

叶、果水势和叶片光合指标对黄金梨 黄顶病发病的影响

李志军, 王 然

(青岛农业大学 园林园艺学院, 山东 青岛 266109)

摘 要:为探讨叶、果水势和叶片光合指标对黄金梨果实黄顶病发生的影响机理,对历年来发病较重植株(B)和较轻植株(A)的叶、果水势差和叶片的部分光合指标进行了测定比较研究。结果表明:在黄金梨果实的发育过程中,无论发病轻、重的黄金梨树,其果实的水势始终高于叶片,但发病重的叶片水势较低,叶、果水势差较大;处理 A 叶片和果实的水势差值始终显著小于处理 B;处理 A 的叶片净光合速率、水分利用效率和羧化效率始终高于处理 B。相关性分析结果显示,发病轻处理的叶、果水势差异与果实发病率呈极显著相关($r=0.9153$)。而发病重处理的叶、果水势差异与果实发病率呈显著相关($r=0.641$)。叶片和果实水势差的大小与果实发病率呈显著正相关($r=0.6339$);2 个处理的净光合速率、水分利用效率和羧化效率与果实发病率均呈极显著负相关,相关系数分别为 $r=-0.9579$ 、 $r=-0.9644$ 和 $r=-0.9243$ 。

关键词:黄金梨;黄顶病;水势;净光合速率;水分利用效率

中图分类号:S 661.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)04-0029-04

黄金梨(*Pyrus pyrifolia*, cv. Whangkeumbae)的黄顶病,除色泽外其它症状类似于铁头病^[1]。近年来发生较重,发病重的园片达 90%以上,轻者也达 10%左右。病果果顶硬化,皮厚肉硬,严重影响了黄金梨果实的商品价值。有关影响黄金梨果实黄顶病发生的因素说法不一,多数观点认为是缺钙和缺硼造成的^[2]。也有学者认为是由于叶片和果实的吸水方式不同,表现在水势上存在差异,导致果实对水分的竞争力减小,导致黄顶病的发生^[3]。叶片的同化能力较低时,运送到果实的同化产物也会较少^[4],进而影响果实的正常生长发育。在黄金梨果实黄顶病的发生过程中,叶、果的水分代谢和叶片的光合作用是如何影响果实发病的研究报道甚少。为探讨影响黄金梨果实黄顶病发生的叶、果水分代谢机制和叶片光合指标对其的影响,该试验以历年来发病较重的植株为试材,以发病较轻的植株为对照,对 2 种类型植株的叶、果水势差和叶片的部分光合指标进行比较,旨在探讨叶、果水势和叶片光合作用对黄顶病发病

的影响机理,为克服或减轻黄金梨果实的黄顶病发生率,全面提高黄金梨栽培的经济效益提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2010 年在山东省莱阳市优丰果树所黄金梨园进行。果园地势平坦,南北行向,株行距为 6 m×5 m,水平网架式整形,树势偏旺。土壤为沙土,有机质含量 0.92%,pH 5.5,全氮 0.086%,速效磷 108.70 mg/kg,全钾 208.82 mg/kg。管理水平较高。6 月上旬套小袋,7 月上旬套大袋。供试材料为高接后 7 a 的黄金梨树。选 3 a 来发病较轻(平均发病率 21%)的树为对照(A),以发病较重(平均发病率 82%)的树(B)为试材。单株小区,6 次重复。

1.2 试验方法

1.2.1 叶片、果实水势的测定 采用压力室法,以美国产 3000 型植物水势仪测定。测定从 6 月 5 日开始,每隔 7 d 测定 1 次,至 8 月 7 日止。每次测定时,各植株选取相同部位的、同一果台枝上的果实和果台副梢上的第 4~5 片叶,12 次重复。

1.2.2 光合指标的测定和计算 测定用美国 LICOR 公司生产的 Li-6400 便携式光合测定仪,于 6 月 10 日至 8 月 30 日,每隔 20 d 选晴天的上午测定 1 次叶片的净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、气孔导度(Gs)和胞间 CO₂ 浓度(Ci)。8 月 20 日测定上述日光合指标。测定时,各植株选取树体相同部位的新梢挂牌,每次均测定新梢上

