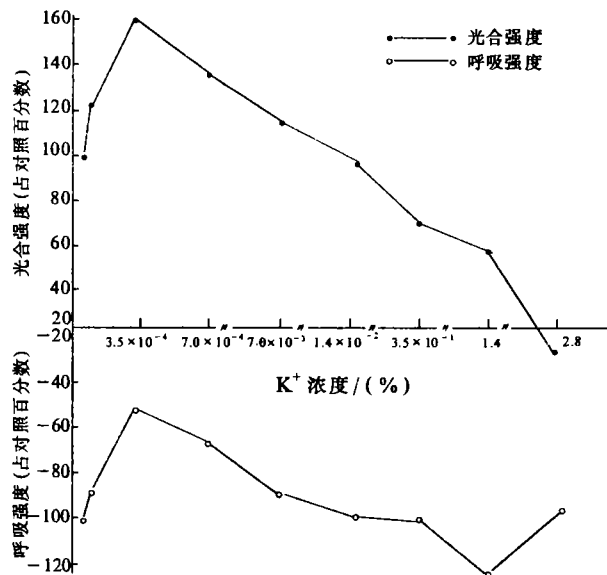


图1 真空渗入不同K⁺浓度对荔枝(怀枝)叶圆片光合强度和呼吸强度的影响

注:本试验中,对照的光合强度和呼吸强度100%值分别为 0.89 和 $1.2 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

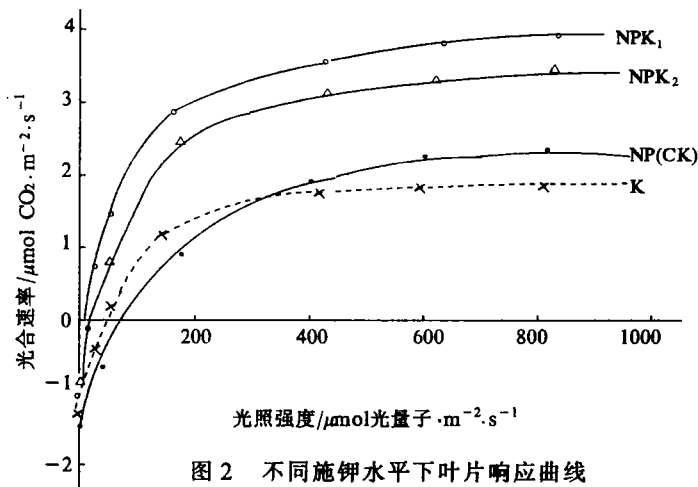


图2 不同施钾水平下叶片响应曲线

之间具明显差异。在光照强度较弱条件下,各个施钾处理的光合速率均高于CK,而且在低于 $350 \mu\text{mol 光子} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 光照强度下,施钾处理的光合作用随光照强度升高,增加速率比CK快。当光照强度升至 $350 \mu\text{mol 光子} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上时,单K处理的光合速率降至比CK低,这可能是由于叶片含氮磷等营养不足使叶片颜色偏淡之故。图2还显示,各施钾处理的暗呼吸速率均低于CK。

各处理的光补偿点和光饱和点测得值分别如下: NPK_1 处理为 15 和 $720 \mu\text{mol 光子} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; NPK_2 处理为 20 和 $750 \mu\text{mol 光子} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 单K处理为 30 和 $570 \mu\text{mol 光子} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; CK 为 40 和 $680 \mu\text{mol 光子} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。 NPK_1 和 NPK_2 处理比CK降低了光补偿点,提高了光饱和点。

2.2.2 不同施钾水平叶片光合作用对 CO_2 浓度的响应 CO_2 浓度变化对不同施钾水平叶片光合作用的影响如图3所示。相关分析表明,各处理在 CO_2 浓度低于 $2.5 \times 10^{-2} \%$ 以下时,光合速率对 CO_2 浓度响应均表现显著直线相关。当 CO_2 浓度增至 $2.5 \times 10^{-2} \%$ 以上时,光合速率表现为曲线上升趋势。

不同钾水平处理间,随 CO_2 浓度增加,叶片净光合速率升高最快的是 NPK_1 , 由开始时的相对最小变至相对最大,其次是 NPK_2 , 而且 NPK_1 和 NPK_2 的光合作用升高速度均明显快于CK。单K处理与CK之间无显著差异。从图3显示,施钾处理对叶片光呼吸速率的影响与暗呼吸变化情况有所不同, NPK_2 和单K处理比CK稍低, NPK_1 则比CK稍高。

2.3 不同施钾水平对叶片抗坏血酸氧化酶和多酚氧化酶活性的影响。

荔枝含较多的酚类物质,多酚氧化酶活性也很高,这在果实中已做过不少研究。本试验测定了不同施钾处理水平下荔枝叶片的抗坏血酸氧化酶和多酚氧化酶活性,结果所示(图4),施钾处理对降低这两种酶活性均有不同程度的作用:二种酶活性均以CK表现最大;单K处理的次之; NPK_1 和 NPK_2 处理的则明显低于CK,其中又以 NPK_2 处理的最低。

3 讨论

3.1 钾与荔枝光合作用和呼吸作用的关系

关于钾对光合作用和呼吸作用影响的研究,在一些作物上已有报道(Terry et al, 1973; Peoples et al, 1979)。本试验对荔枝叶片测定表明,钾对荔枝的光合作用具明显促进功能:施钾能提高荔枝的净光合速率,在光照强度弱和 CO_2 浓度低的条件下,光合速率的提高更

