

耿晓月,沈高典,杨 昊,等. 柿蒂去除萼片和激素处理对甜柿果实生长发育及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(18):138-142.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.18.023

# 柿蒂去除萼片和激素处理对甜柿果实生长发育及品质的影响

耿晓月,沈高典,杨 昊,叶夏林,渠慎春

(南京农业大学园艺学院,江苏南京 210095)

**摘要:**以甜柿品种“阳丰”为试验材料,在果实迅速生长期人工去除柿蒂萼片,并在萼片剪口处涂抹不同激素。通过测定不同处理果实纵横径、单果质量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、可滴定酸含量等果实品质,来探究柿蒂对果实生长发育及品质的影响。结果表明,去除柿蒂后,柿果的生长发育受到明显的抑制,使用 100 mg/L 浓度的  $CA_3$  处理能有效地减缓去除 1 个和 4 个柿蒂对柿果生长发育的影响,使柿果的生长恢复到正常水平;使用 100 mg/L 的 ABA 处理则可以促进去除 1 个柿蒂的柿果生长发育。去除柿蒂会影响柿果的单果质量以及可溶性糖含量,涂抹 100 mg/L ABA 可以促进柿果可溶性糖的积累。

**关键词:**柿果;柿蒂;生长发育;品质

**中图分类号:** S665.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)18-0138-05

柿是柿科(Ebenaceae)柿属(*Diospyros* Linn.)植物,落叶乔木,生长于热带和温带。柿子营养物质

丰富,含有黄酮类物质,如山萘酚、槲皮素等,具有防癌抗癌的作用<sup>[1]</sup>。柿蒂是柿的宿存萼片,扁圆形,中央厚略微隆起,边缘薄,多 4 裂,裂片反卷,易碎<sup>[2]</sup>。在砀山酥梨果实发育早期去除萼片能够改变果实的形状和外观,使梨获得更佳的品质<sup>[3]</sup>;而在草莓、番茄、茄子和柿中,萼片可能会通过影响光合作用、激素诱导或者养分运输等途径对果实的生长发育起到促进作用<sup>[4-5]</sup>。

植物激素在果实生长发育中发挥着重要作

收稿日期:2021-02-03

基金项目:国家重点研发计划(编号:2019YFD1000600);江苏省科学技术厅现代农业-苏北专项(编号:XZ-SZ202033);江苏高校优势学科建设工程资助项目。

作者简介:耿晓月(1995—),女,山东滨州人,硕士研究生,主要从事果树生物技术研究。E-mail:gengxiaoyue123@163.com。

通信作者:渠慎春,博士,教授,主要从事果树栽培生理研究。E-mail:qscnj@njau.edu.cn。

[14]李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.

[15]梁俊林,毛绘友,郭 丽,等.遮阴对 3 种珍贵乡土阔叶树种幼苗生长及光合作用的影响[J].西北林学院学报,2019,34(4):57-63.

[16]黄河腾,黄剑坚,陈 杰,等.不同遮阴环境下木奶果幼苗生长与生理生化响应[J].生态学杂志,2020,39(5):1538-1547.

[17]朱肖锋,周守标,郑和全,等.遮光对马蹄金生物量分配和形态特征的影响[J].生态学杂志,2009,28(7):1419-1422.

[18]周忆堂,马红群,梁丽娇,等.不同光照条件下长春花的光合作用和叶绿素荧光动力学特征[J].中国农业科学,2008,41(11):3589.

[19]梁永富,易家宁,王康才,等.遮阴对多花黄精生长及光合特性的影响[J].中国中药杂志,2019,44(1):59-67.

[20]李先民,李春牛,刘新亮,等.遮阴对杜鹃红山茶幼苗叶片生长特性及初生代谢的影响[J].西北植物学报,2019,39(2):294-301.

[21]王 梅,徐正茹,张建旗,等.遮阴对 10 种野生观赏植物生长及生理特性的影响[J].草业科学,2017,34(5):1008-1016.

[22]李小琴,张凤良,杨 湑,等.遮阴对濒危植物风吹楠幼苗叶形态和光合参数的影响[J].植物生理学报,2019,55(1):80-90.

