

不同灌水量对寒富苹果叶片几种糖类物质含量影响

秦嗣军¹, 张玉龙², 吕德国¹, 杨宝铭¹

(1. 沈阳农业大学 园艺学院, 辽宁 沈阳 110161, 2. 沈阳农业大学 土地与环境学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要:以盆栽寒富苹果为试材, 研究了不同灌水量对植株叶片几种糖类物质含量的影响。结果表明: 寒富苹果叶片中山梨醇含量最高, 是最重要的渗透调节物质。水分胁迫条件下山梨醇含量及其所占可溶性糖的比例均明显增加, 而蔗糖含量及其所占可溶性糖比例下降, 是寒富苹果叶片适应干旱环境的正常表现。每3 d灌1.5 L水可满足盆栽2 a生寒富苹果生长发育, 较饱和灌水可节省1/4用水量。

关键词:灌水量; 寒富苹果; 糖类物质

中图分类号: S 661.107 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)04-0037-03

寒富苹果是沈阳农业大学以东光为母本, 富士为父本育成的大果形苹果。因其具备抗寒、易丰产等良好的栽培性状, 在全国发展迅速。截止到2008年底, 全国栽植面积已达3.3万hm², 成为我国自主选育苹果品种中继秦冠苹果之后栽培面积第二大的品种。寒富苹果多在干旱少雨的冷凉地区栽植, 水资源的不足或分布不合理是影响其生长发育及果实品质的重要因素之一。深入研究和评价寒富苹果对干旱环境的适应性, 对于指导其节水抗旱栽培具有重要意义。前人研究表明, 干旱影响植物的碳水化合物代谢, 叶片是合成碳水化合物的主要器官, 叶片中山梨醇、葡萄糖、蔗糖等物质含量变化往往被看作是植株对环境条件变化的直接反映^[1-3]。为此, 研究了不同灌水条件下寒富苹果叶片中主要糖类物质含量变化, 探讨其对干旱环境的适应性, 以期寒富苹果产业在干旱冷凉地区健康发展提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料与方法

试验在沈阳农业大学果树科研基地透明避雨棚下进行。供试材料为寒富苹果/山定子。苗木于2005年5月初栽植于口径30 cm、高25 cm的素烧盆中, 栽培基质为壤土, 常规管理, 冬季保护越冬。2006年6月下旬选

生长势一致苗木以饱和灌水(每盆2 L)为对照, 设1.5、1.0、0.5 L和不灌水4个处理。每3 d天灌1次水, 灌水前取样, 共处理15 d。不灌水处理每天取样。以单株为小区, 3次重复。

1.2 方法

参照Gomez等^[4]的方法, 采用Waters 600E型高效液相色谱仪测定葡萄糖、果糖、山梨醇、蔗糖含量。色谱柱采用碳水化合物柱, 示差折光检测器。色谱条件: 柱温35℃, 流动相为80%乙腈: 20%超纯水, 流速1.2 mL/min。葡萄糖、果糖、山梨醇、蔗糖之和作为可溶性糖含量。参照邹琦^[5]的方法测定淀粉含量。

2 结果与分析

2.1 寒富苹果叶片糖类物质构成及其比例

植物叶片中的糖类物质由单糖、双糖和多糖构成。经高效液谱检测, 寒富苹果叶片中主要含有山梨醇、葡萄糖和果糖3种单糖及双糖中的蔗糖, 这4种糖作为可溶性糖是叶片中的主要糖类物质, 其中山梨醇含量最高, 占可溶性糖的60%以上, 葡萄糖和果糖次之, 蔗糖含量最低, 不足可溶性糖的10%(见表1)。从表1中还可看出, 不同灌水条件下寒富苹果叶片不同糖所占比例有所变化。基本表现为随着灌水量的减少及处理时间的延长, 山梨醇所占比例逐渐提高, 蔗糖所占比例逐渐下降, 而葡萄糖和果糖所占比例变化不大。淀粉是一种多糖, 仅占寒富苹果叶片糖类物质中的一小部分。

2.2 不同灌水量对寒富苹果叶片葡萄糖和果糖的影响

葡萄糖和果糖是植物叶片中重要的还原糖。从图1看出, 处理期间1.5 L灌水量处理植株叶片葡萄糖含量与对照无明显差异, 而1.0 L和0.5 L灌水量处理随着时间的延长植株叶片葡萄糖含量逐渐升高。第15天时较对照分别提高了52.3%和72.3%。而不灌水植株叶片葡萄糖含量前期呈逐渐升高的趋势, 第6天时达到最大值

