

6-BA 处理对猕猴桃贮藏保鲜的影响

臧建磊, 李明月, 万如意, 田风霞* (南阳师范学院生命科学与技术学院, 河南南阳 473061)

摘要 为探讨不同浓度的人工合成的细胞分裂素(6-苄氨基腺嘌呤, 6-BA)处理对猕猴桃低温贮藏期间内部品质、感官品质及生理生化的影响, 以河南南阳西峡“华美2号”猕猴桃果实为试材, 于猕猴桃盛花后 60 d 开始第一次采样, 此后每隔 15 d 采收 1 次, 直至盛花期后 120 d。同时, 对盛花期后 160 d 进行采摘且用不同浓度 6-BA 对猕猴桃进行浸泡处理。取材后测定果实重量、果形指数、硬度、可溶性固形物含量(SSC)、细胞膜渗透率、相关酶活、叶绿素含量和丙二醛含量等指标。结果表明: 随着猕猴桃的生长发育, 果实生长状况良好; 3 种浓度的 6-BA 处理均可以提高猕猴桃的低温贮藏保鲜效果, 其中以 10 mg/L 的 6-BA 处理效果相对较好, 既保持果实硬度和可溶性固形物含量, 抑制果实叶绿素的降解, 保持膜细胞完整性, 又抑制酶活的下降, 较好地保证了果实品质。

关键词 6-BA; “华美2号”猕猴桃; 采前生理; 保鲜效果

中图分类号 TS255.3 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)20-0187-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.20.050

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effect of 6-BA Treatment on the Storage and Preservation of Kiwifruit

ZANG Jian-lei, LI Ming-yue, WAN Ru-yi et al (College of Life Science and Technology, Nanyang Normal University, Nanyang, Henan 473061)

Abstract In order to discuss the effects of different concentrations of synthetic cytokinin, 6-BA (6-benzylaminopurine) on the internal quality, sensory quality, physiological and biochemical indices of kiwifruit during the cold storage period, “Huamei 2” kiwifruit fruits produced in Xixia County, Nanyang City of Henan Province were used as test materials, the first sampling of the kiwifruit began from the 60th day after flowering, and then harvested every 15 days until 120 days after flowering. Simultaneously, the kiwifruit fruits were picked on the 160th day after flowering and soaked with different concentrations of 6-BA. The fruit weight, fruit shape index, hardness, soluble solid content(SSC), cell membrane permeability, relevant enzyme activity, chlorophyll content, and malondialdehyde content were measured after sampling. The results showed that with the growth and development of kiwifruit, the growth status of fruits was good. Three concentrations of 6-BA treatment could improve the preservation effect of kiwifruit during low temperature storage, the effect of 10 mg/L 6-BA was relatively good, which not only maintained the hardness of fruit and soluble solids content, inhibited the degradation of chlorophyll in fruit, maintained the integrity of membrane cells, but also inhibited the decline of enzyme activity, maintained better quality of fruits.

Key words 6-BA; “Huamei 2” kiwifruit; Pre-harvest physiology; Fresh-keeping effect

猕猴桃(*Actinidia chinensis*), 隶属猕猴桃科(*Actinidiaceae*)猕猴桃属(*Actinidia* Lindl.), 为多年生攀援性落叶藤本果树。猕猴桃含有丰富的维生素 C、有机酸、胡萝卜素等其他微量元素, 在人体保健方面具有较高的价值, 可以降低血脂、血压, 增强免疫力, 有一定的抗癌效果, 对肠道疾病也有缓解作用。猕猴桃采后, 常温下极易软化腐烂, 失果率高。民间有“七天软, 十天坏, 半月坏一半”^[1]的说法。采收和运输过程中的机械损伤对猕猴桃果实的品质有很大影响, 会造成果实失水、霉变腐烂, 不易储存, 经济价值降低。

