

桃花芽休眠期间部分抗氧化代谢生理指标的变化

刘国琴¹, 何嵩涛², 刘进平³, 张睿³, 曾婧雯³

(1. 贵州大学 烟草学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州大学 林学院, 贵州 贵阳 550025; 3. 贵州大学 农学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要:以‘中华寿桃’(*Prunus persica* L. var. *densa* Makino cv. ‘Zhonghuashoutao’)为试材, 连续2年研究其花芽在自然休眠过程中部分生理指标的变化规律。结果表明:‘中华寿桃’花芽在2013—2015年2年度间休眠进程、可溶性蛋白质含量、总氨基酸含量、过氧化物酶(POD)活性、过氧化氢(H₂O₂)含量和抗坏血酸(AsA)含量不同;2013—2014年度花芽内休眠维持时间比2014—2015年度长,2013—2014年度可溶性蛋白质含量高于2014—2015年度,而总氨基酸、POD活性、H₂O₂含量和AsA含量都低于2014—2015年度;2年度‘中华寿桃’花芽内休眠及其解除过程中花芽可溶性蛋白质含量逐渐降低,而总氨基酸含量则逐渐升高,POD活性和H₂O₂含量呈相似的变化趋势;AsA含量呈现“升-降-升-降”的变化规律,但最高值和最低值出现的时间在年度间有所不同。

关键词:‘中华寿桃’;花芽;休眠;抗氧化代谢

中图分类号:S 662.101 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)05-0001-05

多年生落叶树木芽休眠是对环境条件及季节性变化作出的一种生物学反应和适应,这一重要的生命现象对其生存和繁衍具有重要的生态学意义,且在生产上还具有重要的经济意义^[1-2]。LANG等^[3]把休眠分为3类:类休眠、内休眠和生态休眠。休眠转变过程中,伴随着复杂的生理代谢变化,如呼吸代谢、激素代谢、水分代谢和抗氧化代谢等^[4-6]。树木种类、品种不同、同一品种抗氧化代谢变化与休眠存在差异^[2,5-8]。‘中华寿桃’是从中国北方冬桃自然芽变中选育出的新品种,属北方桃品种群。近年来,贵州引进栽培,出现萌芽不整齐、容易落花落果和坐果率低等现象,其休眠过程中的生理变化不清,该试验以‘中华寿桃’为试材,通过分析其花芽休眠过程中几项与抗氧化代谢相关生理指标的变化,旨在探索其抗氧化代谢与休眠的关系。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试桃品种为‘中华寿桃’。试验用树均为成年结果树,砧木为毛桃,种植于贵州大学教学试验场。试验期间未进行修剪和任何化学处理。果园在试验期间实施相同的管理措施。

1.2 试验方法

试验于2013—2014年和2014—2015年2个年度连续进行,每年10月至翌年2月,每间隔15 d采集树冠外围生长发育良好、芽体饱满的1年生枝条60枝,每个枝条约10个芽。采集后迅速用润湿的布包裹好,防止枝条干燥脱水,立即带回实验室。其中12枝用于室内进行培养,立即把剩余枝条上发育良好的腋花芽取下来,液氮速冻后-80℃冰箱保存待用。

1.3 项目测定

1.3.1 萌芽率统计 将采集的‘中华寿桃’12个枝条随机分成3组,每组4个枝条,重复3次。将枝条基部剪齐,放在盛有清水的瓶中,以淹没枝条基部2~3 cm,立即放入智能人工气候箱(型号为RXZ-436D,宁波江南仪器厂)中进行培养。培养条件为光照12 h,光照强度320 μmol·m⁻²·s⁻¹;昼夜温度为(25±1.0)℃/(18±1.0)℃;空气相对湿度为75%。每2 d

第一作者简介:刘国琴(1975-),女,博士,副教授,现主要从事植物生理与分子生物学等研究工作。E-mail:liuguogin75@126.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31560537);贵州省科学技术基金资助项目(黔科合J[2015]2040号);贵州大学引进人才科研资助项目(贵大人基合字(2013)24号)。