第一作者简介: 秦嗣军(1975-), 男, 博士, 讲师, 主要研究方向为果树栽培与生理生态。E-mail: qinsijun1975@163.com。
通讯作者: 吕德国(1967-), 男, 山东莱芜人, 博士, 教授, 研究方向为果树栽培与生理生态。E-mail: lvdeguo@163.com。
基金项目: 辽宁省科技厅重大资助项目(20080112-311); 公益性行业农业科研专项资助项目(nyhyzx07-024); 辽宁省农业攻关计划资助项目(2008204003); 沈阳市科技攻关资助项目(1071154-300)。
收稿日期: 2008-12-27

9.1 mg · g⁻¹ FW, 较对照提高了 35.8%, 然后开始迅速下降, 这可能与不灌水处理后期, 干旱胁迫超过了植株的耐受能力, 叶片功能受到严重损伤, 物质大量降解有关。

从图 2 看出, 不同灌水量处理叶片中果糖含量低于葡萄糖含量, 但变化趋势与葡萄糖相似。随处理时间延

长 1.5、1.0、0.5 L 灌水量处理叶片中果糖含量逐渐提高, 第 15 天时较对照分别提高 17.8%、31.1% 和 60.0%。可见, 一定条件下, 灌水量越少, 干旱胁迫越重植株叶片果糖积累越多。不灌水处理在第 5 天时, 果糖含量达到最高值 5.8 mg · g⁻¹ FW, 较对照提高 34.9%, 然后果糖含量迅速下降, 第 9 天后其含量不足对照的一半。

