果 树 学 报 2025,42(12):2910-2917
Journal of Fruit Science

DOI:10.13925/j.cnki.gsxb.20250152

越南大果人心果在广西南宁的引种表现及其适宜采收期

黄雪梅,欧景莉,朱杨帆,周俊岸,潘祖建,陈 燕,胡艺帆,杨贵兵,陈豪军

(广西壮族自治区亚热带作物研究所•广西亚热带特色水果质量安全控制重点实验室,南宁 530001)

摘 要:【目的】在广西南宁对越南大果人心果开展引种试验,并探究其适宜采收期,为其在桂南地区的引种栽培提供参考依据。**【方法】**以越南大果人心果为材料,在广西壮族自治区亚热带作物研究所水果种质资源圃开展引种栽培试验,观测其植物学性状、开花结果习性、果实生长规律和产量;测定不同采收期(开花后290、310、330、350 d)果实的单果质量及可溶性固形物、可溶性糖、维生素C、可滴定酸和总酚含量。**【结果】**在南宁地区栽培越南大果人心果,植株生长势强,投产早,表现出良好的适应性和抗逆性。果实发育期约330 d,平均单果质量96.83 g,可食率85.18%,可溶性固形物含量(*w*,后同)18.1%,果肉细腻,绵软味甜,7年生树平均单株产量26.71 kg。在采收期方面,人心果的第一批果在开花后330 d采收时果实单果质量及可溶性固形物、可溶性糖和总酚含量最高,维生素C含量较高,可滴定酸含量较低,品质最佳。**【结论】**越南大果人心果在广西南宁综合表现优良,适宜采收期是开花后330 d,具有较好的推广前景。

关键词:人心果;引种表现;采收期;果实品质

中图分类号:S667.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-9980(2025)12-2910-08

Introduction performance of Vietnamese large-fruited *Manilkara zapota* and its suitable harvesting period in Nanning, Guangxi

HUANG Xuemei, OU Jingli, ZHU Yangfan, ZHOU Jun'an, PAN Zujian, CHEN Yan, HU Yifan, YANG Guibing, CHEN Haojun

(Guangxi Subtropical Crops Research Institute/Guangxi Key Laboratory of Quality and Safety Control for Subtropical Fruits, Nanning 530001, Guangxi, China)

Abstract:【Objective】*Manilkara zapota* is a tropical fruit with high economic value and development potential. In order to enrich the fruit germplasm resources in the southern region of Guangxi, this study conducted observations and evaluation on the growth status of the *M. zapota* introduced from Vietnam and the fruit quality at different harvesting periods. The aim of this work was to clarify the adaptability and suitable harvesting period of the Vietnamese large-fruited *M. zapota* in Nanning, Guangxi, and provide a useful basis for its introduction and cultivation in the southern region of Guangxi.【Methods】Plants of Vietnamese large-fruited *M. zapota* introduced from Vietnam were used as experimental materials. The introduction and cultivation experiment were carried out in the Fruit Germplasm Resources Nursery of the Guangxi Subtropical Crops Research Institute. The botanical characteristics, flowering and fruiting habits, fruit growth pattern and yield of the Vietnamese large-fruited *M. zapota* were observed. The botanical characteristic indicators included plant height, stem circumference, crown width, leaf length, leaf width, petiole length, flower length, flower width, seed length, seed width and seed thickness. The observation of flowering and fruiting habits included the budding stage, initial flowering stage, full-bloom stage, flower withering stage and fruit ripening stage. The observation of the fruit growth pattern was carried out by measuring the transverse diameter and longitudinal diameter of the fruits once every 30 days. In order to determine the appropriate harvesting period of the Vietnamese

收稿日期:2025-03-31 **接受日期:**2025-05-22

基金项目:广西农业科学院科技发展基金(桂农科2022JM91);广西农业科学院基本科研业务费专项(桂农科2021YT146)

