

抗寒矮化砧对金红苹果生理特性的影响

李荣富, 梁艳荣, 胡晓红, 王淑莉, 蒋亲贤, 郭喜平, 梁 莉

(内蒙古农业科学院园艺研究所, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘要:在立地条件一致的情况下, 研究了生长年龄相同条件下的抗寒矮化砧木对金红苹果一些生理特性的影响。结果表明, 与普通砧木相比, 金红叶片增厚 21.0~36.5 μm , 栅海比明显提高, 比叶重增加 4.98~6.37 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$, 叶绿素含量增加 0.249~0.431 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$, Pn 值增加 1.81~10.86 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$, 生长期叶片游离氨基酸含量和可溶性糖含量维持较高水平。秋季叶片的内源激素含量差异明显, IAA, GA₃, ABA 含量分别是对照的 61.1%~83.4%, 82.3%~87.3% 和 119.5%~164.5%。

关键词: 抗寒矮化砧; 金红苹果; 生理特性

中图分类号: S661.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2003)04-0069-03

Effect of Hardy Dwarfing Rootstocks on Physiological Characteristics in Jinhong Apple

LI Rong-fu, LIANG Yan-rong, HU Xiao-hong, WANG Shu-li, JIANG Qin-xian, GUO Xi-ping, LIANG Li
(Institute of Horticulture, Inner Mongolia Academy of Agricultural Sciences, Hohhot 010010, China)

Abstract: The result showed that the physiological characteristics between hardy dwarfing rootstocks and arborescent rootstocks had obvious difference in jinhong apple. Compared to arboreous tree, the leaf thickness, specific leaf weight, chlorophyll content and photosynthetic rate of dwarfing tree rose remarkably, which were respectively increased by about 21.0~36.5 μm , 4.98~6.37 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$, 0.249~0.431 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ and 1.81~10.86 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$, meanwhile, there was higher ratio of palisade mesophyll vs. spongy mesophyll on leaf. During the period of growth, there were more free amino acid and soluble sugar in leaf, maintaining the high content for dwarfing tree. With the coming of autumn, dwarfing tree had more ABA than normal arboreous tree's in leaf, and the content of GA₃ and IAA was lower.

Key words: Hardy dwarfing rootstocks; Jinhong apple; Physiological characteristics

矮化密植栽培是世界现代果树发展的趋势和标志, 利用矮化砧是果树矮化栽培的主要方式。我国寒地苹果矮化栽培刚刚起步, 有关苹果抗寒矮化栽培的生物学特性研究较多, 而生理方面的研究报道较少。本试验筛选品种、年龄、立地条件一致和抗寒性强的不同砧穗组合为试材, 研究其生理特性, 为寒地苹果抗寒矮化栽培提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试材

试验于 1999~2001 年在内蒙古农科院园艺所

试验场进行, 试验地土壤为沙壤土, 土壤 pH 值 7.6, 0~60 cm 土壤有机质含量为 8.6 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$, 速效 N, P₂O₅, K₂O 的含量分别为 34.2, 25.2, 64.3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 试验设计组合 5 个, 砧木为黄海棠 (*Malus Robusta*), 小金海棠 (*M. Toringoides* Var *xiaojinensis*), 中间砧为 77-34, GM₂₅₆, Ottawa₃ (以下简称为 O₃), B₉₀。中间砧长度 25 cm, 树龄 4 年生, 随机区组设计, 小区 3 株, 3 次重复。

1.2 方法

1.2.1 叶片解剖学观测 于 8 月底取正常生长叶

收稿日期: 2003-05-04

基金项目: 内蒙古自治区“九五”重点科技攻关项目 (960106)

作者简介: 李荣富 (1961-), 男, 内蒙古人, 副研究员, 农学硕士, 主要从事果树、甜瓜品种选育、栽培以及基础理论方面的科学研究工作。

片 5~ 10 片, 每片在叶脉两侧各取 1. 0 cm² 叶肉组织进行徒手切片, 在 Olympus 显微镜下观察叶片厚度、栅栏组织厚度、海绵组织厚度等。每样重复 3 次, 每次重复 30 个视野。