[23]钱龙梁,薛 源,曹福亮,等.生物遮阴对银杏幼苗生长的影响[J].中南林业科技大学学报,2018,38(10):21-26.

[24]张述斌,徐崇志,张 锐,等.遮阴对‘温 185’核桃光合特性的影响[J].中国果树,2017(3):22-27.

[25]石 岩,王 亮,刘冰雁,等.光照、水分对苹果梨叶片净光合速率日变化的影响[J].安徽农业科学,2013,41(27):10917-10918.

[26]刘群龙,宁婵娟,王 朵,等.翅果油树净光合速率日变化及其主要影响因子[J].中国生态农业学报,2009,17(3):474-478.

[27]张 璐,张纪林.不同光照条件下 3 种冬青属植物的光合特征日变化研究[J].西北植物学报,2006,26(3):490-495.

[28]王岚,张宇斌,李建新,等.遮阴对七叶一枝花光合和生理特性的影响[J].北方园艺,2015(8):73-77.

用<sup>[6]</sup>。赤霉素(gibberellic acid, GA<sub>3</sub>)是一类属于双萜类化合物的植物激素,在种子萌发、花器官发育、果实成熟等方面发挥重要作用<sup>[7]</sup>。在“阳丰”甜柿盛花期和幼果期用 100 mg/L 浓度的 GA<sub>3</sub> 处理能显著提高柿坐果率<sup>[8]</sup>。脱落酸(abscisic acid, ABA)是一类属于 15 个碳原子的萜类化合物,在植物的生长发育以及胁迫应答中有着重要作用<sup>[6]</sup>。富士苹果外源施用 ABA 可以激发糖代谢酶活性,促进光合产物的运输,从而提高果实品质<sup>[9]</sup>。

甜柿作为优良的柿果品种,其相关研究较少,生长发育的生理机制并不清楚。本试验在果实迅速生长期人工去除柿蒂萼片,并涂抹不同激素,通过测定柿果果实的横纵径、果实品质及落果情况,确定柿蒂在柿果生长发育过程中的作用,并探寻其可能存在的生理机制。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2019 年在江苏省南京市六合区天享甜柿园内进行。以 4 年生“阳丰”甜柿为试验材料。

### 1.2 试验方法

1.2.1 果实迅速生长期去萼处理 选取 12 棵长势一致的柿树,在果实迅速生长期(6 月 23 日)进行柿蒂去萼处理,分别去除 1、2、3、4 个萼片,以不去除萼片为对照,每个处理 3 个生物学重复。在柿果成熟期(11 月 15 日)进行取样。

1.2.2 果实迅速生长期去萼后激素处理 将去萼处理后的每棵树随机选取 6 个果实,每种激素处理 3 个果实。于萼片剪口处涂抹激素。激素种类与浓度:GA<sub>3</sub> 100 mg/L,ABA 100 mg/L。

### 1.3 测定指标及方法

分别于 6 月 23 日、7 月 21 日、8 月 23 日、9 月 23 日、11 月 15 日,使用游标卡尺(精确到 0.01 mm)测量柿果纵横径,并记录不同处理的落果情况;使用电子天平(精确到 0.000 1 g)测量果实成熟后不同处理的柿果质量;使用 PAL-1 手持糖度计(0~53%)测量柿果可溶性固形物含量;用蒽酮比色法测定柿果可溶性糖含量,用酸碱滴定法测定可滴定酸含量。

### 1.4 数据处理

使用 SPSS 14.0 进行显著差异性分析,利用 Excel 2016 进行图表绘制。

## 2 结果与分析

### 2.1 去除不同数量柿蒂萼片对果实横纵径变化及落果数的影响

由图 1 可知,对照及去除 1、2、3、4 个柿蒂萼片后果实的横径呈现先快后慢的生长趋势,柿果的横径在 6 月 23 日至 7 月 21 日增长最为迅速,分别增长了 16.4、11.42、16.48、20.12、8.05 mm,占总增长量的 70%、51%、54%、66%、50%。在此阶段,去除 4 个柿蒂萼片与对照相比横径增长量显著降低( $P < 0.05$ ),这种差异一直持续到 11 月果实采收(图 2)。

