

网络出版时间:2014-11-04 15:22

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.12.021

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.12.021.html

2 种人工催花方法对 AP 番荔枝新梢 生长和成花的影响

赵金凤,刘锴栋,袁长春,黎海利,刘静婷

(岭南师范学院 生命科学与技术学院,广东 湛江 524048)

【摘 要】 【目的】研究去顶去叶和短截去叶对 AP 番荔枝新梢生长、成花等的影响,以进一步了解 AP 番荔枝成花的生理基础。【方法】以 AP 番荔枝为试材,在 2013-03-30 进行去顶去叶和短截去叶 2 种人工催花处理,测定 AP 番荔枝不同部位枝条侧芽萌发率、新梢生长量、叶片特性、成花率及碳水化合物含量等指标。【结果】经去顶去叶和短截去叶处理后,枝条顶部去叶节位都有一定的侧芽萌发,但短截去叶处理的侧芽萌芽率显著大于去顶去叶处理。与去顶去叶处理相比,短截去叶处理 24 d 后上部枝条的新梢生长量和叶面积及处理 32 d 后的中、下部枝条新梢生长量均显著减小,处理 32 d 后叶片鲜质量、叶片干质量和比叶重均显著增加,且短截去叶处理 24 d 后上、中、下部枝条的新梢成花率也显著增大。短截去叶处理新梢叶片的可溶性总糖含量在处理 24 d 后显著大于去顶去叶处理,而且其上、中部枝条淀粉含量在处理前 16 d 也较去顶去叶处理显著增加。【结论】短截去叶处理可能通过改变新梢叶片的品质及碳水化合物的含量而促进 AP 番荔枝更多地成花。

【关键词】 人工催花;AP 番荔枝;新梢生长;成花;碳水化合物

【中图分类号】 S667.105.1

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2014)12-0133-06

Effects of two flower forcing treatments on shoot growth and flowering of *Annona atemoya* Hort cv. African Pride

ZHAO Jin-feng, LIU Kai-dong, YUAN Chang-chun, LI Hai-li, LIU Jing-ting

(Life Science and Technology School, Lingnan Normal University, Zhanjiang, Guangdong 524048, China)

Abstract: 【Objective】The objective of this experiment was to understand the physiology of flower formation in *Annona atemoya* Hort cv. African Pride and the effects of two flower forcing treatments (decapitation and defoliation or cut-back and defoliation) on new shoot growth and flower formation. 【Method】*Annona atemoya* Hort cv. African Pride was used and two flower forcing treatments were designed in 30th March, 2013. Shoot growth, leaf characteristics, flower formation rate and carbohydrates content in new shoots were measured and analyzed. 【Result】There existed a certain amount of axillary bud sprouting in both flower forcing treatments, and that of cut-back and defoliation treatment was significantly higher. Compared with decapitation and defoliation group, the treatment of cut-back and defoliation significantly increased leaf fresh weight, leaf dry weight and specific leaf weight in the new shoots after 32 days treatment, while the new shoot length of middle shoots and basal shoots showed a different tendency. The new

【收稿日期】 2014-05-09

【基金项目】 国家自然科学基金项目(31201586);国家级大学生创新创业训练计划项目(201310579013, 201210579027);国家星火计划项目(2013GA780093, 2013GA780081);广东省科技计划项目(2013B020304008);广东省教育厅科技创新项目(2013KJ CX0124);湛江市科技攻关计划项目(2012C0203, 2012C3102019);湛江师范学院科研创新团队资助项目(2013CXTD05);湛江师范学院博士启动基金项目(ZL09011)

【作者简介】 赵金凤(1990—),女,广东茂名,在读本科生,主要从事果树生长生理研究。E-mail:95573796@qq.com

【通信作者】 刘锴栋(1982—),男,广东电白人,副研究员,硕士,主要从事果树种质资源与果树生物技术研究。

E-mail:liukaidong2001@126.com

shoot length and the leaf area of upper shoots in cut-back and defoliation treatment were obviously lower than that in decapitation and defoliation group 24 days after treatment. The content of soluble total sugar in new shoots of cut-back and defoliation treatment was significantly higher than that in the decapitation and defoliation group 24 days after treatment. In addition, starch contents in leaves at the upper and middle parts of branches 16 days after treatment in cut-back and defoliation treatment were significantly higher than those in decapitation and defoliation group. 【Conclusion】 Cut-back and defoliation treatment effectively stimulated the flower formation through the alteration of the leaf quality in new shoots and carbohydrates in leaves.