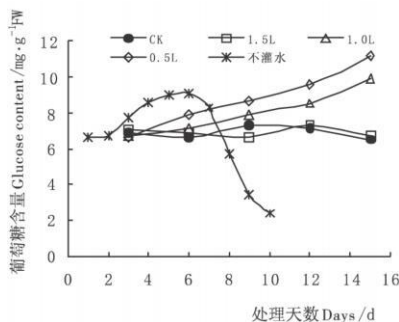


图 1 干旱胁迫处理叶片葡萄糖含量

Fig. 1 The glucose content of leaves under water stress

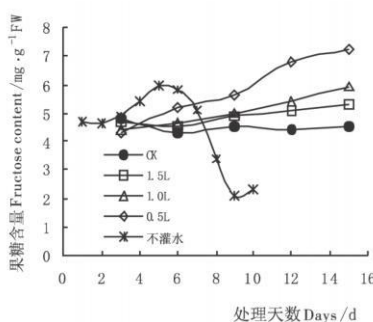


图 2 干旱胁迫处理叶片果糖含量

Fig. 2 The fructose content of leaves under water stress

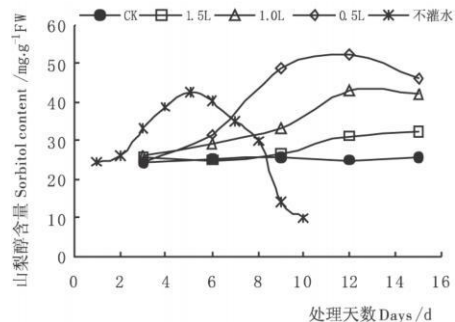


图 3 干旱胁迫处理叶片山梨醇含量

Fig. 3 The sorbitol content of leaves under water stress

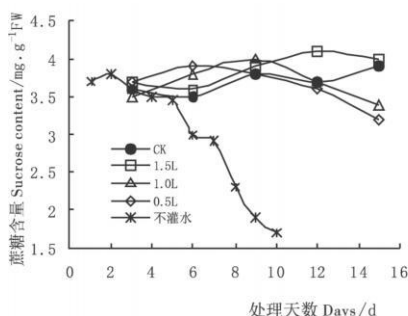


图 4 干旱胁迫处理叶片蔗糖含量

Fig. 4 The sucrose content of leaves under water stress

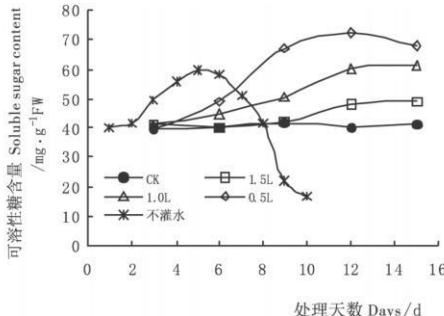


图 5 干旱胁迫处理叶片可溶性糖含量

Fig. 5 The soluble sugar content of leaves under water stress

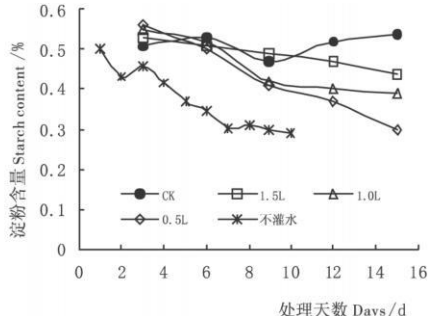


图 6 干旱胁迫处理叶片淀粉含量

Fig. 6 The starch content of leaves under water stress

2.3 不同灌水量对寒富苹果叶片山梨醇和蔗糖的影响

山梨醇是蔷薇科植物叶片光合作用的重要早期产物。从图 3 中看出, 每 3 d 浇一次饱和灌水条件下, 寒富叶片中山梨醇含量较稳定, 基本保持在 25.1 mg · g⁻¹ FW 左右。随着灌水量的减少和处理时间的延长, 叶片中山梨醇含量呈增长的趋势。其中 1.5、1.0、0.5 L 和不灌水 4 个处理叶片山梨醇含量分别于处理第 15、12、12、6 天达到最峰, 较对照分别提高了 26.3%、71.9%、110.0%、53.5%。不灌水处理, 第 6 天后叶片中山梨醇含量呈迅速下降趋势, 到第 10 天时, 叶片中的含量为 10.1 mg · g⁻¹ FW。

从图 4 看出, 1.5 L 灌水量处理叶片蔗糖含量较对照无明显差异, 1.0 L 和 0.5 L 灌水量处理前期与对照也无明显差异, 在第 15 天时蔗糖含量有所下降。不灌水处理自第 3 天蔗糖含量开始迅速下降, 至第 10 天时叶片中蔗糖含量降为 1.7 mg · g⁻¹ FW, 仅为对照的 44.7%。

2.4 不同灌水量对寒富苹果叶片可溶性糖和淀粉含量影响

从图 5 中看出, 饱和灌水条件下, 叶片可溶性糖维持在 39.6~41.4 mg · g⁻¹ FW。随着灌水量的减少和处理时间的延长, 叶片中可溶性糖含量呈迅速积累。1.5 L 和 1.0 L 灌水量处理第 15 天时可溶性糖含量最高, 分别较对照提高 19.6% 和 50.2%。0.5 L 灌水量在第 12 天时达到最高值 72.3 mg · g⁻¹ FW, 较对照提高 77.2%。不灌水处理前 5 d 可溶性糖迅速积累, 然后开始迅速下降, 至第 10 天时叶片中可溶性糖含量降 16.5 mg · g⁻¹ FW。

从图 6 中看出, 饱和灌水条件下, 叶片淀粉含量维持在 0.47%~0.54%。随着灌水量的减少及处理时间的延长, 叶片中淀粉含量呈逐渐下降趋势。第 15 天时 1.5、1.0、0.5 L 灌水量处理叶片中淀粉含量较对照分别降低 18.5%、27.8%、44.4%。不灌水处理淀粉含量下降幅度最大, 由最初的 0.50% 下降到 0.29%。

表 1 不同灌水条件下寒富苹果可溶性糖构成及比例

Table 1 The composition and proportion of soluble surgars in ' Hanfu' apple under different irrigation amount						
种类	处理天数/d	对照	1.5L	1.0L	0.5L	不灌水
山梨醇 Sorbital	3	61.4	62.4	64.0	62.7	67.4
	6	63.8	62.3	65.2	65.0	69.0
	9	62.3	63.4	66.5	73.0	65.4
	12	61.9	65.5	70.9	72.3	—
	15	63.5	67.0	68.7	68.1	—
葡萄糖 Glucose	3	17.4	17.2	16.7	17.0	15.5
	6	16.8	17.3	16.1	16.3	15.6
	9	17.6	15.8	15.7	13.0	16.1
	12	17.9	15.3	14.1	13.3	—
	15	15.9	13.9	16.2	16.5	—
果糖 Fructose	3	12.1	11.4	10.8	10.9	9.9
	6	10.8	11.3	10.3	10.7	10.3
	9	10.9	11.6	9.9	8.4	9.7
	12	10.9	10.7	8.9	9.4	—
	15	11.0	10.9	9.6	10.6	—
蔗糖 Sucrose	3	9.1	9.0	8.6	9.4	7.2
	6	8.8	9.0	8.5	8.0	5.1
	9	9.2	9.2	7.9	5.7	8.8
	12	9.2	8.6	6.1	5.0	—
	15	9.6	8.2	5.5	4.7	—