作者简介:黄雪梅,女,农艺师,本科,从事亚热带果树资源保护与利用工作。Tel:0771-2539861,E-mail:1875805264@qq.com

large-fruited *M. zapota*, samples were collected 290 days, 310 days, 330 days and 350 days after flowering, respectively. The samples were placed at room temperature for 5 to 7 days for ripening, and then their quality indicators were determined. The quality indicators included the single fruit mass, soluble solids, soluble sugar content, total phenol content, vitamin C content and titratable acid content. The total soluble solids were determined with an ATAGO hand-held saccharometer. The soluble sugars were determined by thermal titration with Fehling reagent. Vitamin C were determined by the 2,6-dichloroindophenol titration method. The titratable acids were determined by acid-base titration. The total phenols were determined with Folin-Ciocalteu reagent.【Results】The Vietnamese large-fruited *M. zapota* exhibited normal growth, blooming and fruit-bearing in Nanning. The average plant height of 7 years-old trees was 301.40 cm, the crown width from east to west was 293.00 cm, the crown width from north to south was 307.20 cm, and the stem circumference was 26.60 cm. The fruits were oval-shaped, with an average single fruit mass of 96.83 g. The fruit peel was rough, tan in color, and was attached with scurf that could be easily shed. The pulp was yellowish-white, rich and sweet in taste, soft and delicate, with few stone cells, and each fruit had 1 to 3 seeds. The tees bloomed twice a year, with the first flowers blooming from early April to the end of June, and the second batch from early August to the end of October. The trees began to bear fruit in the third year after transplantation. The average yield per plant in the first year of fruiting was 3 kg, and the average yield per plant in the seventh year was 26.71 kg. The trees could still grow normally in an environment with a minimum temperature of 6 ℃. The first batch fruit growth curve was “S” shape, that is, the growth was slow in the initial stage, there were two rapid growth stages in the middle stage, and the growth slowed down until maturity in the final stage, and the growth and development period of the fruit was about 330 days. The mass of single fruit, the content of soluble solids, and the content of soluble sugar showed a trend of first increasing and then decreasing during ripening. The content of vitamin C and the content of titratable acid decreased continuously. The content of total phenols fluctuated in the early stage, then gradually increased towards the mature stage, and subsequently decreased again. The first batch fruits harvested 330 days after flowering had the highest single fruit mass (105.94 g), soluble solids content (20.8%), soluble sugar content (247.72 $mg \cdot g^{-1}$) and total phenols content (4.34 $mg \cdot g^{-1}$), a relatively high vitamin C content (149.04 $\mu g \cdot g^{-1}$), a low content of titratable acid (0.96%).【Conclusion】The Vietnamese large-fruited *M. zapota* could adapt to the environmental conditions in Nanning, Guangxi, and complete the normal growth and development cycle. During the period of introduction and trial planting, it demonstrated the characteristics of strong growth vigor, early production, and excellent fruit quality, and showed good prospects for popularization in the southern region of Guangxi. In addition, the suitable harvesting period of the Vietnamese large-fruited *M. zapota* in Nanning would be 330 days after flowering.

Key words: *Manilkara zapota*; Introduction performance; Harvest periods; Fruit quality

人心果[*Manilkara zapota*（L.）van Royen]别名吴凤柿、赤铁果，为山榄科（Sapotaceae）铁线子属（*Manilkara*）的热带和亚热带常绿果树，原产于墨西哥和中美洲地区[1-2]。在热带地区人心果的栽培面积广泛，印度、墨西哥、越南等国家已将其作为商品水果栽培[3]。人心果具有丰产、病虫害少等优点，对土壤条件的适应性强，在盐碱地中也能生长良好[4]；枝条坚韧有弹性，能够抵抗较强的台风[5]；果实富含蛋白质、糖类、有机酸和矿质元素；叶片富含抗氧化活性物质，具有较高的营养价值和药用价值[6-8]；树体分泌的乳胶可在食品工业中用作增稠剂、黏合剂、乳化剂等[9]；树体周年常绿，树形优美，具有较高的观赏及生态价值[10]。综合来看，人心果是一个经济效益高、社会效益和生态效益显著的优良经济林树种，具有较大的市场前景和发展潜力。

中国于20世纪初引进人心果种植，在云南、广

西、广东、福建、海南和台湾等地区均有分布和栽培[11]。但由于引种不规范，管理粗放，目前无栽培园艺品种，仅在部分果园和庭院零星种植[12]。人心果的果实成熟期在每年3—5月份，此时正处于水果淡季，所以极具市场竞争力。广西桂南是人心果栽培的适宜区，在该地区引进优良的人心果品种，促进其在广西的栽培产业化，有利于丰富广西热带果品市场。适期采收是保证果实优质的前提之一，但人心果经常花果同期，不同生长期的果在树上同时存在的现象非常普遍，果实成熟时既不发生颜色变化，也不产生香气，很难判断其最适采收期。生产上，一般以果实分泌的乳汁减少和果形变得饱满作为采收标准，但有些品种的成熟果仍很难判断，须凭经验采摘[13]。越南大果人心果作为新引进种植的品种，目前适宜的采收期不明确。

因此，在广西壮族自治区亚热带作物研究所水果种质资源圃引进越南大果人心果开展试种试验，观测其植物学性状、开花结果习性、果实生长规律和产量并研究不同采收期的果实品质，明确越南大果人心果在广西南宁的适应性和适宜的采收期，以期为人心果种植品种选择、采收指标以及人心果在广西的引种栽培和大面积推广种植提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 引种地概况及材料