第一作者简介:李志军(1961-),男,本科,农艺师,研究方向为果树栽培与生理。E-mail:qd8316@163.com。

通讯作者:王然(1961-),女,博士,教授,现主要从事果树遗传育种教学与科研工作。E-mail:qauwr@126.com。

基金项目:国家现代农业(梨)产业技术体系建设专项资金资助项目(nycytx-29-06)。

收稿日期:2010-12-13

的第4~5片叶,6次重复。水分利用效率 = Pn/Tr ($\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol H}_2\text{O}$); 羧化效率 = $(Pn/Ci) \times 1000$ 。利用 DPS 数据处理系统对数据进行统计分析,并对有关指标进行差异显著性测验和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 发病轻(A)、重(B)梨树的叶片和果实水势比较

由图1、2看出,在黄金梨果实的发育过程中,发病轻、重的黄金梨树叶片与果实的水势表现趋势基本一致,均是果实的水势始终高于叶片的。但发病轻的叶、果实水势差别较小。而发病重的叶片水势较低,叶、果实水势差值较大。例如6月26日,发病轻的树其果实比叶片的水势值仅高14.94%。而发病重的树其果实比叶片的水势值高58.52%,极显著的高于发病轻植株。且发病轻植株的叶片水势值一直高于发病重处理的。但2个处理果实的水势值差异不显著。相关性分析表明,发病轻处理的叶、果实水势差异与果实发病率呈极显著相关($r=0.9153$)。而发病重处理的叶、果实水势差异与果实发病率呈显著相关($r=0.641$)。说明在果实快速发育期叶片与果实的水势差较大时,即叶片的水势明显低于果实的水势时,果实得到的水分减少,进而影响了果顶细胞的正常发育,促进了果实黄顶病的发生。

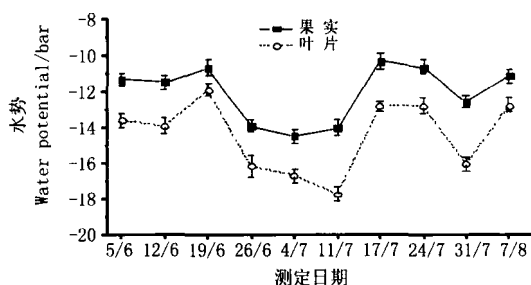


图1 黄金梨发病轻植株(A)的叶、果实水势比较

Fig. 1 Comparison between leaf and fruit water potential of light ill Whangkeumbae (A)

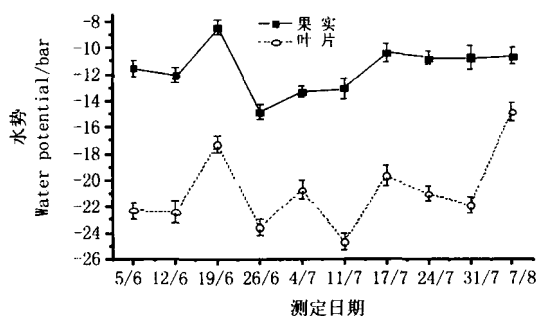


图2 黄金梨发病重植株(B)的叶、果实水势比较

Fig. 2 Comparison between leaf and fruits water potential of serious ill Whangkeumbae (B)

2.2 发病轻(A)、重(B)梨树的叶片和果实水势差比较

由图3看出,在黄金梨果实的发育过程中,处理A

的叶片和果实的水势差始终显著的高于处理B的。例如6月12日和7月24日,处理A的叶、果实水势差分别比处理B的高8 bar以上;从图3还可看出,处理A的叶、果实水势差变化较小,而处理B的叶、果实水势差变化较大。这可能与发病重植株根系的吸水能力较低有关。叶片和果实的水势差说明,叶、果实水势差值较小时,果实和叶片的供水较平衡,叶、果水分竞争性较小,果实发育正常。而叶片和果实的水势差较大,果实的水势明显高于叶片时,果实对水分的竞争性变差,甚至在蒸腾量较大时,果实内的水分会流向叶片。由于短时或长期的水分供应不足,果实发育不正常而导致发病率的提高。相关性分析表明,叶片和果实水势差的大小与果实发病率呈显著正相关($r=0.6339$)。