3 讨论与小结

植物对水分胁迫的一个重要抵御机制是细胞主动积累脯氨酸、葡萄糖、山梨醇、多胺等一些亲水性小分子物质,降低细胞的渗透势,防止细胞被动脱水^[6,8]。该试验结果表明,寒富苹果叶片中山梨醇含量最高,其次是葡萄糖、果糖和蔗糖。随着灌水量的减少和处理时间的延长,山梨醇、葡萄糖和果糖均不同程度的积累,而蔗糖含量下降。水分胁迫条件下山梨醇含量所占可溶性糖比例明显提高,蔗糖所占比例明显下降,而葡萄糖和果糖所占比例基本不变,表明在山梨醇在寒富苹果叶片碳水化合物代谢中起主要的渗透调节作用,而蔗糖可能不

参与水分胁迫下的细胞的渗透调节。不灌水处理可溶性糖前期积累,后期迅速下降可能与植株叶片功能受到严重伤害,已超出植株对干旱的耐受能力,叶片内大量物质降解有关^[9]。干旱条件下植株叶片淀粉含量下降可能与植株生理代谢减弱,光合产物转化受抑,淀粉的降解量大于合成量有关^[3,10]。该研究结果也表明,随着灌水量的减少和处理时间的延长,寒富苹果叶片中淀粉含量下降程度逐渐加大。1.5 L 灌水量处理植株可溶性糖和淀粉含量变化与对照差异不大,表明该灌水条件下盆栽寒富苹果可正常生长发育,较饱和灌水可节省 1/4 用水量。

参考文献

[1] 王艳秋, 吴本宏, 赵剑波, 等. 不同葡萄糖/果糖类型桃在果实发育期间果实和叶片中可溶性糖含量变化及其相互关系[J]. 中国农业科学, 2008, 41(7): 2063-2069.

[2] 柴成林, 李绍华, 徐迎春. 水分胁迫期间及胁迫解除后桃树叶片中的碳水化合物代谢[J]. 植物生理学通讯, 2001, 37(6): 495-498.

[3] 刘灵娣, 李存东, 孙红春, 等. 干旱对棉花叶片碳水化合物代谢的影响[J]. 棉花学报, 2007, 19(2): 129-133.

[4] Gomez L, Rubio E, Auge M. A new procedure for extraction and measurement of soluble sugars in ligneous Plants[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2002, 82: 360-369.

[5] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

[6] 陈立松, 刘星辉. 果树对水分胁迫的反应与适应性[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(1): 88-94.

[7] 刘国琴, 樊卫国. 果树对水分胁迫的生理响应[J]. 西南农业学报, 2000, 13(1): 101-106.

[8] 齐红岩, 李天来, 张洁, 等. 亏缺灌溉对番茄蔗糖代谢和干物质分配及果实品质的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(7): 1045-1049.

[9] 张福锁. 环境胁迫与植物营养[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1993.

[10] 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]. 果树学报, 2001, 18(1): 1-6.

Effect of Different Irrigation Amount on Several Carbohydrate
Substance Contents of Leaves in ‘ Hanfu’ Apple

QIN Si-jun¹, ZHANG Yu-long², LV De-guo¹, YANG Bao-ming¹

(1. Horticulture College, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China; 2. College of Land and Environmental Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China)

Abstract: With potted ‘ Hanfu’ apple as materials, the effects of different irrigation amount on several carbohydrate substance contents of leaves in ‘ Hanfu’ apple were studied. The results showed that the sorbitol contents of leaves in ‘ Hanfu’ apple were highest, which was the most important osmoregulation substance. Under water stress, the sorbitol contents and its proportion accounting for soluble sugar increased obviously, whereas those of sucrose decreased, which were the normal appearances that the leaves of ‘ Hanfu’ apple adapted to arid environment. The irrigation amount of 1.5 L every day could meet the requirement of the growth and development of two-year-old ‘ Hanfu’ apple, which could save 1/4 compared with saturated irrigation amount.

Key words: Irrigation amount; ‘ Hanfu’ apple; Carbohydrate substance