试验在广西壮族自治区亚热带作物研究所水果种质资源圃中进行。该地区为亚热带季风气候，年平均降水量1300 mm，年平均气温21.8 ℃，1月份为最冷月，月平均气温13.5 ℃，冬季平均气温14.8 ℃，年均日照时数1 480.4 h[14]。试验材料为越南大果人心果嫁接2年生苗，砧木为人心果实生苗，原产地为越南，苗木高60~70 cm，于2017年引进并种植，栽培密度2 m×4 m。

1.2 方法

1.2.1 开花结果物候期调查 自2021年4月开始，选取生长状态一致的5株人心果植株进行为期3年的物候期观测，包括现蕾期、始花期、盛花期、谢花期、果实成熟期。

1.2.2 果实发育动态调查 于2022年选取第一批花的5个果实，每隔30 d测量果实的纵径、横径，直至果实采收，绘制果实生长动态曲线图。

1.2.3 果实品质测定 将2022年第一批花的果实分4个时期（开花后290、310、330、350 d）采收，每次选择成熟度、大小一致，无损伤和病虫害的5个果实，在室温下放置5~7 d完成后熟，测定果实的单果质量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、总酚含量、维生素C含量、可滴定酸含量等品质指标。

果实单果质量采用电子天平测定；果实横径、纵径采用数显游标卡尺测量；可溶性固形物含量采用ATAGO型手持光折射式测糖仪测定；可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定[15]；总酚含量采用福林酚试剂显色法测定[16]；维生素C含量采用2,6-二氯靛酚滴定法测定[15]；可滴定酸含量采用酸碱滴定法测定[15]。

1.3 统计分析

采用Excel 2021进行数据统计和制图，采用Excel 2021中的XLSTAT插件进行方差分析及差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 植物学性状

越南大果人心果的果实呈椭圆形（图1-A），平均单果质量96.83 g，可食率85.18%，可溶性固形物含量（*w*，后同）18.1%，果皮粗糙，呈棕褐色，附有易脱落的皮屑；果肉黄白色，味浓甜，柔软细腻，石细胞少；种子黑色，有一层坚硬的外壳，扁圆形，具光泽，长2.5~2.8 cm、宽1.2~1.5 cm、厚0.5~0.7 cm，每个果实有1~3粒种子。越南大果人心果树形直立或开张，树干灰色，叶片（图1-B）生长在枝端，墨绿色，革质，有光泽，长椭圆形，长9~12 cm，宽4~5 cm，全缘，叶柄长1.6~2.7 cm，具白色汁液。花通常单生在新生枝的叶腋，偶有簇生，花较小（图1-C），直径0.8~

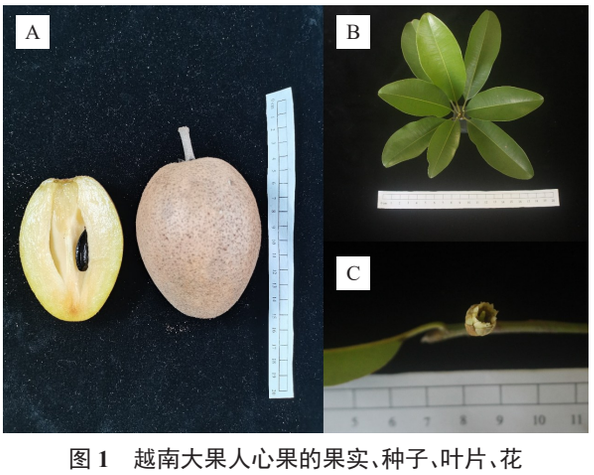


图1 越南大果人心果的果实、种子、叶片、花

Fig. 1 The fruits, seeds, leaves and flower of Vietnamese large-fruited *Manilkara zapota*

1.0 cm，两性花，具有6片花萼，6枚雄蕊和1枚雌蕊，花冠筒状，白色，有特殊香味；开花时花冠口较小，花丝短，花药不伸出花外，而雌蕊伸出花瓣外。

2.2　开花结果物候期

在南宁地区，越南大果人心果从4月至11月都有花开，主要有两批集中的花期和果实成熟期。第一批花的花期为4月初至6月底，4月上旬开始现蕾，5月上旬至中旬为始花期，5月下旬至6月中旬为盛花期，6月下旬谢花。第二批花的花期为8月初至10月底，在树体营养充足的条件下，8月上旬现蕾，8月下旬至9月上旬为始花期，9月中下旬为盛花期，10月中下旬谢花。花朵在开放约2 d后凋谢，花瓣枯萎后宿存包裹着幼果，花萼和花柄保持新鲜。花期较长，从现蕾到全树谢花大约持续2个月。开花期受气候变化以及树体营养积累的影响在不同年份稍有变动。果实成熟期在翌年3—5月以及7—8月，果实生长发育期约330 d。