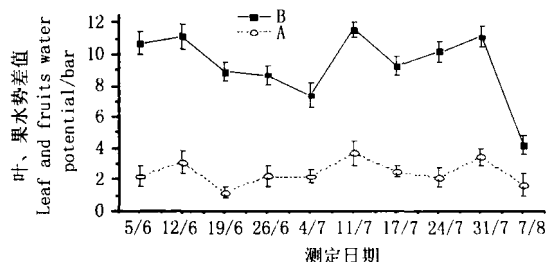


图3 发病轻处理(A)和发病重处理(B)的叶、果实水势差比较

Fig. 3 Comparison between leaf and fruits water potential of serious and light ill groups (A) and (B)

2.3 发病轻(A)、重(B)梨树的叶片光合指标比较

2.3.1 发病轻(A)、重(B)梨树的叶片光合速率比较

由图4看出,在黄金梨果实的主要发育过程中,处理A和处理B的叶片净光合速率存在显著差异。处理A的叶片净光合速率始终高于处理B的,并且从6月底开始差异逐渐变大。到7月20日,处理A的叶片净光合速率比处理B的高79.35%。二者差异达到极显著水平。图5的2个处理叶片净光合速率日变化结果与二者的季节性变化趋势相似,从7~17时,处理A的净光合速率始终高于处理B的。其显著差异主要表现在日净光合速率2次波峰前后。相关性分析显示,2个处理叶片净光合速率与发病率呈极显著负相关($r=-0.9579$)。上述结果说明,叶片的光合作用正常时,生产的同化产物较多,运送到果实的营养就较多,从而保证果实的正常生长发育。而叶片的同化能力较低时,果实得到的营养较少,故果实发育不良。

2.3.2 发病轻(A)、重(B)梨树的水分利用效率比较

果树的水分利用效率更能说明果树对水分的有效利用状况(图6、7)。由图6看出,在黄金梨果实的发育过程中,处理A的水分利用效率在多数情况下均显著的高于处理B的。这与2个处理净光合速率的变化基本一致。二者的差异从6月底开始逐渐变大。从图7的日变化结果也可看出,在8~15时区间内,处理A的水分利用

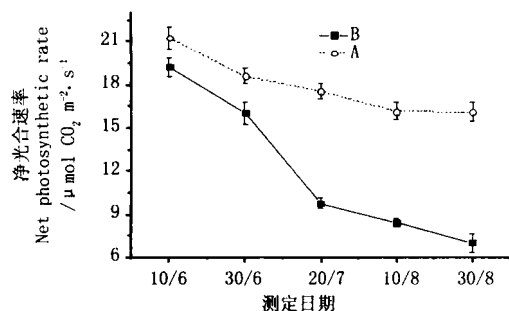


图4 发病轻处理(A)和发病重处理(B)果实生长期
叶片净光合速率变化比较

Fig. 4 Comparison of leaf net photosynthetic rate changes in fruit growth between light ill groups (A) and serious ill group (B)

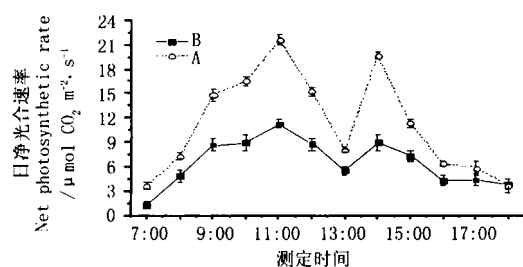


图5 发病轻处理(A)和发病重处理(B)叶片
净光合速率日变化比较

Fig. 5 Comparison of leaf net photosynthetic rate hourly changes between light ill group (A) and serious ill group (B)

