

文章编号: 1674-7054(2017)03-0307-06

A4 无核荔枝生理落果规律的观察

付亚男 李茂富 吴 凡 李萃玲 包冬红 高雄 李绍鹏

(海南大学 热带农林学院, 海口 570228)

摘 要: 以 10 年生 A4 无核荔枝树为试验材料, 谢花后对其果实生长发育的生理落果状况进行定期观察, 以探索 A4 无核荔枝生理落果规律。结果表明: (1) 在整个果实发育过程中, A4 无核荔枝存在 4 次落果高峰期, 分别出现在谢花后 9~12 d、21~27 d、39~42 d 和 51~60 d (采收前)。(2) 4 次生理落果中, 第 1 次落果数量显著高于其他 3 次, 但采前落果期的落果率高达 69.84%, 显著高于其他 3 次。(3) 4 次生理落果期果实脱落的部位均一致, 都是在果柄末端的小花穗轴与支轴结合部位脱落。(4) 采前落果期单果脱落量比对照果高出 20%, 转黄果(果皮颜色刚转黄)的脱落量比转红果脱落量高出 3.65 倍, 且脱落的转黄果横、纵径及单果重均小于转红果。由此可见, 采前落果是造成 A4 无核荔枝产量损失的主要因素, 在果实刚转黄时的小果更容易脱落, 在今后生产栽培中应调控后 2 次落果期尤其是防治采前落果。

关键词: A4 无核荔枝; 生理落果; 规律; 动态观察

中图分类号: S 667.1

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2017.03.009

荔枝(*Litchi chinensis* Sonn.) 是无患子科(*Sapindaceae*) 荔枝属(*Litchi*) 的常绿亚热带果树, 原产我国南部, 与香蕉、菠萝、龙眼等并称为“南国四大果品”^[1]。无核荔枝为海南发现的实生变异单株^[2-3], 而 A4 无核荔枝是海南省乃至全国、全世界罕见的珍贵无核型优良品种(系), 其综合性状优良, 是目前海南省的主推品种。因其果实可食率高, 果肉略脆而软, 味美、无渣, 种子多退化, 无核率可高达 90% 以上, 深受消费者的欢迎^[4]。虽然 A4 无核荔枝选育成功已经十多年了, 但却一直没有得到大面积地推广, 其主要原因是无核荔枝与有核荔枝在花果管理方面存在较大的差异, 且有一定的栽培难度^[5]。与有核荔枝相比, A4 无核荔枝目前存在着比较严重的生理落果现象, 造成 A4 无核荔枝坐果率较低, 给生产上带来了巨大的损失, 影响了无核荔枝产业的健康发展。笔者对 A4 无核荔枝的生理落果进行了动态观察, 为今后 A4 无核荔枝生理落果的机理研究及提高其坐果率的调控提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试品种为嫁接在白糖罍砧木上的 10 a 生 A4 无核荔枝, 株行距为 4 m×6 m, 树势中等。

1.2 试验方法 试验于 2015 年、2016 年 4~6 月连续 2 年在海南省澄迈县白莲镇无核荔枝园进行, 试验地为坡地, 沙壤土, 土层深厚, 肥力中等。试验选择生长势与负载量基本一致的树作为供试树, 进行随机区组设计, 单株小区, 重复 3 次。试验处理如下: 每株树分别于树体四周随机选择 15 个果穗并挂牌标记, 进行坐果情况观测并统计落果率。观测时期于无核荔枝谢花后开始至无核荔枝成熟开始进行采收时为止, 每 3 d 观测 1 次。所观测的数据采用 Excel 2010 和 IBM SPSS Statistics 21.0 进行相关统计与分析, 多重比较采用 DUNCAN 法。

收稿日期: 2017-02-21

修回日期: 2017-04-19

基金项目: 农业部农垦局热作技术试验示范项目(15162130106232022)

作者简介: 付亚男(1990-) 男, 海南大学 热带农林学院 2014 级硕士研究生, E-mail: fuyanantai@163.com

通信作者: 李绍鹏(1957-) 男, 博士研究生导师, 主要从事果树种质资源、栽培与生理等方面研究, E-mail: Lsp555@126.com; 李茂富(1979-) 男, 副教授, 硕士研究生导师, 主要从事果树种质资源、栽培与生理研究, E-mail: hafu98022@126.com