植物内源激素是由植物体自身合成的激素, 其在果实生长发育和品质形成过程中均发挥着重要作用, 使用外源植物生长调节物质可在一定程度上对其进行调节, 进而达到改善果实品质的目的^[2-3]。6-苄基腺嘌呤(6-BA)是一种人工合成的植物生长激素, 具有促进植物生长发育的作用^[4]。研究表明, 小麦经过喷施 6-BA 后能够促进小麦叶片的光合作用, 提高叶绿素含量, 提高小麦产量^[5]。6-BA 具有防止老化等作用, 是细胞分裂素类特有的生理作用。笔者以河南南阳西峡“华美2号”猕猴桃果实为试材, 探讨不同浓度的人工合成的细胞分裂素(6-BA)对猕猴桃低温贮藏期间内部品质、

感官品质及生理生化的影响, 了解猕猴桃生长发育和成熟衰老过程和贮藏保鲜中叶绿素代谢与其生理代谢的关系, 旨在为猕猴桃采后贮藏保鲜提供理论依据和实践基础。

1 材料与方法

1.1 试材及取样 来自西峡采摘的“华美2号”猕猴桃, 无病虫害侵扰, 个头一致, 成熟度相似的果实作为试材。

1.2 试剂 考马斯亮蓝 G250、无水乙醇、蒸馏水、pH 7.8 磷酸缓冲盐溶液(phosphate buffer saline, PBS)、pH 7.0 的 PBS 溶液、100 g/L 三氯乙酸(trichloroacetic acid, TCA)溶液、6.7 g/L 硫代巴比妥酸(thiobarbituric acid, TBA)溶液、过氧化氢酶(catalase, CAT)反应液、65 mmol/L 甲硫氨酸(DL-methionine, Met)、500 μmol/L 硝基氯化四氮唑蓝(nitrotriazolium blue chloride, NBT)、100 μmol/L 乙二胺四乙酸二钠(ethylenediaminetetraacetic acid disodium salt, EDTA-Na₂)、20 μmol/L 核黄素、抗坏血酸过氧化物酶(APX)反应液、过氧化物酶(POD)反应液、液氮等。

1.3 仪器 TU-1901 双光束紫外可见分光光度计, 由北京普析通用仪器有限责任公司生产; CT18RT 台式冷冻离心机, 由上海天美科学仪器有限公司生产; PAL-1 折射计, 由广州市爱拓科学仪器有限公司生产; DDSJ-308F 型电导率仪, 由上海仪电科学仪器股份有限公司生产; 美耐特数显卡尺(0~150 mm), 由上海美耐特实业有限公司生产; GY-4 果实硬度计, 由温州一鼎仪器制造有限公司生产; FA2104 舜宇电子天平, 由上海舜宇恒平科学仪器有限公司生产; 其他仪器。

基金项目 河南省科技攻关计划项目(172102110108); 南阳师范学院校级专项项目(ZX2014070); 南阳师范学院校级青年项目(QN2016002)。

作者简介 臧建磊(1984—), 男, 山东昌邑人, 助教, 硕士, 从事园艺果树学研究。*通信作者, 讲师, 从事植物逆境生理及抗性研究。

收稿日期 2019-11-16; **修回日期** 2019-11-28

1.4 试材处理 成熟前:猕猴桃盛花后 60 d 开始第一次采样,直至盛花期后 120 d。每间隔 15 d 取样 1 次,每次取 15 个猕猴桃,12 个测定果形,其中 6 个测糖度、硬度、相对电导率;剩余果实各取 3 个 1 g、1 个 5 g 放入液氮 3~5 h 后于冰箱冷冻室保存,待完全取材后集中测定其他生理指标。

成熟后:盛花期后 160 d 进行采摘,分别配制 0.5、10、15、20、25 mg/L 的 6-BA 水溶液在盆中对猕猴桃进行浸泡,每个盆里放 9 个猕猴桃,分别浸泡 5 min。将处理后的猕猴桃每 9 个装入塑料薄膜袋中。马书尚等^[6]研究表明用 0.06 mm 厚的塑料薄膜袋包装果实,可减少果实失水,防止果实皱缩,抑制果实硬度下降。每袋放不同浓度浸泡过的猕猴桃各 3 个,放入冰箱中,设置温度为 0 ℃,每隔 15 d 取样 1 次,进行硬度、糖度、相对电导率的测定,而后取猕猴桃果皮 2 mm 下的果肉,称取 3 个 5 g 和 5 个 1 g 样品,再用锡箔纸包裹严密将其放入液氮罐中进行冷冻,3~5 h 后取出,放入冰箱冷冻室,待 15 和 30 d 取材结束后,进行其他生理指标的测定。