2.3　产量

引进种植的2年生嫁接苗在定植第3年后开始结果，每株产果24~38个，株产2.3~3.7 kg。越南大果人心果的产量随树龄增长，树冠、树干增大而逐渐增加，越南大果人心果定植第7年平均株高301.40 cm，平均东西冠幅293.00 cm，南北冠幅307.20 cm。定植后第7年单株第一批果产量14.16 kg，单株第二批果产量12.55 kg，全年平均单株产量26.71 kg（表1）。越南大果人心果结果的特点表现为：第一批果结果多的情况下第二批果的结果数会相对减少，相反，第一批果结果数少则第二批果的结果数量就会增多。

表1　越南大果人心果定植第7年的生长量和产量

Table1　The growth amount and yield of Vietnamese large-fruited *Manilkara zapota* in the 7th year after transplantation

序号 Code	株高 Plant height/cm	东西冠幅 East-west crown width/cm	南北冠幅 North-south crown width/cm	茎围 Stem circumference/cm	第一批果结果数 The number of fruits setting in the first batch	第二批果结果数 The number of fruits setting in the second batch	单株第一批果产量 Yield per plant of the first batch of fruit/kg	单株第二批果产量 Yield per plant of the second batch of fruit/kg
1	295	250	235	25	106	157	10.26	15.20
2	290	370	303	26	152	102	14.72	9.88
3	304	270	340	26	98	179	9.29	17.33
4	310	290	350	29	189	115	18.30	11.14
5	308	285	308	27	186	95	18.01	9.20
平均 Average	301.40	293.00	307.20	26.60	146.20	129.60	14.16	12.55

2.4　适应性与抗性

经过7年的试种观察，越南大果人心果表现出较强的抗寒性。2022年12月南宁市平均气温只有12.7 ℃，最低温度6 ℃，资源圃内的番石榴、菠萝蜜均有轻度寒害，但人心果未遭受寒害，仍能正常开花结果。越南大果人心果也具备一定的抗旱和耐热能力，但长期干旱不利于开花坐果与果实发育。越南大果人心果总体来说具有一定的抗病虫能力，但也会受到一些病虫害的危害。在病害方面，越南大果人心果的叶片富含抗菌活性物质，对部分病菌有一定的抑制作用[17]，在南宁地区常见病害有叶斑病和煤烟病。在虫害方面，越南大果人心果的革质叶片和乳胶对害虫有一定的抵抗作用，但有时也会遭到介壳虫、潜叶蛾和果蝇等害虫的危害。

2.5　果实发育

第一批果实的生长曲线呈“S型”，即初期生长缓慢，中期有两个快速生长阶段，末期生长减缓直至成熟。如图2所示，果实发育前90 d生长较慢，纵径平均每日增长0.21 mm，横径平均每日增长0.16 mm。开花后90~180 d进入果实第一个快速生长期，纵径平均每日增长0.29 mm，横径平均每日增长0.25 mm。开花后180~240 d果实生长放缓，这与平均温度较低的冬季环境有关。开花后240~300 d是果实发育的第二个快速生长期，纵径平均每日增长0.29 mm，横径平均每日增长0.21 mm。开花后300 d果实几乎停止增长。

2.6　不同采收期对果实品质的影响

从图3-A可以看出，第一批果实在花后290 d以后单果质量的变化不显著，开花330 d时单果质量达到最大，为105.94 g。如图3-B所示，开花后290 d果实的可溶性固形物含量只有15.1%，到花后330 d上升到了20.9%，在花后350 d下降到了19.3%。如图3-C所示，4个采收期的果实可溶性糖含量差异显