2 结果与分析

2.1 A4 无核荔枝落果情况的动态观察 从图 1 可见 ,A4 无核荔枝从谢花后至成熟采收前有着明显的 4 次落果高峰期 ,第 1 次生理落果期出现在谢花后 9 ~ 12 d ,第 2 次在谢花后 21 ~ 27 d ,第 3 次在谢花后 39 ~ 42 d ,第 4 次即采前落果在谢花后 51 ~ 60 d。此外 ,第 1、3 次落果高峰期持续时间均较短(约 3 d) ,且第 3 次落果只有 1 个小增长高峰。

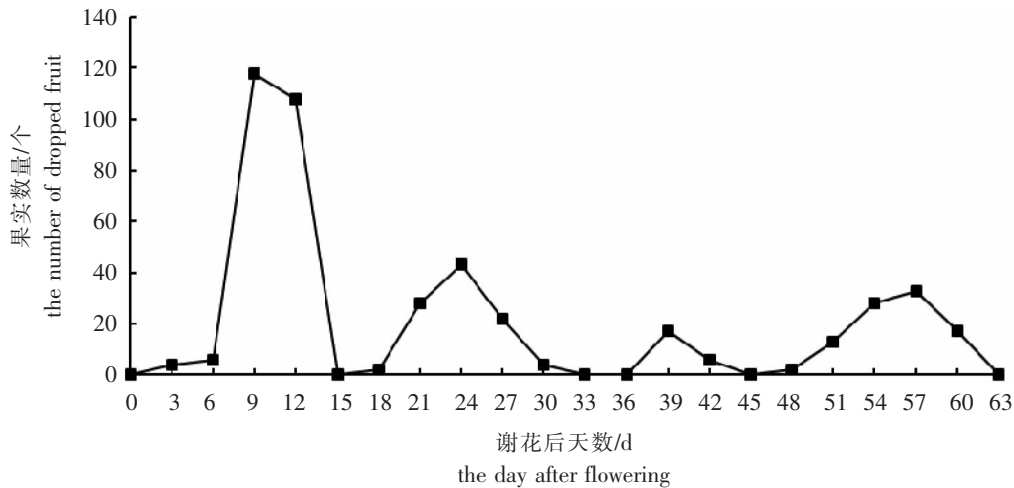


图 1 A4 无核荔枝生理落果情况的动态观察

Fig. 1 Dynamic observation of physiological fruit drop for seedless litchi A4

2.2 A4 无核荔枝各生理落果时期的落果部位观察 通过观察发现 ,A4 无核荔枝各时期的落果部位均相同(图 3) ,但其落果部位不像妃子笑发生在果蒂处 ,而是在小花穗轴与支轴结合部位(图 2a 中小红圈标记处)即果柄末端(图 2b 标记处)脱落。此外 ,试验中还观察发现位于 2 个或多个支轴交叉处形成的小花穗或果实更容易脱落。



图 2 A4 无核荔枝生理落果及脱落离层形成部位

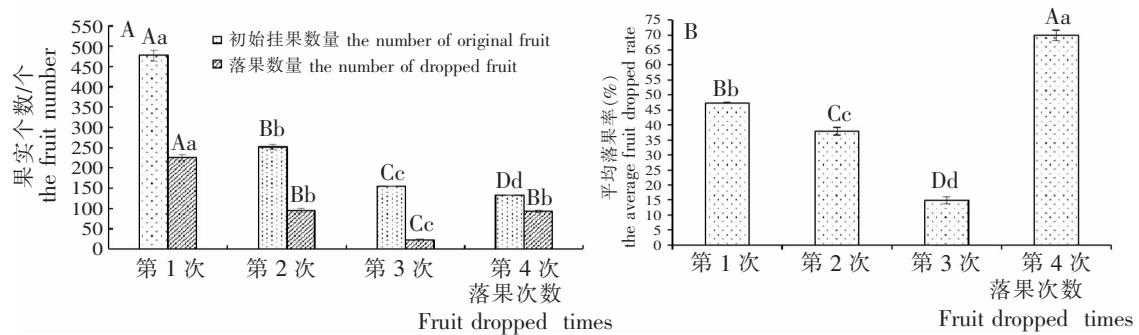
Fig. 2 The abscission site and the part of abscission layer formed of the seedless litchi A4 at the stage of physiological fruit drop