Key words: flower forcing treatment; *Annona atemoya* Hort cv. African Pride; shoot growth; flower formation; carbohydrate

番荔枝(*Annona squamosa* L.) 又称林檎、释迦果, 俗称甜荔枝、甜果, 为番荔枝科(Annonaceae) 落叶小乔木, 是热带、亚热带优稀水果。番荔枝在我国南方均有种植, 尤以广东、广西、海南、福建等省份栽培面积较大^[1-2]。African Pride 番荔枝(即非洲骄傲, 简称 AP 番荔枝, *Annona atemoya* Hort cv. African Pride) 是番荔枝与秘鲁番荔枝(*Annona cherimolia* Mill.) 的杂交种, 也是世界热带及亚热带地区番荔枝主栽品种之一^[3]。AP 番荔枝为半落叶性灌木或小乔木, 树体较粗壮, 生长旺盛。其芽为复芽, 叶柄包嵌着它的腋芽, 在生长季节, 如果叶柄不脱落, 腋芽就不能萌发, 因而很难形成分枝。在自然状态下, 冬季其营养生长停止, 但叶片仍保持青绿而不脱落; 春季仅有少数老叶自然脱落萌发新梢, 因此严重影响着 AP 番荔枝的开花和结果^[4-5]。

目前, 国内外一些种植番荔枝的地区已在 AP 番荔枝上应用人工落叶法(包括去顶去叶和短截去叶处理)来促梢促花, 实现产期调节^[6]。然而, 针对 AP 番荔枝这一特殊成花机理及通过人工修剪脱叶促新梢、促花方面的机制研究尚少有报道。为此, 本研究分析去顶去叶和短截去叶 2 种催花处理后 AP 番荔枝新梢生长、叶片特性及碳水化合物含量的变化, 探讨不同人工催花方法对 AP 番荔枝成花的影响, 以期改善 AP 番荔枝自然成花结果率、调节产期提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2013 年在广东茂名市林头镇红星番荔枝园进行, AP 番荔枝为 5 年生树, 株行距均为 3.0 m×4.5 m。

1.2 方法

于 2013-03-30 选取生长成熟且长势一致、充

实、无病虫害的 AP 番荔枝树, 在树的上、中、下部选取粗度基本一致、长度约为 30 cm、有 14 片正常叶片的枝条进行人工催花处理。设置去顶去叶和短截去叶 2 种人工催花方法: ①去顶去叶。将顶芽剪去, 然后将剩下枝条顶部连续 3 片叶摘去; ②短截去叶。在枝条中部短截后, 然后将剩下枝条连续 3 片叶摘去。每处理选择 3 株 AP 番荔枝树为 1 小区, 每小区为 1 个重复, 重复 3 次, 随机排列。

1.3 指标测定

1.3.1 侧芽萌发率与新梢生长量 人工催花处理后 8 d 统计枝条顶部连续 3 个去叶节位的萌芽率; 处理后 8, 16, 24 和 32 d 统计所标记枝条顶部连续 3 个去叶节位的新梢生长量。

1.3.2 新梢成花率 由于新梢成花一般要在 15 d 之后, 因此于处理后 16, 24 和 32 d, 分别统计所标记枝条顶部连续 3 个去叶节位长出新梢的成花情况。按“成花率=成花的节位/去叶的节位×100%”计算成花率。