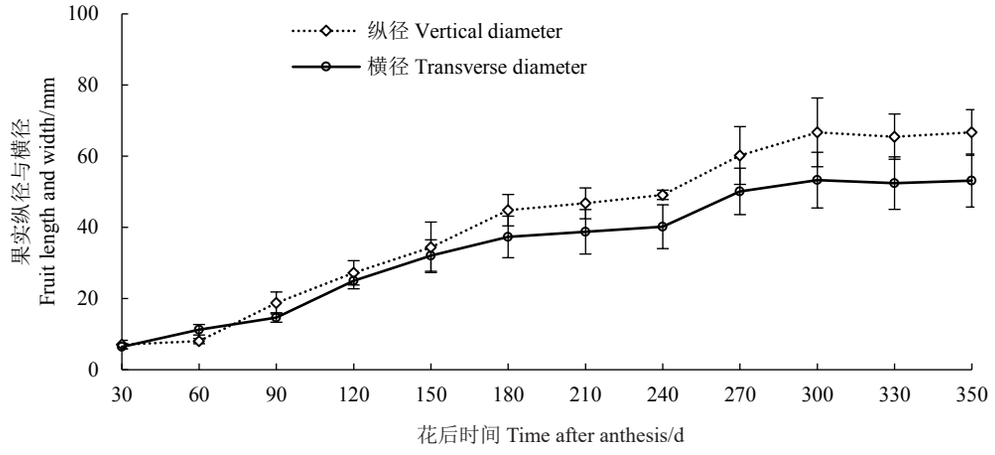
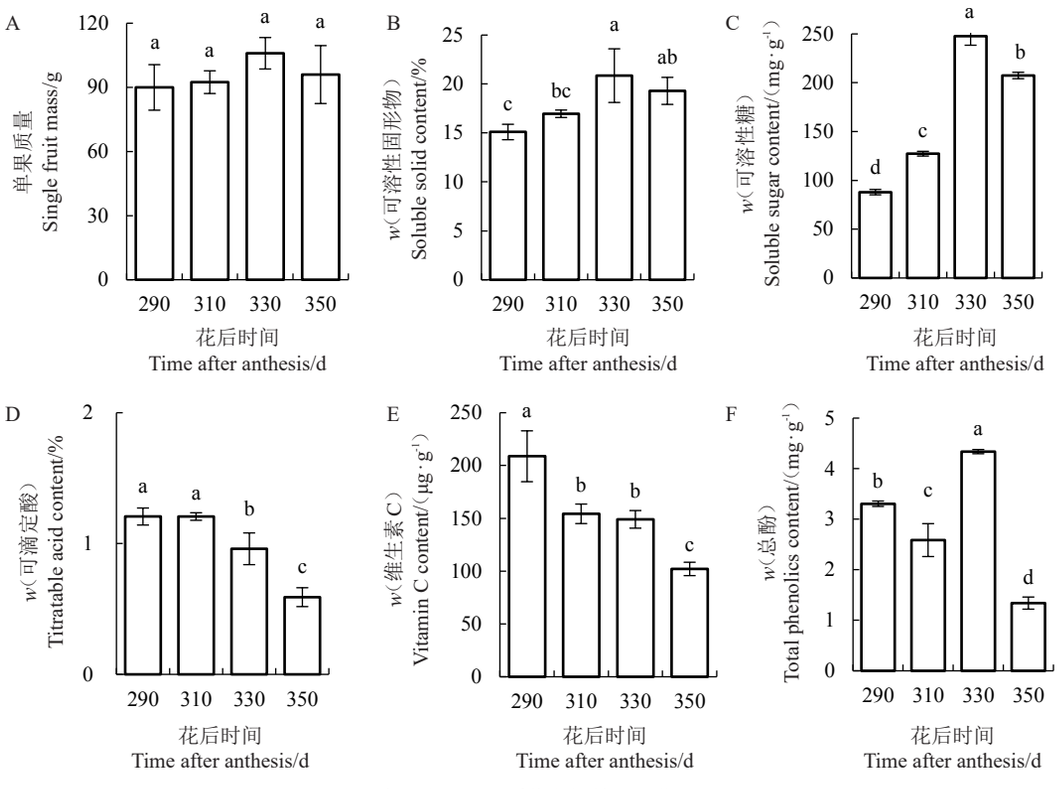


图 2 越南大果人心果第一批果实生长发育纵、横径的变化

Fig. 2 Changes of length and width of Vietnamese large-fruited *Manilkara zapota* during fruit development period



不同小写字母表示不同采收期间差异显著($P<0.05$)。

Different small letters indicate significant differences during different harvesting periods ($P<0.05$).

图 3 不同采收期越南大果人心果的果实品质

Fig. 3 The fruit quality of Vietnamese large-fruited *Manilkara zapota* at different harvest times

著,开花后330 d果实的可溶性糖含量显著高于其他3个时期,说明在开花后330 d果实的糖分积累达到了最高,此时果实的甜度最佳。果实可滴定酸含量(图3-D)随着采收期推迟呈下降趋势,说明随着果实成熟,酸味逐渐减弱。维生素C是果实中的重要营养成分,图3-E显示了维生素C含量随着采收期的推移而逐渐下降的趋势,开花后290 d采收的果实维生素C含量最高,而在开花后350 d采收的果实维生素C含量最低。人心果含有丰富的酚类化合物,总酚含量是人心果重要的品质指标之一。图3-F显示果实总酚含量在开花后330 d达到最高峰,果实不仅营养价值高,而且具有更强的抗氧化能力,随着采