收稿日期:2016-09-26

换1次水,每次剪除基部少许(约2 mm),露出新茬。培养21 d时统计萌芽率。

1.3.2 过氧化物酶(POD)活性及一些代谢产物含量的测定 POD活性、可溶性蛋白质、总氨基酸、 H_2O_2 含量和AsA含量利用南京建成生物工程研究所提供试剂盒测定。

1.3.3 休眠状态的确定 参照LIU等^[9]和刘国琴^[10]的方法,萌芽率为0时,芽完全处于内休眠阶段,萌芽率0%~50%时,芽处于内-生态休眠转换阶段;萌芽率 $\geq 50\%$ 时,即认定芽解除内休眠进入生态休眠阶段。

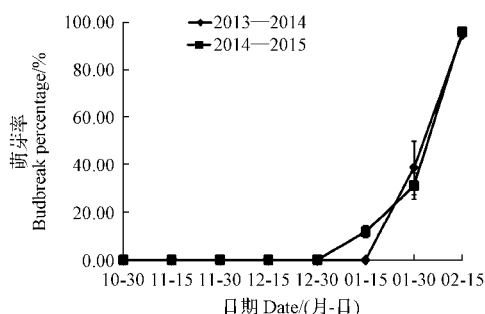
1.4 数据分析

采用Excel软件进行数据整理和作图,用DPS 7.05软件进行LSD检验。

2 结果与分析

2.1 ‘中华寿桃’花芽休眠进程的研究

由图1可知,在2013—2014年度和2014—2015年度,‘中华寿桃’花芽的休眠进程存在一定差异。2013—2014年度在10月30日至1月15日期间花芽的萌芽率均为0,1月30日萌芽率达到38.67%,2月15日萌芽率迅速上升到95.02%。2014—2015年度在10月30日至12月30日期间花芽的萌芽率均为0,1月15日萌芽率达到11.72%,1月30日时萌芽率达31.00%,2月15日萌芽率迅速上升到96.35%。‘中华寿桃’花芽在2年度的10月30日至12月30日之间萌芽率均为0,花芽完全处于内休眠状态,12月30日后花芽萌芽率出现差异。2013—2014年度和2014—2015年度1月30日前花芽萌芽率均没有超过50%,内休眠未完全解除,花芽处于内-生态休眠转换阶段,内休眠解除可能在1月30日



注:误差条表示标准误($n=3$)。下同。

Note: Bars represent the standard error ($n=3$). The same below.

图1 ‘中华寿桃’花芽的萌芽率

Fig. 1 Budbreak percentage of floralbud in ‘Zhonghuashoutao’ peach

至2月15日,2月15日后花芽内休眠解除,处于生态休眠状态。由此可见,‘中华寿桃’花芽休眠进程不同,2013—2014年度‘中华寿桃’花芽内休眠维持时间比2014—2015年度长。

2.2 ‘中华寿桃’花芽休眠期间 POD 活性的变化

休眠进程中‘中华寿桃’花芽 POD活性在2013—2014年度和2014—2015年度间的变化存在差异。由图2可以看出,2013—2014年度花芽的POD活性为16.87~27.54 $U \cdot mg^{-1}$,而2014—2015年度为34.41~112.14 $U \cdot mg^{-1}$,且2013—2014年度期间都低于2014—2015年度。2014—2015年度的10月30日至12月15日期间,‘中华寿桃’花芽的POD活性相对处于较低水平,此后随着内休眠解除其活性上升,1月30日上升至112.14 $U \cdot mg^{-1}$ 。

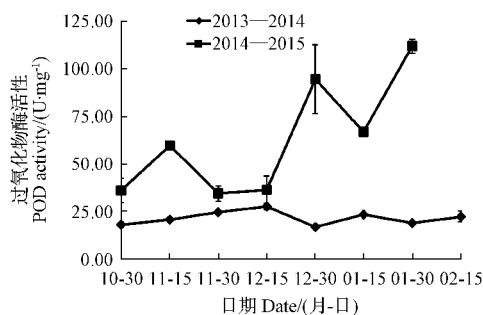


图2 ‘中华寿桃’花芽休眠过程中 POD 活性的变化

Fig. 2 Change of POD activity of floral buds during the dormancy in ‘Zhonghuashoutao’ peach