1.3.3 新叶生物量、叶面积、可溶性总糖和淀粉含量 于处理后 8, 16, 24 和 32 d, 在人工催花处理的试验树的上、中、下部, 每次从枝条顶部长出新梢中均匀采集生长良好且完整的叶片 30 片(每个新梢取顶端 3 片叶子), 标记并用冰盒及时带回实验室立即进行处理; 称量所采集叶片的鲜质量; 根据长宽校正方法^[7]测量并计算叶面积; 然后将叶片放入 110 ℃ 烘箱中杀青 30 min, 之后 80 ℃ 烘干称量叶片干质量。按“叶片比叶重(g/cm²)=叶片干质量/叶片面积”计算比叶重。

于处理后 8, 16, 24 和 32 d, 从各组试验树上、中、下部所标记枝条顶部, 均匀采集连续 3 个去叶节位长出新梢上生长良好且完整的叶片, 标记并用锡箔纸包好, 然后放入液氮中, 带回实验室立即测定可溶性总糖和淀粉含量, 其中可溶性总糖含量采用葱

酮比色法^[8]测定,淀粉含量采用碘显色法^[9]测定。

1.4 数据处理

试验数据采用 Microsoft Excel 2003 和 DPS v3.01 软件进行统计与分析。利用 Duncan 新复极差法分析对照与处理的平均值间的差异水平, $P<0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 2 种人工催花方法对 AP 番荔枝侧芽萌发及新梢生长的影响

从表 1 可以看出,对 AP 番荔枝相同部位枝条,

表 1 2 种催花方法对 AP 番荔枝各部位枝条侧芽萌发的影响

Table 1 Effects of two flower forcing treatments on axillary bud sprouting at different parts of *Annona atemoya* Hort cv. African Pride

处理 Treatment	枝条去叶节位萌芽率/% Rate of bud breaking in the nodes without leaf		
	上部枝条 Upper shoots	中部枝条 Middle shoots	下部枝条 Basal shoots
去顶去叶 Decapitation and defoliation	56.67±7.24 b	54.44±7.24 b	44.44±6.80 b
短截去叶 Cut-back and defoliation	90.00±4.65 a	81.11±6.33 a	73.33±7.24 a

注:同列数据后标不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平差异显著,下同。
Note:Different lowercase letters in each column indicate significant differene at the $P<0.05$ probability level. The same below.

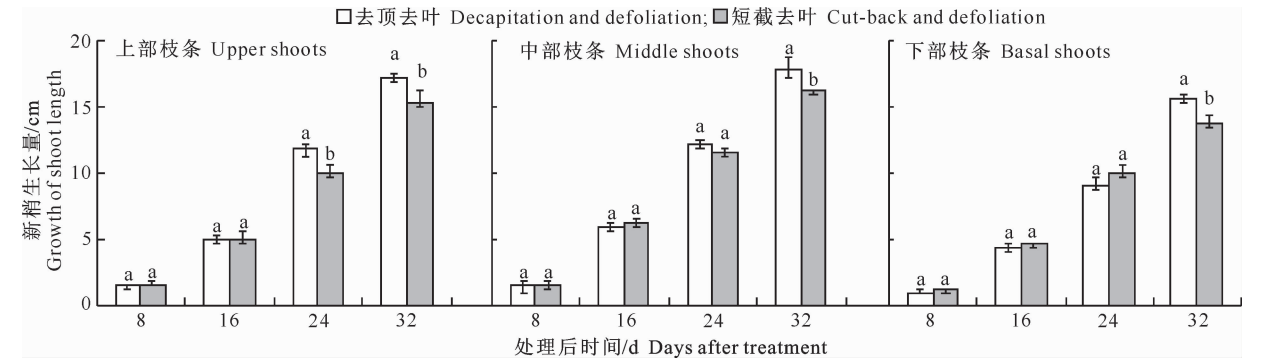


图 1 2 种催花方法对 AP 番荔枝不同部位枝条新梢生长量的影响

标相同或不同小写字母表示同一天不同处理间差异不显著($P>0.05$)或显著($P<0.05$),下同

Fig.1 Effects of two flower forcing treatments on shoot length at different parts of *Annona atemoya* Hort cv. African Pride
Same and different lowercase letters indicate non-significance at $P>0.05$ and significant difference at $P<0.05$ at same day between treatments, respectively. The same below