1. 2. 2 叶绿素含量测定 用改进的 Amon 法^[1]。
1. 2. 3 净光合效率测定 用化学环剖改良半叶法^[1]。
1. 2. 4 游离氨基酸测定 用水合茚三酮比色法^[1]。
1. 2. 5 可溶性糖测定 用蒽酮比色法^[1]。
1. 2. 6 内源激素测定 每年于落叶前采样, 迅速冷冻待测。赤霉素 (GA₃)、生长素 (IAA)、脱落酸 (ABA)、玉米素 (Z), 采用高效液相色谱 (HPLC) 法分析。IAA, GA₃, ABA 的色谱条件为 Novapak C₁₈ 柱 (0. 5 × 15 cm), 流动相为 20% CH₃OH- 20% CH₃CN- 60% H₂O (用 H₃PO₄ 调节 pH 值为 3. 5), 流速为 0. 7 mL/min, 检测器为 UV 254 nm × 0. 1AUS。Z 的色谱条件为 Resolveapak 柱 C₁₈ (0. 5 × 15 cm), 流动相为

25% CH₃CN- 20% CH₃OH- 55% H₂O (用 H₃PO₄ 调节 pH 值为 3. 5), 流速 0. 7 mL/min, 检测器为 UV254 nm × 0. 1AUS^[2]。

2 结果与分析

2. 1 不同砧木对金红苹果叶功能的影响

从表 1 可以看出, 金红嫁接在 77- 34, GM₂₅₆, B₉, O₃ 和小金海棠上, 与对照相比, 叶片结构与营养指标发生了一定的变化。主要表现在叶片厚度增加 21. 0~ 36. 5 μm, 栅海比明显提高, 比叶重 (SLW) 增加 4. 16~ 6. 37 mg·g⁻¹, 叶绿素含量有所提高, 净光合效率 (Pn) 增加 1. 81~ 10. 86 mg·dm⁻²·h⁻¹。特别是 77- 34, GM₂₅₆ 中间砧和小金海棠表现突出, 说明这种适应性变化相对提高了叶片光合能力, 叶功能强而稳定。营养物质的积累有利早果、丰产和抗寒性的提高。

表 1 不同砧木对金红叶片结构及营养指标的影响

砧穗组合	叶片厚度 (μm)	栅海比	比叶重 (mg·g ⁻¹)	叶绿素含量 (mg·g ⁻¹)	净光合效率 (mg·dm ⁻² ·h ⁻¹)
金红/77- 34/ 黄海棠	172. 9	1. 02	28. 45	2. 371	32. 59
金红/O ₃ / 黄海棠	176. 4	1. 00	28. 74	2. 469	26. 25
金红/B ₉ / 黄海棠	169. 3	1. 09	27. 63	2. 342	29. 42
金红/小金海棠	163. 3	1. 07	29. 84	2. 470	32. 60
金红/GM ₂₅₆ / 黄海棠	178. 8	1. 08	28. 56	2. 387	35. 30
金红/黄海棠(ck)	142. 3	0. 78	23. 47	2. 093	24. 44

2. 2 不同砧穗组合的游离氨基酸总量和可溶性糖含量变化

通过对不同砧穗组合的游离氨基酸含量 (以鲜重计) 测定结果 (表 2) 表明, 在不同生育期含量动态变化与对照乔砧无明显差异, 变化趋势是由低到高再到逐渐降低的变化态势。在生长期 (7~ 8 月) 各组合含量均高于对照, 尤以金红/ 77- 34/ 黄海棠和金红/ 小金海棠突出。氨基酸作为器官建成的主要物质, 含量丰富, 有利于早成花、早结果。

可溶性糖测定 (以鲜重计) 结果 (表 2) 表明, 含量的动态变化趋势是从高到略有下降再逐渐升高的趋势。与对照无明显差异。各生育期可溶性糖含量均高于对照乔砧黄海棠, 特别在秋季 (9 月 1 日) 可溶性糖含量维持较高水平, 小金海棠、GM₂₅₆、77- 34 表现尤为突出。叶片中可利用碳素水平丰富, 为花芽孕育提供了物质保证, 亦是早花、早果的营养基础。

表 2 不同砧木对金红苹果叶片游离氨基酸和可溶性糖含量影响

组 合	游离氨基酸含量 (mg/ 100g)				可溶性糖含量 (%)			
	06- 01	07- 01	08- 01	09- 01	06- 01	07- 01	08- 01	09- 01
金红/77- 34/ 黄海棠	6. 5	10. 4	8. 4	0. 9	3. 74	3. 20	5. 22	7. 20
金红/O ₃ / 黄海棠	6. 1	9. 0	9. 0	4. 0	3. 64	3. 64	4. 84	6. 92
金红/GM ₂₅₆ / 黄海棠	8. 1	9. 6	8. 0	4. 4	3. 81	3. 77	4. 61	7. 40
金红/小金海棠	7. 2	11. 8	8. 6	4. 5	3. 89	4. 41	5. 04	8. 72
金红/黄海棠(ck)	6. 6	8. 6	7. 0	5. 0	3. 60	4. 14	4. 56	6. 80