收推迟，酚类物质的含量大幅降低。

3　讨　论

3.1　人心果的引种表现

人心果最早由福建华侨于1900年从东南亚国家引进厦门种植[18]，后又经多次引进国内海南、广东等地，但由于引种不正规，引进的人心果品种均没有具体名称。从福建[19]、云南[20]早期报道的人心果引种表现来看，人心果具有适应范围广、抗逆性强及早结丰产的特性。福建厦门的人心果嫁接苗和高压苗在定植2~3年后开始结果[21]，在福建漳州地区高压苗定植后第4年开始结果，第5年平均株产20~25 kg。在云南怒江干热河谷区的高压苗定植2年后开始结果，10年生树平均单株产量41.2 kg。越南大果人心果2年生嫁接苗在南宁定植后第3年开始结果，定植第7年平均单株产量26.71 kg，从物候期和产量表现来看，越南大果人心果在南宁的引种表现良好。在果实品质方面，谢碧霞等[4]研究表明，国外的优良品种平均单果质量能够达到500 g，含糖量高（19%），酸甜适中，口感好。国内人心果平均单果质量125 g，最大300 g，产量较低。越南大果人心果的果实平均单果质量接近100 g，个头较小，但可溶性固形物含量为18.1%，味道纯甜无酸，石细胞少，味道和口感佳。广西最早在1965年引进人心果种植，在北海、玉林、南宁等地栽培的人心果均生长良好[22]。然而经过多年发展，人心果在广西仍然没有形成商业化栽培，主要原因在于缺乏良种以及开发利用不足。因此，在南宁引进新的人心果品种有望提升人心果在广西水果市场的认知度，使人心果从相对小众的水果逐渐走向大众市场，推动人心果产业的规模化和商业化发展。

越南大果人心果在同一年的第一批果结果多、第二批果的结果数少，第一批果结果数少则第二批果结果数多的现象与苹果、荔枝、柑橘等果树的“大小年”相类似。本质是由于果树年生长周期内营养生长和生殖生长失去平衡，导致结果性状不稳定[23]。此外，气候、环境、树体营养状况及枝条发育程度、内源激素都能对不同批次的果实产量形成影响[24]。通过合理修剪、加强果园管理、合理使用药物促进花芽分化、增施有机肥等措施可以有效缓解此现象[25]。

3.2　人心果的适宜采收期

采收期对果实产量、品质和耐贮性具有重要影响，过早采收的果实达不到应有的产量，造成经济效益下降，过晚采收则导致内在品质和耐贮性变差[26]。由于国内人心果栽培较少，鲜有对其采收期的研究报道。在巴西东北地区人心果的最佳采收时间为坐果后202~209 d，此时采收的果实硬度小且货架期较长，采收时和完熟后果实的可滴定酸、可溶性固形物及糖含量最高[27]。在印度，Kalipatti、PKM-5、Cricket Ball和PKM-1这4个品种的人心果的适宜采收时间分别为坐果后255、255、270和311 d[28]。在西双版纳，人心果从开花至果实成熟需270~300 d[29]。在南宁，越南大果人心果的第一批果在开花后330 d的可溶性固形物、可溶性糖及总酚含量最高，初步判断其适宜的采收期在开花后330 d左右。巴西东北地区靠近赤道，年平均气温通常在25 ℃以上，年日照时数在2800 h以上。印度大部分地区地处热带和亚热带，更易受太阳直射，获得的太阳辐射多，气温普遍较高，全国绝大部分地区全年日照在2500~3200 h。西双版纳年平均气温在18~22 ℃之间，年日照时数1800~2100 h。南宁年平均气温21.8 ℃，年均日照时数1 480.4 h，光热条件不如以上几个地区，因此越南大果人心果在南宁的果实发育期更长。

此次研究只选择了一年中的其中一批果实开展越南大果人心果的适宜采收期研究，具有一定的特殊性。此外，本研究并未对不同采收期的果实贮藏性能进行研究，因此对于越南大果人心果最佳采收期的研究还有待今后进行。

4　结　论

越南大果人心果在南宁地区的生长发育状况良好，具有较好的适应性和抗逆性，即使在一些极端气候条件下，也能够保持稳定的产量和优异的品质。果实平均单果质量96.83 g，可食率85.18%，可溶性固形物含量18.1%，果肉细腻，绵软味甜，有较好的推广前景。在采收期方面，越南大果人心果在南宁地区适宜的采收期是在花后330 d。

参考文献 References:

[1] 蓝唯 . 人心果中微量元素的测定[J]. 广西热带农业，2010，23(5)：32-34.
LAN Wei. Determination of trace elements in *Manilkara zapota*[J]. Guangxi Tropical Agriculture，2010，23(5)：32-34.

[2] 文亚峰，谢碧霞，何钢 . 人心果研究现状与进展[J]. 经济林研究，2005，23(4)：84-88.

WEN Yafeng, XIE Bixia, HE Gang. Literature review of researches on sapodilla[J]. Economic Forest Researches, 2005, 23(4): 84-88.

[3] PUNIA BANGAR S, SHARMA N, KAUR H, KAUR M, SANDHU K S, MAQSOOD S, OZOGUL F. A review of sapodilla (*Manilkara zapota*) in human nutrition, health, and industrial applications[J]. Trends in Food Science & Technology, 2022, 127: 319-334.