2.2 2 种人工催花方法对 AP 番荔枝新梢叶片特性的影响

由表 2 可以看出,人工催化处理后 16 d 时,2 个处理间 AP 番荔枝新梢叶片鲜质量、干质量、叶片面积和比叶重 4 个指标差异均不显著($P>0.05$);在

采用短截去叶催花处理的侧芽萌芽率均显著($P<0.05$)高于去顶去叶处理。而就不同部位枝条而言,2 种处理的上部枝条萌芽率均较中、下部枝条高。

AP 番荔枝人工催花处理后新梢长度的动态变化规律(图 1)表明,在上部枝条去顶去叶处理后 24 和 32 d,其新梢生长量均显著($P<0.05$)大于短截去叶处理。对于中、下部枝条而言,去顶去叶处理 32 d 后的新梢生长量也显著($P<0.05$)大于短截去叶处理。

处理后 32 d 时,2 个处理新梢叶片鲜质量、叶片干质量和比叶重 3 个指标均差异显著($P<0.05$),表现为短截去叶处理大于去顶去叶处理,而叶面积这一指标则表现出相反的趋势,以去顶去叶处理显著($P<0.05$)大于短截去叶处理。

表 2 2 种人工催花方法对 AP 番荔枝新梢叶片特性的影响

Table 2 Effects of two flower forcing treatments on leaf characteristics of *Annona atemoya* Hort cv. African Pride

处理 Treatment	叶鲜质量/g Leaf fresh weight				叶干质量/g Leaf dry weight			
	8 d	16 d	24 d	32 d	8 d	16 d	24 d	32 d
去顶去叶 Decapitation and defoliation	0.51±0.03 a	0.63±0.07 a	1.11±0.11 a	1.39±0.09 b	0.20±0.03 a	0.23±0.09 a	0.47±0.06 a	0.57±0.06 b
短截去叶 Cut-back and defoliation	0.50±0.07 a	0.67±0.07 a	1.20±0.10 a	1.57±0.06 a	0.21±0.07 a	0.27±0.09 a	0.54±0.11 a	0.69±0.07 a

续表 2 Continued table 2

处理 Treatment	叶面积/cm ² Leaf area				比叶重/(g·cm ⁻²) Specific leaf weight			
	8 d	16 d	24 d	32 d	8 d	16 d	24 d	32 d
去顶去叶 Decapitation and defoliation	10.86±0.94 a	13.74±0.45 a	19.14±0.66 a	25.50±0.50 a	0.018±0.002 a	0.017±0.006 a	0.024±0.003 b	0.022±0.002 b
短截去叶 Cut-back and defoliation	10.15±0.62 a	12.95±0.42 a	17.32±0.47 b	23.46±1.08 b	0.021±0.007 a	0.021±0.006 a	0.031±0.007 a	0.030±0.002 a