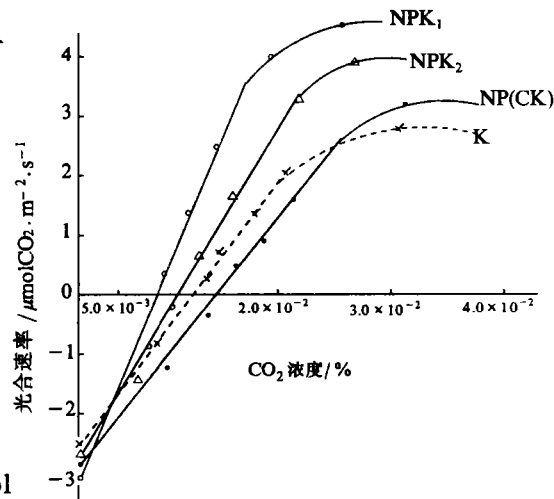


图3 不同施钾水平下光合作用对 CO_2 浓度的响应

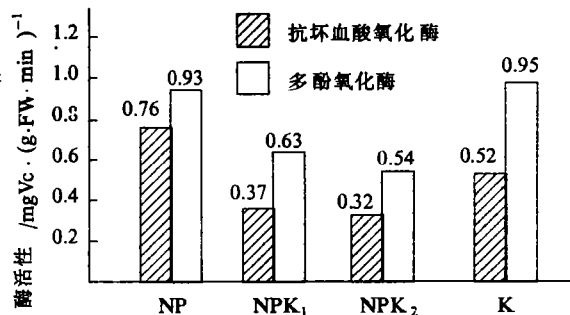


图4 不同施钾水平对叶片抗坏血酸氧化酶和多酚氧化酶活性的影响

加明显;施钾还能降低暗呼吸速率。不过这些作用需在氮磷营养的合理配合下才能体现,单施钾处理的效果不好。通过抽真空将 K^+ 渗入叶圆片的试验测定表明,钾在一定浓度范围内对光合的促进作用与降低暗呼吸作用有密切关系,但当环境中的单 K^+ 相对过多时效果则不明显,甚至对光合产生抑制作用。可能是由于单钾浓度过高,引起元素间的不平衡,使正常生理机制失调所致。钾处理对荔枝光呼吸作用的影响并不完全表现降低其呼吸速率值,当光合效能提高时,光呼吸也可能适度增大(如 NPK_1 处理),这可能因为高功效的光合作用需要一定强度的代谢消耗作为基础有关。

3.2 钾对荔枝呼吸代谢中有关氧化酶活性的作用

钾对作物生理影响的一个主要方面在于通过调节酶活性而起作用(Clarkson, 1980)。抗坏血酸氧化酶和多酚氧化酶均是重要的呼吸氧化酶,二者在呼吸作用的氧化还原过程中不能形成 ATP,但使暗呼吸作用增加。本试验对荔枝叶片的测定表明,在氮磷配合下增施钾具有明显降低这两种酶活性的作用。钾对减少暗呼吸消耗的功能与调节这类氧化酶活性有密切关系。

南方荔枝种植地区,由于在春夏荔枝开花座果期间正处于梅雨季节,光照时间短,光合作用少,而暗呼吸作用时刻都在进行,通过合理施用钾肥改善树体生理代谢机能和减少无效呼吸消耗,对提高树体碳水化合物积累供应水平、增加座果与产量都具有重要作用。

致谢 本试验在测定过程中得到生物系邓兆活副教授和何生根同学的大力协助,谨致谢意。

参 考 文 献

- 邓义才,倪耀源,陈乃荣. 1993. 钾素对荔枝光合性能、碳水化合物积累及座果的影响. 华南农业大学学报, 4(2):91~95
- 孙国畴. 1987. 荔枝的光合特性. 武汉植物研究, 5(2):165~172
- 波钦诺克 X H. 1981. 植物生物化学分析方法. 荆家海, 丁钟荣译. 北京: 科学出版社, 201~203, 209~212
- 袁荣才, 黄辉白. 1992. 通过调节源-库关系以改善荔枝座果. 华南农业大学学报, 13(4):136~141
- Clarkson D T. 1980. The mineral nutrition of higher plants. *Ann Rev Plant Physiol*, 31: 239~298
- Peoples T R, Koch D W. 1979. Role of potassium in carbon dioxide assimilation in *Medicago sativa* L. *Plant Physiol*, 63:878~881
- Terry N, Ulrich A. 1973. Effect of potassium deficiency on the photosynthesis and respiration of leaves of sugarbeet. *Plant Physiol*, 51:783~786

STUDIES ON THE EFFECTS OF POTASSIUM ON PHOTOSYNTHESIS AND RESPIRATION OF LITCHI

Deng Yicai Ni Yaoyuan Chen Nairong

(Dept.of Horticulture,South China Agr. Univ.,Guangzhou,510642)

Abstract

The dynamics of litchi leaves photosynthesis treated with different levels of potassium were studied. The results showed that potassium treatment could increase photosynthetic rate, especially when the intensity of light or CO₂ concentration was low. Potassium treatment could also decrease respiration rate and the activity of ascorbic oxidase and polyphenol oxidase. It was found that only when there were normal nitrogen and phosphorus levels in the tree could potassium treatment significantly produce these effects. Vacuum infiltration of litchi leaf discs with different K⁺ concentrations showed that the stimulation of potassium on photosynthetic rate within certain limits was related to the inhibition of respiration rate.

Key words litchi; potassium; photosynthesis; respiration