2.3 A4 无核荔枝各生理落果时期落果情况观察统计 由图 4 可知 ,第 1 次生理落果的数量显著地高于其他各时期的落果数量 ,单株果树 15 个果穗的总落果数量高达 226 个 ,而第 3 次生理落果的数量是各个时期中最低的 ,仅仅只有 23 个 ,极显著低于其他各时期 ;在经历了前 3 次落果高峰后 ,A4 无核荔枝挂果量约为 10 个/穗 ,依能满足生产对产量的要求 ,但第 4 次落果期(采前落果)平均落果率高达 69.84% ,极显著高于其他各时期 ,造成 A4 无核荔枝产量严重损失。由此可见 ,造成 A4 无核荔枝产量严重损失的并不是第 1 次落果高峰期的大量落果 ,而是采前的高落果率。



图3 A4 无核荔枝各生理落果时期的落果

Fig. 3 Dropped fruits of the seedless litchi A4 at different physiological fruit drop stages



注: 图中不同小写英文字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 不同大写英文字母表示差异极显著 ($P < 0.01$), 且不同的字母表示不同列 (即不同处理) 相同指标之间的差异显著性, 下同

Note: Different lowercase letters indicate significant difference among treatments at 0.05 level; different capital letters indicate highly significant difference among treatments at 0.01 level; and different letters represent the significance of differences between different columns (different treatments) of the same indexes, similarly hereinafter

2.4 A4 无核荔枝采前落果时期的落果形态观察统计 由图5可见, A4 无核荔枝采前落果是单果与对果、转红果和转黄果 (果实刚转黄) 并存, 其中单果落果率比对果高出 20%, 极显著高于对果落果率; 从落

果颜色来看,转黄果落果率是转红果的 3.65 倍,极显著高于转红果落果率;从果实大小来看,转黄果不论横径、纵径还是单果重均极显著低于转红果。由此可见,A4 无核荔枝采前落果期主要在果皮转黄时出现,且以小果、单果为主。

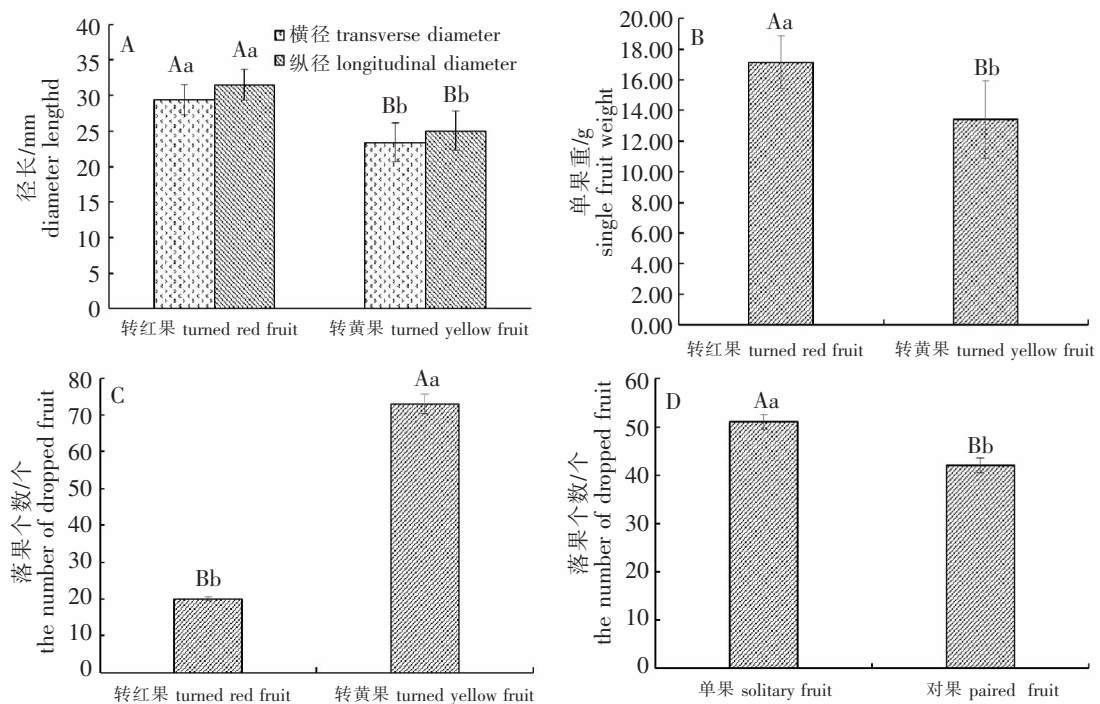


图 5 A4 无核荔枝采前落果期的落果形态统计

Fig. 5 The morphology statistics of the seedless litchi A4 dropped fruit before harvest