2.3 2 种人工催花方法对 AP 番荔枝新梢成花的影响

由图 2 可以看出,在人工催花处理后 16 d,AP 番荔枝相同部位枝条去顶去叶处理与短截去叶处理

的成花率并无明显差异;而在处理后 24 和 32 d,相同部位枝条中短截去叶处理的成花率均显著($P<0.05$)大于去顶去叶处理。

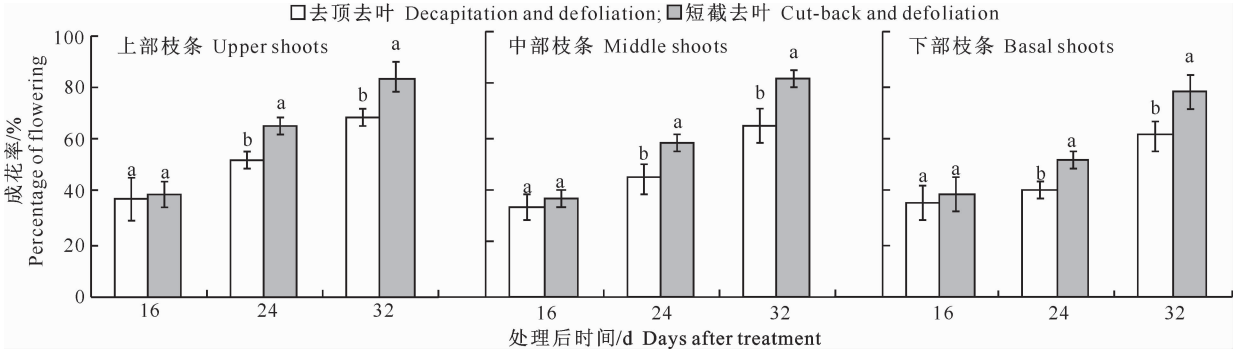


图 2 2 种催花方法对 AP 番荔枝不同部位枝条新梢成花的影响

Fig. 2 Effects of two flower forcing treatments on flowering at different parts of *Annona atemoya* Hort cv. African Pride

2.4 2 种人工催花方法对 AP 番荔枝新梢碳水化合物含量的影响

经过人工催花处理后,AP 番荔枝新梢叶片可溶性总糖及淀粉含量的测定结果如图 3,4 所示。由图 3 可以看出,随着人工催花处理时间的延长,AP 番荔枝不同部位新梢叶片可溶性总糖含量的变化趋

势基本一致,均表现为先升高后降低。处理后 8 和 16 d,去顶去叶与短截去叶处理的新梢叶片可溶性总糖含量差异不显著;处理后 24 和 32 d,短截去叶处理的新梢叶片可溶性总糖含量显著($P<0.05$)高于去顶去叶处理。

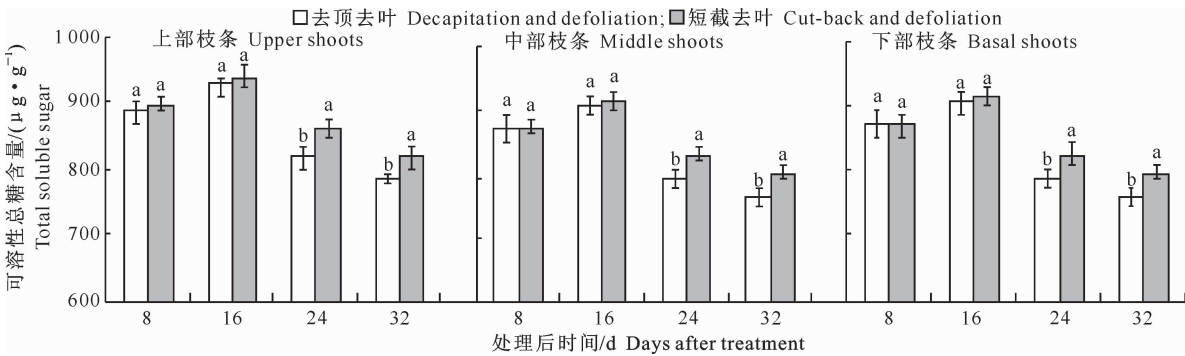


图 3 2 种催花方法对 AP 番荔枝不同部位枝条新梢叶片可溶性总糖含量的影响

Fig. 3 Effects of two flower forcing treatments on total soluble sugar contents of new shoot leaves at different parts of *Annona atemoya* Hort cv. African Pride

由图 4 可以看出,2 种催花处理的 AP 番荔枝不同部位新梢叶片淀粉含量呈现出相同的变化规律,即随着处理后时间的延长,各处理新梢叶片的淀粉含量均呈逐渐下降趋势。对于上部和中部枝条而言,处理后 8 和 16 d,2 个处理间新梢叶片淀粉含量

