磷素对棉铃生物量形成关键期内棉铃对位叶碳代谢的影响

黄晓琳，王佳伟，李慧杰，王勤，周治国 *
（南京农业大学农学院，南京 210095）

Effect of phosphorus application on carbohydrate metabolism in subtending leaf to cotton boll during the key period of cotton boll biomass accumulation

Huang Xiaolin, Wang Jiawei, Li Huijie, Wang Qin, Zhou Zhiguo*
(Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, *China*)

摘要：我国种植业结构调整使棉花种植转向盐碱旱地，盐碱旱地土壤缺氮、贫磷、富钾，土壤速效磷含量低，严重降低了棉花产量品质。棉铃对位叶是为棉铃生物量累积提供物质的主要光合源器官，其生理代谢直接影响棉铃生物量的形成。研究棉花磷素高效利用、探索磷素对棉铃生物量形成及棉铃对位叶碳代谢的影响，可为适应棉花种植向盐碱旱地的区域性转移提供依据。本研究以磷敏感性差异显著的棉花品种鲁54（低磷敏感）和豫早棉9110（耐低磷）为材料，在江苏南京（118°50′E，32°02′N）南京农业大学牌楼试验站进行施磷量[P_2O_5用量：0 kg·hm^{-2}（磷缺乏）、100 kg·hm^{-2}（磷临界）、200 kg·hm^{-2}（磷盈余）]试验，通过分析棉铃生物量变化对施磷的响应，明确了磷素调控棉铃生物量形成的关键期为开花后18～24 d。在磷素调控棉铃生物量形成关键期内，分析了施磷对棉铃对位叶碳代谢相关物质含量、酶活性、关键酶基因表达等影响。结果表明：施磷显著提高棉铃对位叶的净光合速率，有利于光合产物的形成；施磷导致棉铃对位叶蔗糖、淀粉含量下降，但显著上调棉铃对位叶蔗糖转运蛋白编码基因（*GhSUT3A/D*、*GhSUT4*）的表达，促进了蔗糖向棉铃的转运；施磷显著上调棉铃对位叶1,5-二磷酸核酮糖羧化酶活化酶基因（*RCA*）、磷酸蔗糖合成酶基因（*GhSPS1*）、蔗糖合成酶基因（*GhSusyA*）的表达，增加了1,5-二磷酸核酮糖羧化酶（Rubisco）、磷酸蔗糖合成酶（SPS）、蔗糖合成酶（Susy）活性，促进了蔗糖的合成，同时降低酸性转化酶（AC-Inv）和碱性转化酶（AL-Inv）活性，减少了蔗糖的降解。初步确定蔗糖和Rubisco、SPS、Susy分别是棉铃对位叶碳代谢响应低磷胁迫的关键物质和关键酶，*RCA*、*GhSPS1*、*GhSusyA*是响应低磷胁迫的关键基因。较耐低磷品种豫早棉9110，低磷敏感品种鲁54棉铃对位叶碳代谢相关物质含量、酶活性以及基因表达量的变化对低磷胁迫的响应更敏感。基于棉铃对位叶的磷浓度量化了不同品种棉铃生物量形成对磷素的需求，花后18～24 d棉铃对位叶磷浓度达0.40%即可满足低磷敏感品种鲁54棉铃生物量形成期对磷素的需求，耐低磷品种豫早棉9110的临界磷浓度为0.35%。

关键词：棉花（*Gossypium hirsutum* L.）；施磷量；棉铃生物量；棉铃对位叶；碳代谢

第一作者简介：黄晓琳（1994—），女，在读博士，学生，主要从事作物生理等方面的研究工作，2020201031@stu.njau.edu.cn。 * 通信作者：周治国（1965—），男，博士，教授，主要从事作物生理生态等方面的研究工作，giscott@ njau.edu.cn。
基金项目：国家自然科学基金“低磷胁迫影响棉仁发育与品质形成的生理机制研究”