2.3 ‘中华寿桃’休眠期间花芽 H_2O_2 含量的变化

由图3可以看出,2013—2014年度休眠期间‘中华寿桃’花芽内 H_2O_2 含量波动于290.31~448.00 $mmol \cdot mg^{-1}$,10月30日为290.31 $mmol \cdot mg^{-1}$,此后呈增加变化趋势,到12月15日出现小幅降低,此后又呈上升的变化趋势。2014—2015年度‘中华

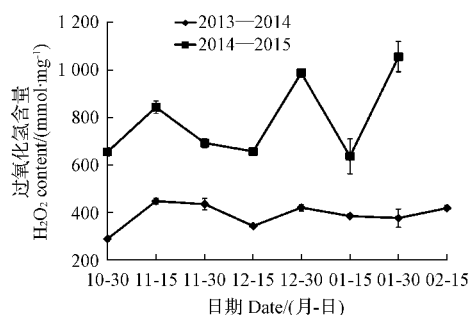


图3 ‘中华寿桃’花芽休眠过程中 H_2O_2 含量的变化

Fig. 3 Change of H_2O_2 content of floral buds during the dormancy in ‘Zhonghuashoutao’ peach

寿桃'花芽内 H_2O_2 含量与 2013—2014 年度有相似的变化趋势,但不同的是 2014—2015 年度的含量都高于 2013—2014 年度,且变化幅度也要比 2013—2014 年度大。

2.4 '中华寿桃'休眠期间花芽可溶性蛋白质含量的变化

在休眠进程中,'中华寿桃'花芽可溶性蛋白质含量在 2013—2014 年度和 2014—2015 年度间呈现相似的变化趋势,且 2013—2014 年度花芽的可溶性蛋白质含量都高于 2014—2015 年度,但年度间有差异(图 4)。2013—2014 年度和 2014—2015 年度的 10 月 30 日到 11 月 15 日,可溶性蛋白质含量下降,而在 11 月 15 日至 12 月 15 日其含量变化不大,2013—2014 年度 12 月 30 日时可溶性蛋白质含量上升达最高值 $2.74 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,此后其含量呈持续降低的变化趋势,而 2014—2015 年度 12 月 30 日时可溶性蛋白质含量降到 $0.48 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

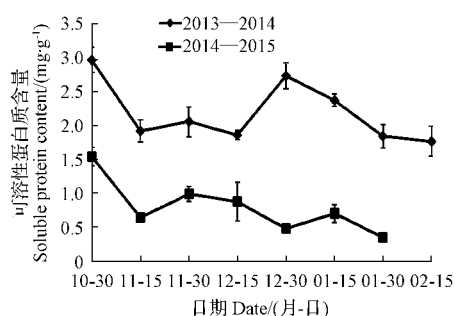


图 4 '中华寿桃'花芽休眠过程中可溶性蛋白质含量的变化

Fig. 4 Change of soluble protein content of floral buds during the dormancy in 'Zhonghuashoutao' peach

2.5 '中华寿桃'休眠期间花芽总氨基酸含量的变化

与可溶性蛋白质含量变化相反,由图 5 可以看出,'中华寿桃'休眠期间花芽总氨基酸含量呈现增加的趋势,2013—2014 年度和 2014—2015 年度间呈现相似的变化,且 2013—2014 年度花芽的总氨基酸含量都低于 2014—2015 年度。

2.6 '中华寿桃'休眠期间花芽 AsA 含量的变化

由图 6 所示,2013—2014 年度休眠期间'中华寿桃'花芽内 AsA 含量波动于 $30.56 \sim 47.16 \mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$,11 月 15 日达最大值为 $47.16 \mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$,此后呈降低变化趋势,到 12 月 15 日降低到 $33.71 \mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$,此后又呈上升的变化趋势。2014—2015 年度'中华寿桃'花芽内 AsA 含量都高于 2013—2014 年度,且变

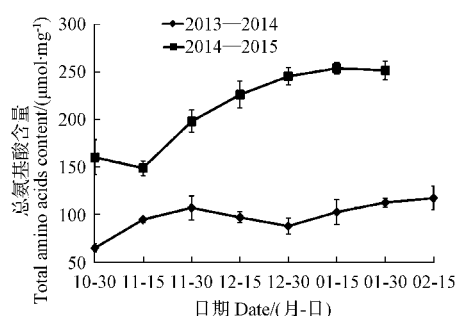


图 5 '中华寿桃'花芽休眠过程中总氨基酸含量的变化

Fig. 5 Change of total amino acids content of floral buds during the dormancy in 'Zhonghuashoutao' peach