效率也一直高于处理B的。相关性分析结果显示,二者的水分利用效率与果实发病率呈极显著负相关($r = -0.9644$)。上述结果说明,处理A的水分利用状况明显好于处理B的。由于处理B的水分代谢存在问题,就会导致果实的生长发育不良,从而诱发黄顶病的产生。此结果与二者水势的结果相一致。

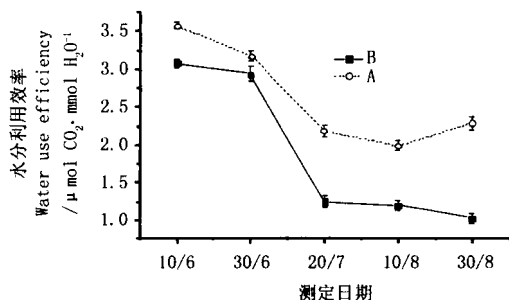


图6 发病轻处理(A)和发病重处理(B)生长期
水分利用效率变化比较

Fig. 6 Comparison of water use efficiency changes in leaf growth between light ill group (A) and serious ill group (B)

2.3.3 发病轻(A)、重(B)梨树的羧化效率比较 果树的羧化效率高说明叶片光合作用时对 CO_2 同化能力的强弱。由图8看出,在黄金梨果实的快速发育期,处理A的羧化效率一直高于处理B的。从6月底开始差值逐渐变大。从图9的日变化结果看出,在9~15时区

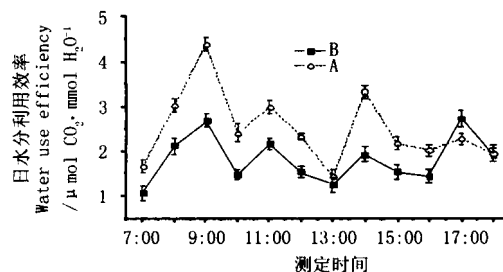


图7 发病轻处理(A)和发病重处理(B)水分
利用效率日变化比较

Fig. 7 Comparison of water use efficiency hourly changes between light ill group (A) and serious ill group (B)

间内,处理B的羧化效率明显的低于处理A的。相关性分析结果表明,二者的羧化效率与果实发病率呈极显著负相关($r = -0.9243$)。这一结果说明,处理B的羧化效率较低,其对 CO_2 同化能力较弱,叶片生产的光合产物较少,运送到果实的营养不足,从而导致果实的生长发育受阻。

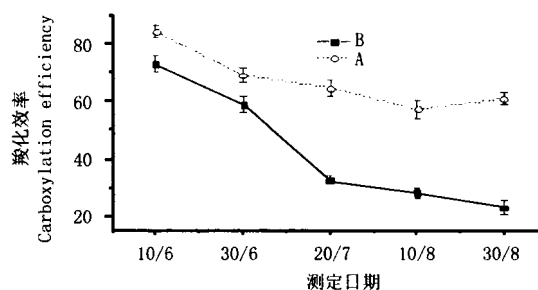


图8 发病轻处理(A)和发病重处理(B)生长期
羧化效率变化比较

Fig. 8 Comparison of Carboxylation efficiency changes in growth between light ill group (A) and serious ill group (B)

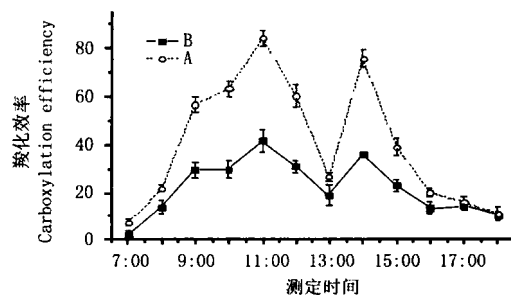


图9 发病轻处理(A)和发病重处理(B)羧化效
率日变化比较

Fig. 9 Comparison of Carboxylation efficiency hourly changes between light ill group (A) and serious ill group (B)

3 讨论

有研究表明,叶片与果实吸水形式不同,果实主要是渗透吸水,叶片主要是降压吸水,表现在水势上存在差异^[3],由于二者是库源关系又存在着水势平衡^[5]。谢花后50 d左右是贮藏营养耗尽的临界期,这时的叶片需