1.5 测定指标及方法

1.5.1 果形指数的测定。使用数显卡尺测量果实腰部最大处的横茎(mm)和果实的纵茎(mm),按以下公式计算果形指数:果形指数=纵茎/横茎。

1.5.2 果实硬度的测定。使用 GY-4 型果实硬度计,在果实的赤道处间隔等距离的 3 个位置测定硬度,计算平均值和标准偏差。

1.5.3 平均果实重量的测定。将果实放在电子天平上称量,记录果实的重量(g),计算平均果实重量。

1.5.4 可溶性固形物含量的测定。将糖度计调零,清洁棱镜表面,滴约 0.3 mL 被测样液至棱镜表面,按“START”键进行测定。显示器上显示 Brix 值,即样品液中可溶性固形物含量,以质量分数(%)表示。重复 3 次,计算平均值和标准偏差。

1.5.5 相对电导率的测定。去皮,取 2 mm 厚薄猕猴桃果肉细条,用去离子水漂洗 3 次,加去离子水 15 mL,室温下平衡 3 h,期间多次摇动试管,测定初电导率;沸水浴 30 min,冷却至室温,测其终电导率;空白管添加去离子水,作为空白对照。按照以下公式计算相对电导率:

相对电导率=(初电导率-空白对照)/(终电导率-空白对照) (1)

1.5.6 叶绿素含量的测定。取 1 g 果肉置于研钵中,向其中加入 5 mL 95%的乙醇和适量石英砂,研磨至匀浆,静置 2 min 再加入 95%乙醇继续研磨至组织变白,静置 3 min 后提取。取一张滤纸,折叠后置于漏斗中,用 95%乙醇润湿,沿玻璃棒将提取液倒入漏斗中,过滤到 50 mL 棕色容量瓶中,冲洗研钵研棒和残渣数次,最后,连同残渣一起倒入漏斗中,用乙醇溶液冲洗,直至滤纸和残渣中无绿色为止。最后,用 95%乙醇溶液定容至 50 mL 并摇匀。

以 95%乙醇溶液为空白参比调零,用 1 cm 光径比色皿在 663 和 645 nm 波长处分别测定提取液的吸光度,重复 3 次。根据 Lambert-Beer 定律,计算提取液中叶绿素 a 和叶绿

素 b 的浓度。

$$C_a = 12.7A_{663\text{ nm}} - 2.69A_{645\text{ nm}} \quad (2)$$

$$C_b = 22.9A_{645\text{ nm}} - 4.68A_{663\text{ nm}} \quad (3)$$

$$C_T = C_a + C_b = 8.02A_{663\text{ nm}} + 20.21A_{645\text{ nm}} \quad (4)$$

式中, C_T 为叶绿素的总浓度。

1.5.7 丙二醛(MDA)含量的测定。称取猕猴桃果肉 1 g,用 5 mL 10% TCA 和少量石英砂研磨,10 000 r/min 离心 10 min,上清液为提取液。取提取液 2 mL(对照加 2 mL 蒸馏水),加入 2 mL 0.6% TBA 溶液,混匀物于沸水浴反应 15 min,迅速冷却后再 3 000 g 离心 10 min,取上清液,在 450、532、600 nm 处比色。根据 $C = 6.45 \times (\text{OD}_{532\text{ nm}} - \text{OD}_{600\text{ nm}}) - 0.56\text{OD}_{450\text{ nm}}$ 公式计算 MDA 浓度,再按以下公式计算 MDA 含量:MDA 含量 = MDA 浓度×提取液体积/植物鲜重。