[4] 谢碧霞，文亚峰，何钢，梁文斌 . 我国人心果的品种资源、生产现状及发展对策[J]. 经济林研究，2005，23(1)：1-3.
XIE Bixia, WEN Yafeng, HE Gang, LIANG Wenbin. Heart balata in China: Germplasm resource, production and prospects[J]. Economic Forest Researches, 2005, 23(1): 1-3.

[5] 彭松兴，王援泉，黄旭明，王泽槐，杨帅，陈永辉，谢正生 . 人心果的繁殖研究[J]. 中国园艺文摘，2010，26(10)：24-26.
PENG Songxing, WANG Yuanquan, HUANG Xuming, WANG Zehuai, YANG Shuai, CHEN Yonghui, XIE Zhengsheng. Research on the propagation of sapodilla[J]. Chinese Horticulture Abstracts, 2010, 26(10): 24-26.

[6] 马飞跃，张秀梅，刘玉革，付琼 . 人心果叶片提取物抗氧化活性评价[J]. 中国南方果树，2016，45(6)：79-82.
MA Feiyue, ZHANG Xiumei, LIU Yuge, FU Qiong. Evaluation of the antioxidant activity of the extracts from sapodilla leaves[J]. South China Fruits, 2016, 45(6): 79-82.

[7] 倪士峰，谢彬，张振华，于世峰，陈恩慧，李洪珠，陈洪卫，梅聪，巩江 . 人心果药学研究概况[J]. 安徽农业科学，2014，42(3)：704-705.
NI Shifeng, XIE Bin, ZHANG Zhenhua, YU Shifeng, CHEN Enhui, LI Hongzhu, CHEN Hongwei, MEI Cong, GONG Jiang. Overview of pharmaceutical research on *Manilkara zapota* (L.) Van Royen[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2014, 42(3): 704-705.

[8] 张建和，符伟玉，李尚德 . 香瓜茄、人心果的营养成分分析研究[J]. 广东微量元素科学，2007，14(3)：48-52.
ZHANG Jianhe, FU Weiyu, LI Shangde. Study on the nutritive compositions of *Solanum muricatum* and *Manilkara zapota*[J]. Guangdong Trace Elements Science, 2007, 14(3): 48-52.

[9] 宋志瑜，刘育梅 . 福建引进 4 种山榄科果树的经济价值及繁殖技术要点[J]. 福建果树，2009(1)：67-69.
SONG Zhiyu, LIU Yumei. Economic value and key propagation techniques of four fruit tree species in Sapotaceae introduced to Fujian[J]. Fujian Fruits, 2009(1): 67-69.

[10] 谢碧霞，王森 . 人心果经济价值及在我国的开发前景[J]. 林业科技开发，2005(1)：10-12.
XIE Bixia, WANG Sen. Economic value of sapodilla and its development prospects in China[J]. China Forestry Science and Technology, 2005(1): 10-12.

[11] 莫凤珊，陈杰，李尚德 . 人心果的微量元素含量分析[J]. 广东微量元素科学，2006，13(4)：65-66.
MO Fengshan, CHEN Jie, LI Shangde. Analysis on trace elements in *Minilkara zapota*[J]. Guangdong Trace Elements Science, 2006, 13(4): 65-66.

[12] 周开兵，王生姐，莫泰培，曾维强 . 海南不同产地、类型人心果果实品质比较[J]. 山地农业生物学报，2007，26(6)：513-518.
ZHOU Kaibing, WANG Shengjie, MO Taipei, ZENG Weiqiang. Comparison of qualities of various sapodilla fruits from different producing area in Hainan island[J]. Journal of Mountain Agriculture and Biology, 2007, 26(6): 513-518.

[13] 文亚峰，何钢，谢碧霞 . 美国佛罗里达州人心果考察报告[J]. 经济林研究，2004，22(3)：92-95.
WEN Yafeng, HE Gang, XIE Bixia. Review of *Manilkara zapota* of Florida, USA[J]. Non-wood Forest Research, 2004, 22(3): 92-95.

[14] 南宁市气象局 . 南宁市 2023 年 1 月气候影响评价及空气污染气象条件分析[EB/OL]. (2023-02-09). https://qx.nanning.gov.cn/xxgk/qhxgsj/t5478571.html.
Nanning Meteorological Bureau. Analysis of the climate impact and meteorological conditions of air pollution in Nanning city in January 2023[EB/OL]. (2023-02-09). https://qx.nanning.gov.cn/xxgk/qhxgsj/t5478571.html.

[15] 曹建康，姜微波，赵玉梅 . 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京：中国轻工业出版社，2007.
CAO Jiankang, JIANG Weibo, ZHAO Yumei. Experiment guidance of postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2007.

[16] 姜喜，唐章虎，吴翠云，王鑫，蒲云峰，郭丽 . 3 种梨果实发育过程中酚类物质及其抗氧化能力分析[J]. 食品科学，2021，42(23)：99-105.
JIANG Xi, TANG Zhanghu, WU Cuiyun, WANG Xin, PU Yunfeng, GUO Li. Phenolic composition and antioxidant capacity of developing pear fruit from three cultivars[J]. Food Science, 2021, 42(23): 99-105.