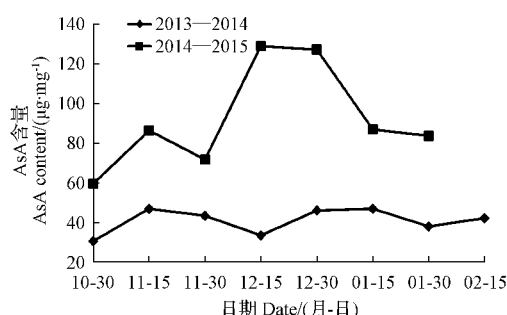


图 6 '中华寿桃'花芽休眠过程中 AsA 含量的变化

Fig. 6 Change of AsA content of floral buds during the dormancy in 'Zhonghuashoutao' peach

化幅度也较 2013—2014 年度大,2014—2015 年度的 12 月 15 日 AsA 含量上升到最高值 $129.10 \mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$,此后又呈下降的变化趋势。

3 讨论

在多年生落叶植物芽生长-休眠-生长季节性周期变化过程中,休眠这一看似静止的过程伴随着复杂的生理代谢变化,涉及呼吸作用、激素代谢、水分生理和抗氧化代谢等^[4-5,11]。近年来,国内外研究表明,在多种植物如桃^[5,12-13]、葡萄^[8]、蓝莓^[14]、苹果^[6]和梨^[7,15]上都有报道,植物芽休眠与抗氧化代谢有关。

该试验以'中华寿桃'花芽为试材,连续 2 年研究了自然休眠过程中花芽休眠进程和部分抗氧化代谢生理指标的变化。结果表明,自然休眠过程'中华寿桃'花芽休眠进程、可溶性蛋白质、总氨基酸、POD 活性、 H_2O_2 含量和 AsA 含量随内休眠维持及内休眠解除过程中呈动态变化的趋势,且 2 年度间的变化存在差异。'中华寿桃'花芽休眠进程及程度在 2 年度间有一定差异(图 1),这可能与 2 年度间的温度变化有关。由图 4、5 可以看出,自然休眠过程'中华寿桃'花芽可溶性蛋白质含量总体呈现降低的变化

趋势,并在休眠解除的过程中出现一个小高峰,但出现时间有所不同,2013—2014 年度出现在 12 月 30 日,2014—2015 年度出现在 1 月 15 日,这可能与休眠进程差异有关。而与之相反的是‘中华寿桃’花芽总氨基酸含量总体呈现不断升高的变化。可溶性蛋白质含量降低和总氨基酸含量升高可能有利于‘中华寿桃’花芽休眠解除。这与杨艳等^[16]对珙桐种子休眠解除和萌发过程中可溶性蛋白质和氨基酸含量的变化相一致,而与毕磊^[15]对‘七月酥梨’芽休眠期间可溶性蛋白质和氨基酸含量的变化正好相反,可能与植物种类、品种不同、器官不同其休眠与抗氧化代谢变化存在差异。

由图 2、3 可以看出,自然休眠过程‘中华寿桃’花芽 POD 活性和 H_2O_2 含量呈现相似的变化趋势。通常认为 POD 具有清除细胞内 H_2O_2 的功能,而其活性受 H_2O_2 的诱导有关。邵浩等^[7]研究显示,‘砀山酥梨’花芽休眠期 POD 的活性一直升高,并在休眠解除的过程仍然没有下降,但休眠解除时 H_2O_2 含量却下降。田莉莉等^[17]发现,‘华光油桃’POD 活性在内休眠状态阶段不断上升并于内休眠解除前达到最高。李波等^[14]在蓝莓花芽休眠的研究中表明在整个内休眠期间 POD 活性一直呈上升趋势,内休眠解除前升至最高,在内休眠完全解除后下降。认为高的 POD 活性对解除蓝莓花芽休眠有利,促使花芽萌发,这与张昂等^[8]在葡萄中的研究相符合。该研究结果也表明,在‘中华寿桃’花芽内休眠开始解除时 POD 活性上升,可能对促进花芽萌芽有利。此外,AsA 是重要的抗氧化物质,在桃^[5]、苹果^[6]和梨^[7]等植物上报道 AsA 与植物芽休眠有关,植物芽休眠的前期 AsA 含量较低,休眠解除后升高。该研究结果发现,在‘中华寿桃’花芽休眠过程中 AsA 出现了“升降-升降”几次波动(图 6),但总的来说在内休眠-生态休眠转换阶段变化幅度较大。这与杨艳等^[16]对珙桐种子休眠解除过程中 AsA 含量的变化相类似,可能在芽内休眠解除过程中与清除活性氧的能力有关,由此可见,‘中华寿桃’花芽休眠进程与抗氧化代谢有关,但在不同的休眠阶段其可溶性蛋