差异显著($P<0.05$),表现为短截去叶处理高于去顶去叶处理,随后二者差异趋于不显著($P>0.05$);对于下部枝条而言,仅处理后 8 d 表现为短截去叶处理的新梢叶片淀粉含量显著($P<0.05$)高于去顶去叶处理,其余时间二者差异不显著($P>0.05$)。

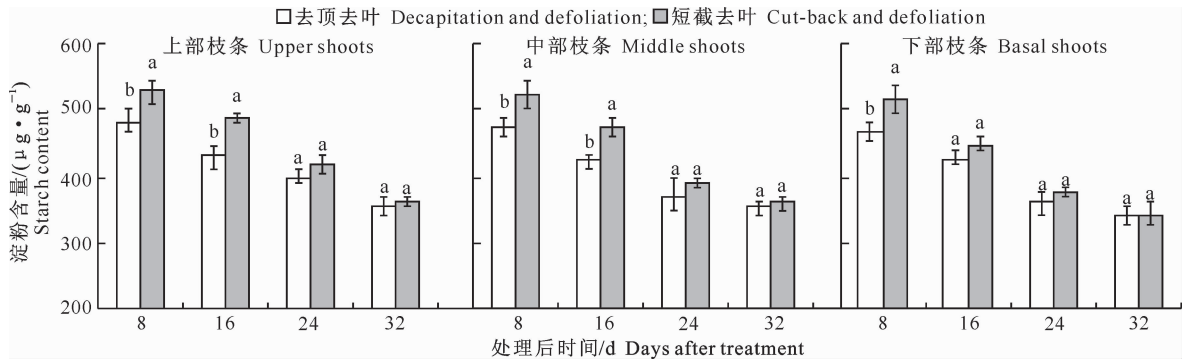


图 4 2 种催花方法对 AP 番荔枝不同部位枝条新梢叶片淀粉含量的影响

Fig. 4 Effects of two flower forcing treatments on starch contents of new shoot leaves at different parts of *Annona atemoya* Hort cv. African Pride

3 讨论与结论

番荔枝的芽为复芽,其腋芽被叶柄包嵌,叶片脱落后腋芽才能萌发并成花,因此侧芽的萌发对番荔枝的成花显得尤为重要。本试验结果表明,经去顶去叶或短截去叶催花处理后,AP 番荔枝枝条顶部去叶节位均有一定的侧芽萌发,这说明去顶去叶和短截去叶处理均在一定程度上解除了顶端优势,促进了侧芽的萌发。此外,对于相同部位的枝条而言,短截去叶处理的新梢萌芽率显著($P < 0.05$)高于去顶去叶处理,这与彭松兴^[10]的研究结果基本一致。

在果树上已有的研究结果显示,枝条生长的抑制可能是其花芽分化启动的前提条件^[11]。本试验结果表明,就 AP 番荔枝而言,短截去叶处理 32 d 后新梢生长量显著低于去顶去叶处理,而新梢成花率却在处理 24 d 后即显著($P < 0.05$)高于去顶去叶处理,这说明短截去叶在一定程度上抑制了新梢生长,从而促进了花芽的分化。在人工催花处理 32 d 时,短截去叶处理的新梢叶片鲜质量、叶片干质量和比叶重显著($P < 0.05$)大于去顶去叶处理($P < 0.05$),而叶面积则表现出相反的趋势,即以去顶去叶处理显著($P < 0.05$)大于短截去叶处理。魏钦平等^[12]对苹果生长状况的研究及邢利博等^[13]用 PBO 处理苹果幼树的研究均发现,新梢长度和叶面积的降低进一步减少了植物的蒸腾面积,降低了蒸腾耗水量,在一定程度上调节了营养生长与生殖生长之间的平衡,从而可促使苹果幼树花芽的形成。以上研究与本试验结果均表明,果树花芽形成与叶片特性有密切关系,其可能的内在机制是叶片干质量、比叶重越大,果树叶片光合作用越强,从而能给芽生长提供更多的营养物质,加之叶面积减小降低了蒸腾