1.5.8 可溶性蛋白含量的测定。一次性提取酶液:称取猕猴桃果肉 5 g 置于研钵中,用移液枪向研钵中加入 10 mL 4 ℃ 预冷下的 pH 7.8 PBS 和适量石英砂,冰上研磨,12 000 r/min 4 ℃ 离心 20 min。所得上清液即为酶粗提液,4 ℃ 下保存备用。用移液枪取 0.1 mL 酶提取液置于试管中,再加入 5 mL 考马斯亮蓝 G250,让其反应 2 min,用分光光度计在 595 nm 下比色,按以下公式计算蛋白质含量:

$$\text{蛋白质含量}(\text{mg/g}) = C \times V / (a \times W) \quad (5)$$

式中, C 为查标准曲线所得每管蛋白质含量(mg), V 为提取液总体积(mL), a 为提取液体积(mL), W 为样品重(g)。

1.5.9 过氧化氢酶(CAT)活性的测定。用移液枪取 0.1 mL 的酶提取液置于比色皿中,再加入 2.9 mL CAT 反应液,试管中反应 10~20 s 后,在 240 nm 下比色。CAT 反应液的配制:用移液枪取 0.28 mL 30% H_2O_2 溶液置于容量瓶中,用 pH 7.0 的 PBS 缓冲液定容到 250 mL,混匀备用。

1.5.10 超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定。取 30 个玻璃管,做好标记后,按照以下用量向玻璃管中加入所需溶液:0.05 mol/L pH7.8 PBS 缓冲液 1.5 mL,65 mmol/L Met 溶液 0.3 mL,500 $\mu\text{mol/L}$ NBT 溶液 0.3 mL,100 $\mu\text{mol/L}$ EDTA- Na_2 0.3 mL,200 $\mu\text{mol/L}$ 核黄素 0.3 mL、酶液 0.1 mL(对照管中加缓冲液)、蒸馏水 0.5 mL,总体积共 3.3 mL。将所添加溶液混合均匀,将其中一支对照管放在黑暗处作为空白对照,剩余管放在灯光下反应 20~30 min,在 560 nm 波长下测定 OD 值,按下式计算超氧化物歧化酶(SOD)活性。

$$\text{SOD 活性} = [(A_{\text{CK}} - A_{\text{E}}) \times V] / [A_{\text{CK}} \times 1/2 \times W \times a] \quad (6)$$

式中,SOD 活性以 U/g 表示; A_{CK} 表示照光对照管的消光度值, A_{E} 为样品管的消光度值, V 为样液总体积(mL), a 为测定时样品用量(mL), W 为样重(g)。

1.5.11 抗坏血酸过氧化物酶活性的测定。取 0.1 mL 的酶提取液于试管中,再向其中加入 2.9 mL 的 APX 反应液反应 0~40 s 后,在 290 nm 下比色。APX 反应液的配制:11.2 μL 30% H_2O_2 + 0.047 18 g ASA,用磷酸缓冲液(pH7.0)定容至 500 mL,现配现用。

1.5.12 过氧化物酶活性的测定。POD 反应液配制:取愈创木酚 0.125 mL 置于烧杯中,再加入 0.255 3 mL 30% H_2O_2 溶

液,混合均匀后,用 pH 7.0 的磷酸缓冲液稀释至 250 mL。取 20 μ L 酶提取液置于试管中,再向其中加入 3 mL POD 反应液反应 0~30 s 后,在 470 nm 处比色。

1.6 数据分析 采用 Excel 2003 软件进行数据统计与分析,所有数据为 3 次重复的平均值和标准误。

2 结果与分析

2.1 采前生理指标分析 由表 1 可知,在猕猴桃成熟之前,随着猕猴桃的生长发育,果形指数纵横径之比逐渐减小,果

实长度和宽度逐渐增大,二者变化差距减小,果实长势稳定;果实硬度逐渐减小,一般在果实硬度达 14~15 kg/cm² 时可采收;果实重量逐渐增加,趋于 80 g;果实中可溶性固形物质主要是糖分,随着果实成熟度的提高,糖度逐渐增加;相对电导率增加,果实逐渐成熟过程中膜通透性增加,二者在果实成熟过程中物质分子交换频繁,果实成熟过程中营养物质增加;同时,猕猴桃果肉中丙二醛含量呈下降趋势,说明其在成熟过程中抗性逐渐增加。