白质、总氨基酸、POD 活性、 H_2O_2 和 AsA 变化不尽相同,休眠进程中其变化的生理及分子机制还有待于进一步深入研究。

参考文献

- [1] SAMISH R M. Dormancy in woody plants[J]. Annual Review of Plant Physiology, 1954, 5(1): 183-204.
- [2] 高东升. 果树芽休眠[M]//李天忠, 张志宏. 现代果树生物学. 北京: 科学出版社, 2008: 39-53.
- [3] LANG G A, EARLY J D, MARTIN G C, et al. Endo-, para-, and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research[J]. Hort Science, 1987, 22(3): 371-377.
- [4] COOKE J E K, ERIKSSON M E, JUNTILLA O, et al. The dynamic nature of bud dormancy in trees: environmental control and molecular mechanisms[J]. Plant, Cell and Environment, 2012, 35(10): 1707-1728.
- [5] 高东升, 束怀瑞, 李宪利. 几种落叶果树 H_2O_2 含量变化与自然休眠关系的研究[J]. 园艺学报, 2002, 29(3): 209-213.
- [6] 秦栋. 酸王自然休眠解除后生理生化变化研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2009.
- [7] 邵浩, 马锋旺. 梨树花芽休眠解除与活性氧代谢的关系[J]. 植物生理与分子生物学学报, 2004, 30(6): 660-664.
- [8] 张昂, 郑瑜琬, 陈腾, 等. 葡萄休眠解除过程中冬芽组织活性氧与抗氧化系统的变化特征[J]. 西北植物学报, 2012(10): 2075-2081.
- [9] LIU G Q, LI W S, ZHENG P H, et al. Transcriptomic analysis of ‘Suli’ pear (*Pyrus pyrifolia* white pear group) buds during the dormancy by RNA-Seq[J]. BMC Genomics, 2012, 13(1): 700. doi:10.1186/1471-2164-13-700.
- [10] 刘国琴. 梨休眠分子生理机制研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [11] 刘国琴, 郑鹏华, 滕元文. 落叶果树芽休眠相关基因的研究进展[J]. 果树学报, 2012, 29(5): 911-917.
- [12] 谭钺, 王茂生, 吕勳, 等. 不同破眠处理对油桃休眠芽 H_2O_2 含量及相关酶活性的影响[J]. 中国农学通报, 2014(28): 128-132.
- [13] 吴步科. 桃休眠过程中活性氧代谢及其信号转导作用研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2006.
- [14] 李波, 夏秀英, 刘思. 蓝莓花芽休眠与解除过程中生理生化变化及 DNA 甲基化差异分析[J]. 植物生理学报, 2015(7): 1133-1141.
- [15] 毕磊. 七月酥梨休眠期内含物变化及生理代谢研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2009.
- [16] 杨艳, 黎云祥, 胥晓. 珙桐种子休眠解除和萌发过程中主要抗氧化酶活性和代谢产物含量的变化[J]. 植物分类与资源学报, 2015, 37(6): 779-787.
- [17] 田莉莉, 方金豹, 王力荣, 等. 华光油桃解除休眠过程中几项生理指标的变化[J]. 果树学报, 2006(1): 121-124.