2.3 叶片内源激素含量与矮化效应的关系

落叶前采样测定砧木叶片内源激素含量(以鲜重计)。表 3 表明, 77- 34 和小金海棠的 GA₃含量为

对照的 66. 6% ~ 69. 0%, IAA 为对照的 35. 1% ~ 36. 7%, 而 ABA 含量为对照的 206. 9% ~ 234. 6%, Z 的含量比对照低。

表 3 不同砧木叶片的内源激素含量 μg/ 100g

砧 木	GA ₃	比较 (%)	IAA	比较 (%)	ABA	比较 (%)	Z	比较 (%)
77- 34	27. 5	66. 6	13. 7	35. 1	30. 5	234. 6	6. 9	50. 0
小金海棠	28. 5	69. 0	14. 3	36. 7	26. 9	206. 9	11. 1	80. 4
黄海棠(ck)	41. 3	100. 0	39. 0	100. 0	13. 0	100. 0	13. 8	100. 0

表 4 结果表明, 金红嫁接在 77- 34, B₉, GM₂₅₆, O₃中间砧上, 其叶片中 GA₃含量为对照的 82. 3% ~ 87. 3%, IAA 为对照的 61. 1% ~ 83. 4%, 明显低于对照; ABA 含量为对照的 119. 5% ~ 164. 5%。由此可见, 内源激素指标与树体矮化密切相关, 低含量的

GA₃和 IAA 及高含量的 ABA 是树体矮化的主要原因之一。特别是高水平的 ABA 有利于抗寒锻炼过程中抗寒基因的启动, 使树体进入休眠状态, 对树体保持高抗寒力具有重要作用。

表 4 不同砧穗组合嫁接植株叶片的内源激素含量 μg/ 100g

砧 木	GA ₃	比较 (%)	IAA	比较 (%)	ABA	比较 (%)	Z	比较 (%)
金红/ 77- 34/ 黄海棠	6. 7	84. 8	13. 6	73. 5	27. 8	164. 5	12. 3	118. 3
金红/ B ₉ / 黄海棠	6. 5	82. 3	15. 4	83. 2	22. 3	132. 0	8. 4	80. 8
金红/ GM ₂₅₆ / 黄海棠	6. 9	87. 3	11. 3	61. 1	23. 1	136. 7	6. 4	61. 5
金红/ O ₃ / 黄海棠	6. 9	87. 3	12. 3	66. 5	20. 2	119. 5	3. 4	32. 7
金红/ 黄海棠(ck)	7. 9	100. 0	18. 5	100. 0	16. 9	100. 0	10. 4	100. 0

3 讨论

金红是寒地苹果生产的主栽品种, 实施矮化栽培对提高品质及效益具有重要的应用价值。研究表明, 将矮化(中间) 砧与金红苹果组合, 其亲和性、早果性、抗寒性等性状表现优良, 且生理代谢发生了适应性变化, 营养物质积累增多, 并且营养物质多用于叶片形成, 提高了光合能力, 从而丰富了 N 素和 C 素营养, 为花芽孕育、早花、早果、提高抗寒力奠定了物质基础。有关抗寒矮化砧对金红苹果的酶代谢、脂类物质和蛋白质代谢将进一步研究。

许多研究认为, IAA 促进生根, 诱导木质部分化, 影响顶端优势^[3, 4], 高 ABA 含量导致树体矮化^[5]。本研究证明低含量的 IAA 和 GA₃及高含量的 ABA 是金红苹果树体矮化的主要原因之一。晚秋叶片中高含量的 ABA 对树体抗寒锻炼过程中抗寒基因的启动^[6]和抗寒力的获得十分重要。

参考文献:

[1] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1992

[2] 房耀仁. 毛细管气相色谱法快速测定 ABA 含量[J]. 北京林学院学报, 1984, (2): 49- 56

[3] Bangerth F. Polar auxin transport a signal in the regulation of free and fruit development [J]. Acta Hort, 1993, 329: 70- 74.

[4] Wang S M, Faust M J. Apical dominance in apple (*malus domestica* Borkh.): The possible role of indole- 3- acetic acid(IAA) [J]. J Amer Soc Hort Sci, 1994, 116(6) : 1215- 1221.

[5] 曾 骧. 果树生理学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1992 110- 116

[6] 李正之. 果树矮化密植[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1982 22- 24