表 1 采前猕猴桃的生理指标测定
Table 1 Physiological indices measurement of kiwifruits before harvest

时间 Time//d	果形指数 Fruit shape index	硬度 Hardness kg/cm ²	重量 Weight g	糖度 Sugar content %	相对电导率 Relative electric conductivity//%	叶绿素含量 Chlorophyll content//mg/L	MDA 含量 MDA content μ mol/g
60	1.412	18.957	46.822	5.4	0.469	0.401	0.004
75	1.293	16.960	55.110	7.3	0.301	1.127	0.003
90	1.206	16.148	65.041	9.6	0.543	2.196	0.002
105	1.345	16.960	66.616	11.8	0.415	1.320	0.003
120	1.117	8.871	70.988	12.6	0.595	1.008	0.002

由表 2 可知,随着果实的成熟,可溶性蛋白含量呈逐渐上升趋势,其参与果实多种生理生化代谢过程的调控,与果实的生长发育、成熟衰老,抗病性、抗逆性密切相关;CAT 活性呈先上升后逐渐下降的变化趋势,随着果实生长,对自由基的清除能力先增强后减弱。SOD 活性呈逐渐下降,说明在

猕猴桃生长发育过程中 SOD 活性下降即在贮藏过程中猕猴桃清除自由基能力减弱;APX 活性呈现逐渐下降的变化趋势,随着果实的生长发育,果肉中抗坏血酸含量增加。POD 活性先上升后下降,在果实生长发育过程中对自由基的清除不稳定,果实所受毒害也是不稳定的。

表 2 采前可溶性蛋白含量和酶活性指标的测定
Table 2 The soluble protein content and activities measurement of enzymes before harvest

时间 Time//d	可溶性蛋白含量 Soluble protein content//mg/L	CAT 活性 CAT activity U/g	SOD 活性 SOD activity U/g	APX 活性 APX activity U/g	POD 活性 POD activity U/g
60	0.003	269.727	214.984	158.658	35.321
75	0.003	399.080	93.803	137.393	141.374
90	0.009	80.641	31.098	18.690	228.755
105	0.006	199.681	38.057	71.732	48.501
120	0.011	86.025	26.200	13.677	44.759

2.2 采后 6-BA 处理生理指标分析 由图 1 可知,经 6 个不同浓度 6-BA 浸泡的猕猴桃硬度均有所下降,空白对照猕猴桃硬度先上升后下降,当 6-BA 浓度为 10 mg/L 时硬度相对较好。当 6-BA 浓度超过 15 mg/L 后,硬度下降速率减小,此后趋于稳定。由此可见,6-BA 处理可以减缓猕猴桃果实的软化速率,维持良好的果实硬度,在 6-BA 浓度为 10 mg/L 时效果相对较好。

果实采摘后,一切生命活动均靠果实组织中一些糖类物质氧化释放出的能量来维持。由图 2 可知,在正常情况下猕猴桃采摘后糖度呈先快速上升后缓慢上升的变化趋势,在 0 $^{\circ}$ C 下不同浓度 6-BA 处理后的猕猴桃糖度呈下降趋势,在贮藏 15 d 时猕猴桃糖度稳定下降。这说明适宜浓度的 6-BA 处理对猕猴桃贮藏中糖度的上升有减缓作用。

由图 3 可知,随着 6-BA 浓度的增加,在 0 d 处理的猕猴桃相对电导率先下降后上升;在 15 d,随着 6-BA 浓度的不断增

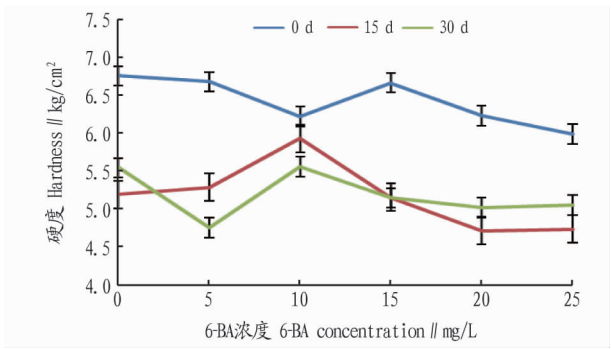


图 1 不同浓度 6-BA 处理对猕猴桃硬度的影响
Fig.1 Effects of different concentrations of 6-BA on the hardness of kiwifruit