3 讨论

观测结果表明,A4 无核荔枝有 4 次生理落果高峰期。胡福初等人^[6]未观测到第 3 次生理落果时期,造成观测差异的主要原因可能是实验中观测间隔时间不同以及第 3 次生理落果时期持续时间短,落果强度低。第 3 次生理落果高峰期的相关研究结果^[7-9]表明,第 3 次落果的主要原因是胚开始停滞生长而败育退化,果实失去了营养和激素的来源,对果实的正常发育有一定的影响,从而引起了这次落果。此外,苹果^[10]、柑橘^[11]及荔枝^[12]的相关研究结果表明,ABA 的含量与落果率呈正相关的关系,而李伟才等人^[13]通过研究认为,果实中高含量的内源 ABA 是引起这次落果的重要因素之一。虽然第 1 次和第 2 次生理落果高峰期的落果数量较大,但是该时期的落果是一种正常的生理现象,主要是由于幼果授粉受精不良及胚乳退化、骤减引起的;而采前落果时期,虽然果实已充分发育,但是果实处于快速膨大期,鲜果质量迅速增加^[14],果实需要充足的营养供应,而树体营养供应不足则会造成果实极易脱落,引起落果率的提高。此外,天气以及病虫害状况也会引起果实的脱落,造成严重减产;因此,第 4 次落果期是今后 A4 无核荔枝生产中需要调控的关键时期。本实验还发现了在果实刚转黄时期的小果更加容易脱落,因此,在今后生产栽培中应采取相应的措施调控后 2 次落果期尤其是防治采前落果,降低 A4 无核荔枝的采前落果率,提高产量和经济效益。

荔枝的果实一般以单果为主,但对于 A4 无核荔枝而言,单果与对果共存。对果又称“双生果”或“孖果”,与单果相比,其无核率高达 100%,胚败育退化。Crane 的研究指出虽然种子是生长素合成的中心,但果实的子房壁细胞也可合成植物激素^[15]。李伟才的研究指出在果实发育中后期,无核荔枝果实中 IAA 的含量远高于有核荔枝,种子并不是果实中合成生长素的唯一场所,假种皮也可能是 IAA 合成的重要场所之一;子房壁细胞产生 IAA 能力在没有种子的情况下会大大提高^[13]。而 A4 无核荔枝的对果因胚的败育退化以及采前落果期果实的快速膨大发育,假种皮快速分裂生长,促进了 IAA 的产生和含量的升高。

此外, ABA 和 IAA 对荔枝落果的作用可能是相反的, ABA 促进落果而 IAA 延缓落果^[12], 而果实中 IAA 含量的增加可使落果明显减少^[14]。与单果相比, 其同时期的(IAA + GAs + CTK) /ABA 比值更大, 而邱燕萍的研究结果表明, 坐果期低水平的 IAA, GAs 及相对较低的(IAA + GAs + CTK) /ABA 值是小核品种严重生理落果的主要原因^[16]。因此, 试验中才会观察到采前落果期的落果以单果所占比例较大的现象。