要大量的水分、无机营养制造光合同化物,满足自身生长和分配到生长旺盛部位。幼果在激素的作用下也在快速生长期,同样需要大量的水分和光合同化物,满足果实细胞发育所需。此期气温高,空气干燥,叶片水分蒸发量大,树体水分大量流向叶片,而果实就会发生水分亏缺。该试验结果显示,高发病率的树叶片和果实的水势差较大,易形成叶、果水分竞争,致使果实水分欠缺,甚至果实水分在高蒸腾时流向叶片,果实内细胞活性氧代谢等生理生化功能发生改变,生物膜的结构与功能遭到破坏或损伤^[6],花萼端细胞得到水分更少,细胞生长将受抑制,长期如此将导致果顶硬化。许多研究证明,果实黄顶病的发生与钙、硼等元素的缺乏有关。但钙、硼等也是靠水分运输到达植物各组织^[7],如果果实水分供应不足,钙、硼等无机营养进入果实中也相对减少,这也间接证明果实黄顶病的产生是果实缺钙和硼造成的观点是正确的^[2]。

果树的光合作用和光合产物的运输与分配,直接影响果实的生长发育。该试验结果显示,无论是季节变化

还是日变化,高发病率的树叶片净光合速率、水分利用效率和羧化效率,均显著低于低发病率的树,说明高发病率树的果实不但得到的水分和无机营养少,而且源叶同化物向果实输送的也少^[4],并且少量进入果实的同化物又被近果柄和近输导组织的细胞所用,果实上部得到的营养物质少,不能满足果实发育需要,这可能也是果实发病的原因之一。

参考文献

- [1] 孟繁佳,李春艳,孙志洋,等. 梨黄头病和萼洼黑斑病的防治种植技术[J]. 农民科技培训,2005(7):26.
- [2] 陈桂玉,黄金梨“黄头病”发生与防治[J]. 果农之友,2008(8):46-47.
- [3] 孟繁静. 植物生理生化[M]. 北京:中国农业出版社,1995.
- [4] 徐迎春,李绍华,柴成林,等. 水分胁迫期间及胁迫解除后苹果树源叶碳同化物代谢规律的研究[J]. 果树科学,2001,18(1):1-6.
- [5] 王忠. 植物生理学[M]. 北京:中国农业出版社,2008.
- [6] 曹慧,兰彦平,王孝威,等. 果树水分胁迫研究进展[J]. 果树学报,2001,18(2):110-114.
- [7] 程瑞平,束怀瑞,顾曼如. 水分胁迫对苹果树生长和叶片中矿质含量的影响[J]. 植物生理学通讯,1992,28(1):32-34.

Effects of Leaf and Fruit Water Potential and Photosynthetic Traits on Huangding Disease of Whangkeumbae Fruit

LI Zhi-jun, WANG Ran

(College of Landscape and Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract: Pear trees (B) that suffered Huangding disease seriously and trees (A) that suffered the disease slightly were used to explore the effects of leaf and fruit water potential and photosynthetic traits on “Huangding disease” of Whangkeumbae fruit. The results showed that the fruit water potential was always higher than that of the leaf in the process of fruit growth on the condition that Whangkeumbae suffered the disease slightly or seriously. The water potential of seriously-ill leaf was low and the difference of its leaf and fruit water potential was comparatively big. The difference of trees (A) was always smaller than that of trees (B). The net photosynthetic rate, water use efficiency and carboxylation efficiency of trees(A) were always higher than of trees (B). The relative analysis reveals that the treating of lightly-ill leaf and fruit were clearly related($r=0.9153$) and the treating of seriously-ill leaf and fruit were clearly related($r=0.641$). The difference between water potential of leaf and fruits and fruits disease rate was sharply positive($r=0.6339$). The difference of the net photosynthetic rate, water use efficiency and carboxylation efficiency that affect the fruit disease rate was negative ($r=-0.9579$, $r=-0.9644$ and $r=-0.9243$ respectively).

Key words: Whangkeumbae; fruits Huangding disease; water potential; net photosynthetic rate; water use efficiency