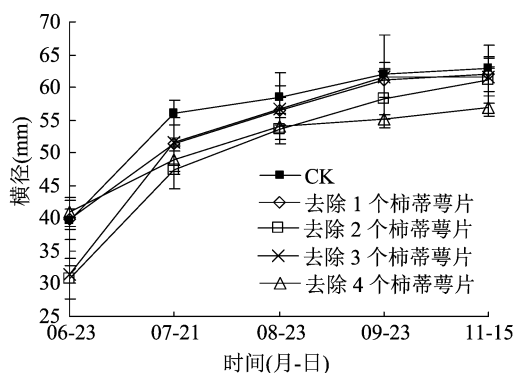
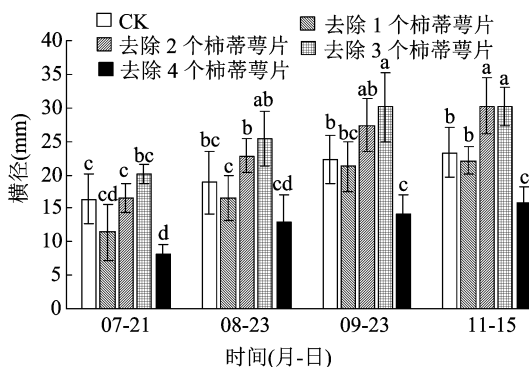


图1 去除不同数量柿蒂萼片果实横径变化情况



柱形图上方不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ )。下同

图2 去除不同数量柿蒂萼片对果实横径增长量的影响

由图 3 可知,去除不同数量柿蒂萼片的柿果纵径在 6 月 23 日至 7 月 21 日、8 月 23 日至 9 月 23 日有不同程度的快速增长;对照与去除 3、4 个柿蒂萼片的果实 6 月 23 日至 7 月 21 日增长速度最快,分别增长了 7.5、8.68、5.1 mm,占总增长量的 41%、49%、54%。由图 4 可见,与对照相比,去除不同数量柿蒂萼片的柿果在 6 月 23 日至 7 月 21 日的纵径增长量没有显著差异,直到 9 月 23 日,去除 1、2、4 个柿蒂萼片的柿果纵径增长量显著低于对照( $P < 0.05$ );至 11 月 15 日,只有去除 4 个萼片的柿果与对照相比纵径增长量显著降低( $P < 0.05$ )。

总之,去除柿蒂萼片对柿果的横纵径有一定的影响,对横径的影响主要集中在处理后 1 个月内(6 月 23 日至 7 月 21 日);对纵径的影响则在不同时间段都有体现。去除柿蒂后,柿果的生长发育受到明显的抑制,去除 4 个柿蒂萼片对柿果生长的抑制作用最为显著。

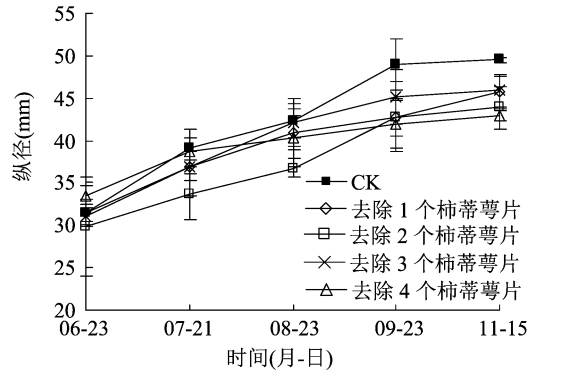


图3 去除不同数量柿蒂萼片果实纵径变化情况

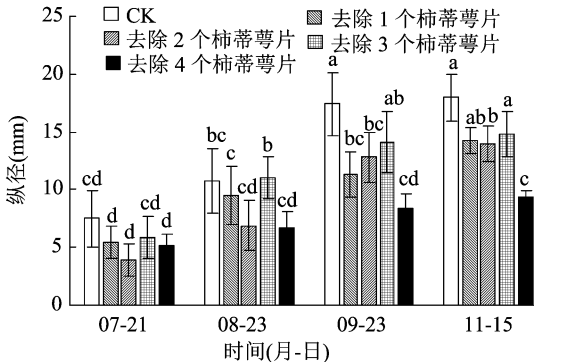


图4 去除不同数量柿蒂萼片对果实纵径增长量的影响

由图 5 可知,去除 2 个柿蒂萼片后,柿果落果数与对照相比没有显著差异;去除 1、3、4 个柿蒂萼片后与对照相比,柿果落果数显著增加( $P < 0.05$ ),是对照的 2~3 倍,达到了总处理数的 30%。值得注意的是,落果集中在 6 月 23 日至 7 月 21 日,在之后的时间落果数没有显著增加。