目前, 关于荔枝保花保果的调控研究也有不少的报道, 如生产中经常应用花穗短截^[17-18]、疏花^[5-6, 19]、螺旋环剥^[20]与环割^[18]、地膜覆盖及避雨栽培^[21]、夏梢处理等^[18]物理调控措施, 通过减少开花量, 节省树体养分, 促进花穗及果穗的健壮发育, 达到提高坐果率和果树产量的目的。此外, 在荔枝果树及果实发育期间采用相应的农艺措施, 如适时施用一定量的壮果肥或叶面肥, 进行合适比例氮磷钾肥与微量元素的配施, 并在及时抹除抽生的夏梢的基础上加强的田间管理等来促进花穗及幼果的发育, 提高荔枝的成花和坐果率, 减少果实的脱落, 达到保果、增产增收的效果^[6, 22-25]。目前关于控制荔枝采前落果的研究报道, 很多都是采用化学调控的方法来减轻果实的采前脱落, 如不同浓度的烯效唑 + 乙烯利处理^[26]、保果防裂素处理^[26]、特效植物营养素(SPNE) 处理^[27]均能有效降低采前落果率; 杨明府等人^[28-29]对 A4 无核荔枝的研究发现, 通过在采前落果高峰前 15 d 左右对 A4 无核荔枝进行不同浓度的 CPPU, ZR, NAA, GA3 喷施调控处理, 可以显著地降低采前落果率。目前关于 A4 无核荔枝的采前落果调控的研究报道主要集中在植物激素对采前落果影响的研究方面, 且大多研究只侧重于某一单一激素对荔枝果实脱落的影响, 缺乏综合调控的研究, 尚未见报道不同激素间的共同作用, 尤其是生长抑制类激素和生长促进类激素的平衡对果实的坐果的影响。采前落果出现的最直接原因是果柄离层的形成, 而果柄结构的发育及离层的形成与很多因素有关, 其中既与树体及果实内源激素失衡有关, 又与树体及果实内的营养平衡有关, 而果柄离区细胞壁相关降解酶活性的变化也会影响到果柄离层的形成, 引起果实的脱落。但是关于 A4 无核荔枝在这方面的研究报道较少, 尤其是缺乏与荔枝果实脱落相关的生理和分子生物学机理研究。因此, 在今后 A4 无核荔枝生理落果的调控研究中, 应基于植物激素、营养物质及果柄离区细胞壁相关降解酶对果实脱落和果柄离层形成的影响进行综合研究, 探究其落果的生理机理, 并有针对性地找出一些与 A4 无核荔枝生理落果果实脱落相关的特异基因, 从分子水平探索 A4 无核荔枝生理落果的分子生物学机理, 为今后从分子水平上对 A4 无核荔枝的生理落果尤其是采前落果进行调控提供一定的研究基础。

参考文献:

- [1] 刘志诚, 刘建峰, 余胜权. 荔枝丰产栽培技术彩色图谱[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [2] 陈厚彬. 中国荔枝现状和发展分析[J]. 热带作物学报, 2008(6): 3-6.
- [3] 苗平生. 海南荔枝品种简介[J]. 世界热带农业信息, 2004(1): 21-25.
- [4] 魏瑞敏. 已获农业部植物新品种权保护的农作物品种名录[J]. 河北农业科技, 2005(1): 10-21.
- [5] 华敏, 王祥和, 陈业光. 海南无核荔枝丰产栽培关键技术[J]. 中国热带农业, 2009(2): 54.
- [6] 胡福初, 何舒, 范鸿雁, 等. 不同留花量对 A4 无核荔枝开花坐果的影响[J]. 中国热带农业, 2014(6): 54-58.
- [7] 邱燕萍, 张展薇. 荔枝果实发育及其与落果的关系[J]. 广东农业科学, 1993(1): 17-19.
- [8] 向旭, 邱燕萍, 张展薇. 糯米糍荔枝果实内源激素与落果的关系[J]. 果树学报, 1995(2): 88-92.
- [9] 张展薇, 袁沛元, 邱燕萍, 等. 荔枝高产栽培技术[M]. 北京: 金盾出版社, 1996: 55-58.
- [10] 张承烈. 苹果果实生理脱落与生长调节物质的关系[J]. 园艺学报, 1983(3): 153-158.
- [11] Garcia-Papi M A, Garcia-Martinez J L. Fruit set and development in seeded and seedless Clementine mandarin[J]. Scientia Horticulturae, 1984, 22(s 1/2): 113-119.
- [12] Yuan R, Huang H. Litchi fruit abscission: its patterns, effect of shading and relation to endogenous abscisic acid[J]. Scientia Horticulturae, 1988, 36(3/4): 281-292.
- [13] 李伟才, 魏永赞, 胡会刚, 等. 3 种无核荔枝果实发育过程中内源激素含量变化动态[J]. 热带作物学报, 2011, 32(6): 1042-1045.
- [14] 周碧燕, 季作梁, 叶永昌, 等. 荔枝果实发育期间内源激素含量的变化[J]. 园艺学报, 1998, 25(3): 236-240.
- [15] Crane J C. Growth substances in fruit setting and development [J]. Plant Biology, 1964, 15(15): 303-326.
- [16] 邱燕萍, 向旭, 王碧青, 等. 荔枝三种结实类型内源激素的平衡与坐果机理[J]. 果树学报, 1998(1): 39-43.