[17] 马飞跃，张明，李娅，杜丽清，帅希祥 . 人心果叶不同极性组分的抗氧化与抗菌活性[J]. 食品与机械，2021，37(5)：144-148.
MA Feiyue, ZHANG Ming, LI Ya, DU Liqing, SHUAI Xixiang. Antioxidant and antibacterial activities of different polar parts from *Manilkara zapota* leaves[J]. Food & Machinery, 2021, 37(5): 144-148.

[18] 林更生 . 闽南的人心果[J]. 亚热带植物通讯，1977，6(2)：12-17.
LIN Gengsheng. *Manilkara zapota* in southern Fujian[J]. Subtropical Plant Science, 1977, 6(2): 12-17.

[19] 卢彩燕 . 人心果在漳州地区的引种表现及关键栽培技术[J]. 东南园艺，2020，8(5)：54-56.
LU Caiyan. Introduction performance and key cultivation techniques of naseberry in Zhangzhou city[J]. Southeast Horticulture, 2020, 8(5): 54-56.

[20] 张林辉 . 人心果引种试种表现及栽培技术[J]. 广东农业科学，2008，35(10)：45-46.
ZHANG Linhui. The performance of introduction and trial planting of *Manilkara zapota* and its cultivation techniques[J].

Guangdong Agricultural Sciences，2008，35(10)：45-46.

[21] 林更生 . 人心果花果的生物学特性及其栽培技术[J]. 福建热作科技，1982，7(1)：23-24.
LIN Gengsheng. Biological characteristics of the flowers and fruits of *Manilkara zapota* and its cultivation techniques[J]. Fujian Science & Technology of Tropical Crops，1982，7(1)：23-24.

[22] 潘瑞德 . 适应广西南部栽培的热带名果：人心果[J]. 广西热作科技，1988，1(3)：34-35.
PAN Ruide. *Manilkara zapota*, a famous tropical fruit suitable for cultivation in southern Guangxi[J]. Agricultural Research and Application，1988，1(3)：34-35.

[23] 秦梦，秦明凤，秦燕，张家琼，席正琴 . 苹果树大小年形成的原因及其克服技术[J]. 中国南方果树，2014，43(6)：135-136.
QIN Meng，QIN Mingfeng，QIN Yan，ZHANG Jiaqiong，XI Zhengqin. Reasons for the formation of alternate bearing in apple trees and overcoming techniques[J]. South China Fruits，2014，43(6)：135-136.

[24] 陆光远，许美花，赵永国，沈超，欧阳乐军 . 荔枝结果大小年的主要影响因素及分子机理[J]. 广东石油化工学院学报，2025，35(1)：108-113.
LU Guangyuan，XU Meihua，ZHAO Yongguo，SHEN Chao，OUYANG Lejun. Main influencing factors and molecular mechanism of litchi’s alternate bearing[J]. Journal of Guangdong University of Petrochemical Technology，2025，35(1)：108-113.

[25] 何有耕，樊运利，王冬梅，余秋林，王泽英 . 矮化密植红富士果园大小年结果原因分析及改善措施[J]. 果树资源学报，2025，6(1)：71-73.
HE Yougeng，FAN Yunli，WANG Dongmei，YU Qiulin，WANG Zeying. Cause analysis and countermeasures of alternate bearing of dwarf and dense planting in Red Fuji orchards[J]. Journal of Fruit Resources，2025，6(1)：71-73.

[26] 吴彬彬，饶景萍，李百云，赖勤毅，张海燕 . 采收期对猕猴桃果实品质及其耐贮性的影响[J]. 西北植物学报，2008，28(4)：4788-4792.
WU Binbin，RAO Jingping，LI Baiyun，LAI Qinyi，ZHANG Haiyan. Effect of harvest date on fruit quality and storage duration of kiwifruit[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica，2008，28(4)：4788-4792.

[27] 甄咏 . 人心果采收期的确定及成熟指标的研究[J]. 世界热带农业信息，2002(12)：24.
ZHEN Yong. Research on the determination of harvest time and maturity indicators of *Manilkara zapota*[J]. World Tropical Agriculture Information，2002(12)：24.

[28] SINGH G，BONS H K. Fruit developmental studies along with bioactive composition in *Sapota cultivars*[J]. Applied Fruit Science，2024，66(6)：2375-2382.

[29] 张丽霞，杨坤，肖春芬 . 人心果的生物学特性及其栽培技术[J]. 中国南方果树，2001，30(6)：37.
ZHANG Lixia，YANG Kun，XIAO Chunfen. Biological characteristics and cultivation techniques of *Manilkara zapota*[J]. South China Fruits，2001，30(6)：37.