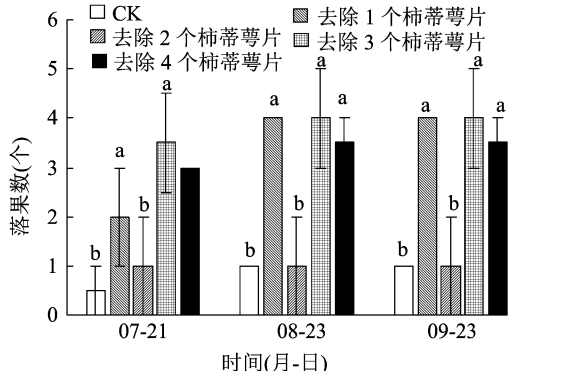


图5 去除不同数量柿蒂萼片对落果数的影响

### 2.2 去除柿蒂萼片后不同激素处理对柿果横纵径变化及落果数的影响

由表 1 可知,去除柿蒂萼片后用激素处理对果实横纵径增长有一定影响,且横径增长与纵径增长变化趋势一致。在 6 月 23 日至 7 月 21 日,与对照相比,去除柿蒂萼片后用 100 mg/L ABA 和 100 mg/L GA<sub>3</sub> 处理,柿果横径增长量有显著差异。具体表现为使用 100 mg/L GA<sub>3</sub> 处理能显著促进去除 1 个和 4 个柿蒂萼片柿果的横径增长( $P < 0.05$ ),增长量分别

表 1 去除不同数量柿蒂萼片后不同激素处理对柿果横纵径增长量的影响

去除柿蒂萼片数量 (激素处理)	7 月 21 日		8 月 23 日		9 月 23 日		11 月 15 日	
	横径 (mm)	纵径 (mm)	横径 (mm)	纵径 (mm)	横径 (mm)	纵径 (mm)	横径 (mm)	纵径 (mm)
CK	16.40cd	7.50bc	18.81bc	10.76c	22.35b	17.44b	23.28b	17.98b
1 个 (CK)	11.42de	5.47c	16.54cd	9.50cd	21.26b	11.35cd	22.09b	14.27bc
1 个 (ABA)	14.02d	8.87bc	14.76cd	8.99cd	15.14c	7.40de	16.98c	8.17d
1 个 (GA <sub>3</sub> )	27.44a	21.70a	25.98a	20.14a	30.29a	22.72a	31.49a	24.24a
2 个 (CK)	16.48c	3.89c	22.83a	6.91d	27.42a	12.78c	30.21a	13.96bc
2 个 (ABA)	13.70d	8.67bc	16.38cd	10.11cd	18.69bc	11.76cd	20.35bc	13.48c
2 个 (GA <sub>3</sub> )	12.76d	5.71c	17.15c	7.25d	20.11b	9.50d	21.63b	10.93cd
3 个 (CK)	20.12b	8.68bc	25.32a	13.76bc	30.08a	16.87b	30.21a	17.58bc
3 个 (ABA)	11.25de	8.69bc	17.27c	10.48c	20.99b	15.19bc	21.99b	15.93bc
3 个 (GA <sub>3</sub> )	13.39d	8.55bc	20.64b	14.15b	22.23b	15.57bc	22.91b	16.43bc
4 个 (CK)	8.05e	5.10c	13.05d	6.71d	14.12c	8.3de	15.90c	9.38cd
4 个 (ABA)	7.47e	3.92c	11.87d	4.21d	12.17c	5.01e	13.38c	6.03d
4 个 (GA <sub>3</sub> )	12.06d	10.16b	17.80bc	10.35c	18.36bc	11.47cd	19.24bc	11.89cd