- [17] 江诗雅. 荔枝开花的营养消耗与坐果关系及短截花穗处理效应的生理研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2012.
- [18] 胡福初, 范鸿雁, 何凡, 等. 妃子笑荔枝高效花穗处理及保果壮果技术[J]. 中国热带农业, 2014(3): 65–67.
- [19] 吴清发. 荔枝的疏花处理和保花保果技术[J]. 现代农业科技, 2011(10): 145–148.
- [20] 叶翰江, 林锦何, 曾环标. 环剥与环割对糯米糍荔枝增产效应的研究[J]. 中国南方果树, 2014, 43(6): 77–79.
- [21] 胡福初, 陈哲, 吴凤芝, 等. 不同处理对 A4 无核荔枝采前落果调控效应的比较[C]//中国热带作物学会 2016 年学术年会论文集. 2016: 58–59.
- [22] 李建国, 王泽槐. 荔枝第二期雄花对花期落果的影响及其对策研究[J]. 中国南方果树, 1999(3): 27–28.
- [23] 陈文德. 荔枝落果原因分析及对应措施[J]. 广西热带农业, 2009(5): 47–49.
- [24] 陈统强, 朱乃海. 海南荔枝保花保果栽培措施探讨[J]. 广西热带农业, 2004(2): 23–24.
- [25] 陈统强, 朱乃强. 海南荔枝保花保果栽培措施[J]. 中国热带农业, 2004(1): 45–46.
- [26] 许雷. 化学调控对荔枝开花、落果、裂果和果实品质的影响[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [27] 余素芹, 陈天任, 谢国文, 等. 大果期喷施特效植物营养素对荔枝增产效果及相关性状的影响[J]. 广东农业科学, 2012, 39(21): 6–7.
- [28] 杨明府, 胡福初, 王祥和, 等. CPPU、ZP 处理对 A4 无核荔枝采前落果及其品质的影响[J]. 中国南方果树, 2015, 44(1): 54–56.
- [29] 杨明府, 胡福初, 林尤奋, 等. NAA、GA3 对 A4 无核荔枝采前落果及品质的影响[J]. 广东农业科学, 2015, 42(4): 19–22.

Observation of the Regular Patterns of Physiological Fruit Drop of Seedless Litchi A4

FU Yanan, LI Maofu, WU Fan, LI Cuiling, BAO Donghong, GAO Xiong, LI Shaopeng

(College of Tropical Agriculture and Forestry, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China)

Abstract: T Trees of seedless litchi A4 (*Litchi chinensis* Sonn.) of 10 years old were used as the experimental material to regularly observe their physiological fruit drops during the fruit growth and development after blossom fall. During the whole process of fruit development, the seedless litchi A4 showed four fruit-dropping peaks which appeared at 9 to 12 days, 21 to 27 days, 39 to 42 days and 51 to 60 days (before harvest), respectively, after blossom fall. Among the four stages of physiological fruit drop, the number of dropped fruits was significantly higher at the first time stage than at the other three stages. However, the rate of fruit drop at the pre-harvest stage was up to 69.84%, which was significantly higher than that at the other fruit drop stages. The abscission site of physiological fruit drop at the four stages was consistent, and the fruits all fell from the union between the flower axis and the subaxis at the end of the fruit stem. The number of single fruit drop was 20% higher than that of paired fruit drop, and the yellow fruit (fruit peel color turned yellow) was dropped 3.65 times higher than that the red fruit. Moreover, the yellow fruits were lower in transverse diameter, longitudinal diameter and single fruit weight than the red fruits. In this context, the pre-harvest fruit drop was the main factor of the yield loss for the seedless litchi A4. The small fruit was readier to drop when the fruit skin just turned yellow. In the future, attention should be focused on the regulation of the last two stages of fruit drop in cultivation, especially the pre-harvest fruit drop.

Keywords: seedless litchi A4; physiological fruit drop; regular pattern; dynamic observation