耗水量,这些因素的共同作用促进了花芽的形成,提高了成花率。

在果树花芽分化及形成的过程中,已有的研究均表明,果树组织中碳水化合物含量的改变对其成花有重要作用。武萍萍等^[14]研究发现,杨桃花芽分化过程中,新梢枝条可溶性总糖含量不断积累;邢利博等^[15]对苹果幼树的研究发现,叶片可溶性总糖和淀粉含量在花芽生理分化期内有所增加,但在花芽形态分化期则呈现下降趋势。本试验结果表明,AP 番荔枝人工催花处理后,其新梢中的可溶性总糖含量在处理 8~16 d 呈升高趋势,在 16 d 后不断下降,而 AP 番荔枝成花一般在落叶后 16 d 左右。以上结果说明,AP 番荔枝在人工催花处理 8~16 d,即在成花之前(花芽生理分化期)可溶性总糖不断积累,而在人工催花处理 16 d 之后,即花芽形态分化期由于要消耗大量糖分,导致可溶性总糖含量降低。在这一过程中,对于不同部位枝条而言,短截去叶处理的新梢叶片可溶性总糖含量及成花率在处理 24 d 后一直显著($P < 0.05$)大于去顶去叶处理,这说明相对于去顶去叶处理而言,短截去叶处理能进一步提高可溶性总糖含量,进而促进 AP 番荔枝成花。Horvath 等^[16]认为,可溶性总糖含量升高会抑制植株新梢的生长,这也从一个侧面解释了短截去叶处理的新梢生长量较去顶去叶处理低的原因。对于淀粉含量而言,其在新梢叶片中表现出不断下降的趋势,尽管如此,在人工催花处理后的前 16 d,上、中部枝条短截去叶处理的淀粉含量均显著大于去顶去叶处理($P < 0.05$),这也说明在花芽生理分化期淀粉需要量较大。

本研究表明,经 2 种人工催花处理后,对 AP 番荔枝不同部位枝条而言,上部枝条的侧芽萌发率、新

梢成花率及可溶性总糖和淀粉含量均与中、下部枝条差异明显,这可能与上部枝条光合作用较强、接受光照量较大有关。

综上所述,短截去叶处理和去顶去叶处理可能通过抑制顶端优势从而促进侧芽萌发,同时通过改变新梢叶片的品质及碳水化合物的含量,进而促进新梢的成花。从促花效果来看,短截去叶处理的枝条在某种程度上可抑制新梢过快生长,提高新梢叶片鲜质量、叶片干质量、比叶重、可溶性总糖含量和淀粉含量,降低新梢叶面积,因而其促花效果优于去顶去叶处理。

[参考文献]

[1] 李 雯,陈维信. 番荔枝果实采后生理与保鲜技术研究进展 [J]. 热带亚热带植物学报,2004,12(3):280-284.
Li W,Chen W X. Advances in the studies on postharvest physiology and fresh-keeping methods of *Annona* fruits [J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany,2004,12(3):280-284. (in Chinese)

[2] 刘锴栋,袁长春,敬国兴,等. 外源草酸对采后番荔枝后熟及耐藏性的影响 [J]. 食品科学,2013,34(14):329-334.
Liu K D,Yuan C C,Jing G X,et al. Effect of exogenous oxalic acid treatment on ripening and preservation of *Annona squamosa* L. fruits during postharvest storage [J]. Food Science,2013,34(14):329-334. (in Chinese)

[3] 王家保,王令霞,陈业渊,等. 不同光照度对番荔枝幼苗叶片生长发育和光合性能的影响 [J]. 热带作物学报,2003,24(1):48-51.
Wang J B,Wang L X,Chen Y Y,et al. Effects of different light intensities on the development and photosynthesis of African Pride (*Annona atemoya* Hort. Et West. cv. African Pride) seedling leaves [J]. Chinese Journal of Tropical Crops,2003,24(1):48-51. (in Chinese)

[4] 曾令达,叶翰江,廖建良. AP 番荔枝产期调节生产技术 [J]. 韶关学院学报:自然科学版,2009,30(12):69-72.
Zeng L D,Ye H J,Liao J L. Technology of adjusting the fruiting date of *Annona atemoya* Hort cv. (African Pride) [J]. Journal of Shaoguan University:Natural Science Edition,2009,30(12):69-72. (in Chinese)

[5] Soler L,Cuevas J. Early flower initiation allows ample manipulation of flowering time in cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) [J]. Scientia Horticulturae,2009,121:327-332.