Changes of Some Physiological Indexes of Antioxidation Metabolism in Floral Buds of Peach During Dormancy

LIU Guoqin¹, HE Songtao², LIU Jinping³, ZHANG Rui³, ZENG Jingwen³

(1. College of Tobacco Science, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025; 2. College of Forestry, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025; 3. College of Agriculture, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025)

四个仁用杏品种(系)抗寒性的测定与评价

王治军¹, 李秀珍², 畅凌冰¹, 梁 臣¹, 魏素玲¹

(1. 洛阳农林科学院 林业所, 河南 洛阳 471023; 2. 河南科技大学 林学院, 河南 洛阳 471003)

摘 要:以洛阳农林科学院杏属种质资源圃内4年生的4个仁用杏品种(系) (“中仁一号” ‘B5’ “优1” “龙王帽”) 为试材, 采用室内测定的方法, 测定并比较了植株一年生枝条韧皮部的抗寒性指标, 并利用主成分分析法对4个仁用杏品种(系)的抗寒性指标进行分析, 以期筛选抗寒性强的仁用杏育种杂交亲本。结果表明: 4个仁用杏品种(系)综合抗寒性由强到弱排列顺序是“中仁一号” > “优1” > “龙王帽” > “B5”。“中仁一号”综合抗寒性最强, 可以作为抗寒性强的育种材料; “优1”的综合抗寒性次之, 可作为抗寒性较强的育种材料; “龙王帽”抗寒性一般, 不作为抗寒性育种材料推荐; “B5”在可溶性糖含量、可溶性蛋白质含量及POD活性3个抗寒性指标上有突出的表现, 可根据需要进行筛选性选择。

关键词:仁用杏; 抗寒性; 测定; 评价

中图分类号:S 662.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)05-0005-06

仁用杏是我国重要的生态经济型树种和木本粮油资源^[1], 也是我国出口创汇值高的土特产商品。仁用杏抗性强, 田间栽培管理简单省工^[2]; 早果性强, 得益早, 经济寿命长, 是丘陵、山地和荒漠区重要的经济树种之一, 广泛栽植于我国北方各地。现在仁用杏栽植面积已经超过150万hm²^[3], 我国现有地方农家杏品种(类型)3000余个^[4-5]。但由于仁用杏冬季休眠期短, 春季萌芽开花早, 受晚霜影响大, 轻

者减产, 重者绝收, 严重影响仁用杏高产稳产, 导致仁用杏经济效益不稳定。收集并选育抗寒性强、晚花型的仁用杏新品种^[6], 是解决仁用杏丰产稳产的关键。开展新品种选育, 收集育种资源和资源评价是最基本的工作。该研究以传统的主栽杏品种“优1” “龙王帽”、新选育出的杏品种“中仁一号”、近年所选优株‘B5’为试材, 通过测定及评价4个仁用杏品种(系)抗寒性指标, 旨在为仁用杏育种杂交亲本选择提供依据, 对选育丰产、稳产、抗性强的品种提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

洛阳农林科学院杏属种质资源圃, 位于洛阳市伊滨区门庄村, 地处东经112.65°, 北纬34.65°, 滩涂地, 沙

第一作者简介:王治军(1977-), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为园艺学。E-mail: wm001288@126.com.

责任作者:李秀珍(1969-), 女, 博士, 副教授, 现主要从事果树栽培及育种的科研和教学等工作。E-mail: lxzly737@163.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2013BAD14B02)。

收稿日期:2016-09-26

Abstract: The changes of some physiological indexes of antioxidation metabolism were studied in floral buds of ‘Zhonghuashoutao’ peach during the dormancy for two successive years. The results showed that there were some differences in dormancy progression, soluble protein content, total amino acids content, POD activity, H₂O₂ content, and AsA content in floral buds. The time of endodormancy maintenance of floral buds in 2013—2014 was longer than that of floral buds in 2014—2015. The content of soluble protein gradually decreased, however, the total amino acids content gradually increased during endodormancy and dormancy release. POD activity and H₂O₂ content occurred on the same change. It appeared the trend of variation ‘up-down-up-down’. But there was difference in the occurring date of maximum and minimum values of AsA content between two years.

Keywords: *Prunus persica* L. var. *densa* Makino cv. ‘Zhonghuashoutao’; floral bud; dormancy; antioxidation metabolism