注:同列数据后不同小写字母表示处理间存在显著差异( $P < 0.05$ )。下表同。

是对照的 2.3 倍和 1.5 倍;100 mg/L ABA 处理能显著促进去除 1 个柿蒂萼片柿果的横径增长( $P < 0.05$ ),增长量是对照的 1.2 倍。100 mg/L ABA 处理柿果横径增长效果低于 100 mg/L GA<sub>3</sub> 处理。去除 1 个柿蒂萼片用 100 mg/L GA<sub>3</sub> 处理后,在果实成熟期,柿果的横径增长量显著增加( $P < 0.05$ ),是对照的 1.4 倍;但 100 mg/L ABA 处理后柿果的横径增长量显著减少( $P < 0.05$ ),仅为对照的 0.8 倍。表明去除柿蒂数量增加后,用 100 mg/L GA<sub>3</sub> 处理并不能促进柿果横径的增长。

由图 6 可知,去除 1 个和 2 个柿蒂萼片后,用 100 mg/L GA<sub>3</sub> 处理能够减少落果数;去除 3 个和 4 个柿蒂萼片后,用 100 mg/L GA<sub>3</sub> 处理则增加落果数。去除 1 个和 4 个柿蒂萼片后,用 100 mg/L ABA 处理对落果数量没有影响;去除 2 个和 3 个柿蒂萼片后,用 100 mg/L ABA 处理会增加落果数。但与对照相比,用 ABA 和 GA<sub>3</sub> 处理去除不同数量柿蒂萼片对落果数均无明显影响。

2.3 去除柿蒂萼片和去蒂后不同激素处理对柿果品质的影响

由表 2 可知,不同处理间柿果的果形指数在 0.68 ~ 0.79,均没有显著差异。不同处理间柿果单果质量差异显著( $P < 0.05$ ),未去除柿蒂萼片的单

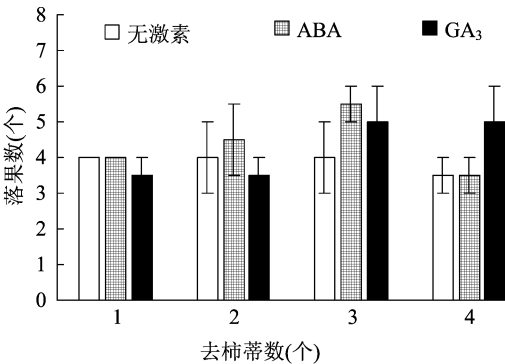


图6 去除不同数量柿蒂萼片后不同激素处理对落果的影响

果质量显著高于去除 3 个和 4 个柿蒂萼片的单果质量。去除 1 个柿蒂萼片后用激素处理与未用激素处理的对照相比单果质量差异显著( $P < 0.05$ ),具体表现为用 100 mg/L GA<sub>3</sub> 处理后可以显著增加单果质量,但用 100 mg/L ABA 处理显著降低单果质量。去除 2 个以上柿蒂萼片时,利用 100 mg/L GA<sub>3</sub> 处理对单果质量没有显著影响。不同处理间柿果的可溶性固形物含量和可滴定酸含量均无显著差异。与对照相比,去除 4 个柿蒂萼片后柿果的可溶性糖含量显著降低( $P < 0.05$ ),其中用 100 mg/L ABA 处理后可以促进柿果可溶性糖积累,显著提高可溶性糖含量。