[6] Soler L,Cuevas J. Development of a new technique to produce winter cherimoyas [J]. Hort Technology,2008,18:24-28.

[7] 陶洪斌,林 杉. 打孔称重法与复印称重法和长宽校正法测定水稻叶面积的方法比较 [J]. 植物生理学通讯,2006,42(3):496-498.
Tao H B,Lin S. Comparison on disc method with copy method and length-width method for measuring leaf area of rice [J].

Plant Physiology Communications,2006,42(3):496-498. (in Chinese)

[8] 薛应龙. 植物生理学试验手册 [M]. 上海:上海科技出版社,1985:138.
Xue Y L. Plant physiology manual [M]. Shanghai:Shanghai Science and Technology Publishing House,1985:138. (in Chinese)

[9] 徐昌杰,陈文峻,陈昆松,等. 淀粉含量测定的一种简便方法:碘显色法 [J]. 生物技术,1998,8(2):41-43.
Xu C J,Chen W J,Chen K S,et al. A simple method for determining the content of starch:Lodine colorimetry [J]. Biotechnology,1998,8(2):41-43. (in Chinese)

[10] 彭松兴. 阿蒂莫耶番荔枝侧芽萌发与着花研究 [J]. 华南农业大学学报,1993,14(2):107-110.
Peng S X. Study on the lateral bud spouting and its flower setting of *Atemoya* [J]. Journal of South China Agriculture University,1993,14(2):107-110. (in Chinese)

[11] 张玉星. 果树栽培学各论 [M]. 北京:中国农业出版社,2003:10-11.
Zhang Y X. Fruit tree cultivation [M]. Beijing:China Agriculture Press,2003:10-11. (in Chinese)

[12] 魏钦平,刘松忠,王小伟,等. 分根交替不同灌水量对苹果生长和叶片生理特性的影响 [J]. 中国农业科学,2009,42(8):2844-2851.
Wei Q P,Liu S Z,Wang X W,et al. Effects of partial root zone alternative irrigation on growth and leaf physiological characteristics of apple trees [J]. Scientia Agricultura Sinica,2009,42(8):2844-2851. (in Chinese)

[13] 邢利博,张庆伟,韩明玉,等. PBO 对苹果幼树生长、叶片品质及成花的影响 [J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2013,41(3):141-148.
Xing L B,Zhang Q W,Han M Y,et al. Effects of spraying PBO on growth,leaf quality and flower formation of young apple tree [J]. Journal of Northwest A&F University:Nat Sci Ed,2013,41(3):141-148. (in Chinese)

[14] 武萍萍,周碧燕. 杨桃新梢花芽分化及其碳水化合物含量的变化 [J]. 园艺学报,2007,34(5):1151-1156.
Wu P P,Zhou B Y. Flower bud differentiation and changes of carbohydrate in new shoots in *Averrhoa carambola* [J]. Acta Horticulturae Sinica,2007,34(5):1151-1156. (in Chinese)

[15] 邢利博,张晓云,宋晓敏,等. PBO 喷施对矮化富士幼树成花及碳水化合物积累的影响 [J]. 干旱地区农业研究,2013,31(3):118-126.
Xing L B,Zhang X Y,Song X M,et al. Effects of spraying PBO on flowering rate and carbohydrate accumulation of ‘Fuji’ apple trees [J]. Agricultural Research in the Arid Areas,2013,31(3):118-126. (in Chinese)

[16] Horvath D P,Chao W S,Anderson J V. Molecular analysis of signals controlling dormancy and growth in underground adventitious buds of leafy spurge [J]. Plant Physiol,2002,128:1439-1446.