表 2 去除不同数量柿蒂萼片后激素处理对柿果品质的影响

去除柿蒂萼片数量 (激素处理)	果形指数	单果质量 (g)	可溶性固形物含量 (%)	可溶性糖含量 (%)	可滴定酸含量 (%)
CK	0.79 ± 0.01a	111.24 ± 12.41ab	25.93 ± 1.52a	16.00 ± 4.15a	0.11 ± 0.01a
1 个(CK)	0.74 ± 0.02a	105.49 ± 23.48b	24.30 ± 0.73a	11.45 ± 0.71a	0.08 ± 0.06a
1 个(ABA)	0.68 ± 0.04a	94.46 ± 3.73c	23.60 ± 0.10a	15.50 ± 2.62a	0.20 ± 0.02a
1 个(GA <sub>3</sub> )	0.74 ± 0.01a	108.58 ± 13.49a	20.63 ± 0.73a	11.22 ± 4.34a	0.16 ± 0.00a
2 个(CK)	0.72 ± 0.01a	102.16 ± 5.44bc	22.50 ± 0.70a	11.61 ± 1.40a	0.12 ± 0.03a
2 个(ABA)	0.72 ± 0.00a	88.46 ± 15.99c	24.47 ± 2.09a	15.15 ± 3.02a	0.20 ± 0.06a
2 个(GA <sub>3</sub> )	0.69 ± 0.00a	93.29 ± 6.22c	23.17 ± 1.33a	12.02 ± 1.04a	0.18 ± 0.03a
3 个(CK)	0.74 ± 0.01a	95.15 ± 13.28c	21.58 ± 0.80a	10.79 ± 0.55a	0.20 ± 0.02a
3 个(ABA)	0.76 ± 0.00a	98.06 ± 12.46b	22.57 ± 1.64a	13.45 ± 4.01a	0.23 ± 0.13a
3 个(GA <sub>3</sub> )	0.73 ± 0.00a	104.31 ± 0.60bc	24.95 ± 0.55a	13.85 ± 3.79a	0.15 ± 0.02a
4 个(CK)	0.76 ± 0.00a	86.63 ± 17.19c	20.40 ± 1.44a	8.22 ± 0.73b	0.12 ± 0.07a
4 个(ABA)	0.74 ± 0.00a	76.74 ± 17.55d	22.10 ± 3.72a	11.98 ± 3.45a	0.17 ± 0.02a
4 个(GA <sub>3</sub> )	0.75 ± 0.03a	91.21 ± 8.40c	19.55 ± 2.65a	8.31 ± 0.32b	0.15 ± 0.02a

3 结论与讨论

有研究表明宿存果蒂对果实生长发育具有重要的影响。茄子萼片中与花青素合成相关的 DFR

和 MYB 基因,会影响紫茄子的色泽和营养物质含量<sup>[4]</sup>。人工去除草莓萼片会显著抑制果实生长,同时随着去除萼片数量的增加,草莓果实品质显著下降<sup>[5]</sup>。在这些植物中,去除萼片抑制了果实的生长

发育,降低了果实品质。本试验对甜柿品种“阳丰”进行了去除柿蒂萼片研究,结果表明,去除柿蒂萼片后,果实横纵径增长量降低,同时会减少果实可溶性糖的积累。

柿子有 2 个生理落果高峰期,一是前期维管束未伸长至柿蒂,导致幼果脱落;二是后期果实与柿蒂结合部位形成离层导致落果<sup>[10]</sup>。本试验在 6 月 23 日去除“阳丰”柿蒂萼片后柿果落果数量显著增加。导致落果的一个原因可能是柿蒂维管束未形成;另一个原因可能是由于 6 月份处于高温期,柿果生长期需水量大,缺水导致柿蒂离层形成。

“Rojo Brillante”柿子去除整个柿蒂后果实生长速度降低、落果数量增加,用 25 mg/L 的  $GA_3$  处理后抵消了这种作用<sup>[11]</sup>。本试验中,利用 100 mg/L  $GA_3$  处理去除 1 个柿蒂萼片后的柿果,柿果横纵径生长得到恢复。这表明 100 mg/L  $GA_3$  确实能抵消去除柿蒂萼片导致的果实生长速度下降;用 100 mg/L  $GA_3$  和 100 mg/L ABA 处理去除柿蒂萼片后的柿果,柿果落果数量并未降低,这与上述研究相矛盾,考虑到处理激素浓度有所差异,可以对激素设置浓度梯度进一步研究。

Yonemori 等在“Hiratanenashi”果实生长发育第 1 个、第 2 个阶段去除萼片后发现柿子果实单果质量减小、果肉蔗糖和果糖比例显著增加,同时去除萼片后果实中 ABA 含量显著降低<sup>[12]</sup>。在“Sakushu-mishiraza”生长发育第 1 个、第 2 个阶段人工去除萼片后果实生长受到明显抑制,与对照相比去除萼片的果实水势、渗透势显著增高,说明果实生长受抑制与去除萼片而引起的水分关系变化密切相关<sup>[13]</sup>。本试验去除 4 个柿蒂萼片后用 100 mg/L ABA 处理增加了可溶性糖积累,后续试验可以从蔗糖、果糖的含量、水分变化等方面进行进一步探究。

Yonemori 等研究发现,在柿子生长发育第 1 个阶段去除萼片后显著抑制果实生长,与对照果实相比,去除萼片的果实 2 周后  $CO_2$  交换率减少了 80%,果实光合率降低,果实生长受阻;在第 3 个阶段去除萼片对果实  $CO_2$  交换率没有影响,同时也没有影响果实的生长发育,但在去除萼片后用凡士林涂抹伤口,果实在成熟前 2 周停止膨大,并且  $CO_2$  交换率骤降<sup>[14]</sup>。除此之外,去除萼片能够显著降低甜柿果实中束缚态腐胺(Put)、亚精胺(Spd)和戊二胺(Cad)含量,抑制甜柿果实生长<sup>[15]</sup>。本试验在去除柿蒂萼片后利用 100 mg/L  $GA_3$  和 100 mg/L ABA

处理,对柿果有着不同的影响。 $GA_3$  可以起到恢复生长的作用,ABA 则在一定程度上改善柿果品质。柿蒂不仅通过与枝条的连接影响柿果的生长发育和品质,柿蒂的光合作用、呼吸作用以及激素的调节也是影响柿果生长发育和果实品质的原因。

#### 参考文献:

- [1]周 坚,万楚筠,沈汪洋,等. 甜柿的营养及功能特性[J]. 武汉工业学院学报,2004(4):14-18.
- [2]蒋 莺,程建宇,钟晓红. 柿蒂的研究进展[J]. 现代园艺,2013(7):22-23.
- [3]Su J, Jia B, Jia S, et al. Effect of plant growth regulators on calyx abscission, fruit quality, and auxin-repressed protein (ARP) gene expression in fruitlets of ‘Dangshansuli’ pear (*Pyrus bretschneideri* Rehd.) [J]. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 2015, 90(2):135-142.
- [4]周婷婷. 茄子萼片花青素合成相关基因 *DFR* 和 *MYB* 的克隆及表达分析[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2016.
- [5]Lee G B, Choe Y U, Park Y, et al. Effect of removing corolla and calyx lobes on fruit shape and quality of strawberry[J]. Journal of Environmental Science International, 2017, 26(1):87-96.
- [6]黎 家,李传友. 新中国成立 70 年来植物激素研究进展[J]. 中国科学(生命科学),2019,49(10):1227-1281.
- [7]李巧峡,张 丽,王 玉,等. 赤霉素调控植物开花及花器官发育的研究进展[J]. 中国细胞生物学报,2019,41(4):746-758.
- [8]朱仁胜. 去芽及激素处理对柿生长发育的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2016.
- [9]沙建川,贾志航,张 鑫,等. 外源脱落酸对富士苹果果实膨大后期光合产物向果实运输的影响[J]. 应用生态学报,2019,30(6):1854-1860.
- [10]薛凡凡. ‘早秋’甜柿的落果生理机制研究和花果管理技术初探[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2019.
- [11]Reig C, Martínez-Fuentes A, Mesejo C, et al. Hormonal control of parthenocarpic fruit set in ‘Rojo Brillante’ persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) [J]. Journal of Plant Physiology, 2018, 231:96-104.
- [12]Yonemori K, Hirano K, Sugiura A. Growth inhibition of persimmon fruit caused by calyx lobe removal and possible involvement of endogenous hormones[J]. Scientia Horticulturae, 1995, 61(1/2):37-45.
- [13]Itai A, Yonemori K, Sugiura A. Changes in water relations as related to the growth inhibition of persimmon fruit by calyx lobe removal [J]. Acta Horticulturae, 1997, 436:355-364.
- [14]Yonemori K, Itai A, Nakano R, et al. Role of calyx lobes in gas exchange and development of persimmon fruit[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1996, 121(4):676-679.
- [15]伊成勇,张 敏,韦 军. 柿果实和萼片发育与多胺代谢关系研究[J]. 江西农业大学学报,2019,41(6):1079-1085.