加,相对电导率先上升后下降,且在 6-BA 浓度为 5 mol/L 时相对电导率达到峰值,约 42%;30 d 时,随着 6-BA 浓度的不断增加,相对电导率先上升后下降,且在 6-BA 浓度为 15 mol/L 时

相对电导率达到峰值,约 39%。与空白对照相比,随着不同浓度处理贮藏时间的延长,相对电导率明显降低。这说明 6-BA 处理对细胞膜渗透率的增加有减缓作用。

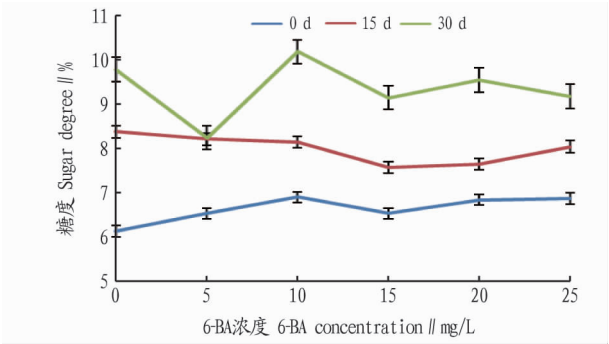


图 2 不同浓度 6-BA 处理对猕猴桃糖度的影响
Fig.2 Effects of different concentrations of 6-BA on the sugar degree of kiwifruit

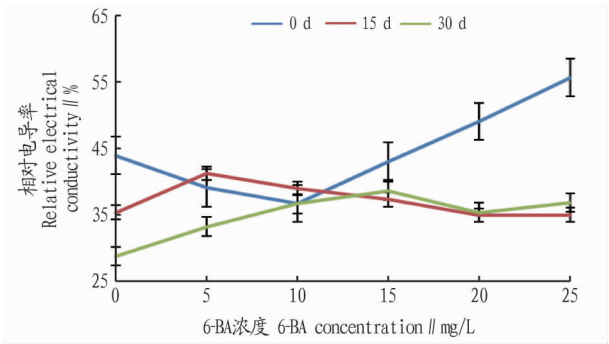


图 3 不同浓度 6-BA 处理对猕猴桃相对电导率的影响
Fig.3 Effects of different concentrations of 6-BA on the relative electrical conductivity of kiwifruit

由图 4 可知,在 0 ℃贮藏下,随着 6-BA 浓度的增加,空白对照组 MDA 含量逐渐下降,在不同浓度处理下 15 d 时猕猴桃 MDA 含量先下降后上升,再下降。30 d 时,在低浓度 6-BA 处理 MDA 含量降至最低值,此后随着 6-BA 浓度的增加,MDA 含量变化不大。

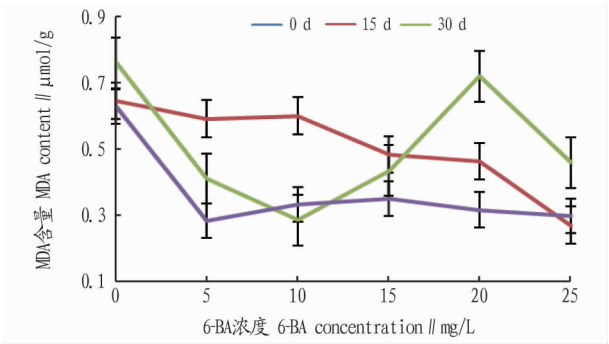


图 4 不同浓度 6-BA 处理对猕猴桃 MDA 含量的影响
Fig.4 Effects of different concentrations of 6-BA on MDA content in kiwifruit

由图 5 可知,在同一时间不同浓度处理下,猕猴桃叶绿素含量呈现先缓慢上升后缓慢下降的变化趋势。随着贮藏时间的增加,猕猴桃叶绿素含量呈缓慢上升的变化趋势,在贮藏 30 d 时当 6-BA 浓度为 25 mol/L 时猕猴桃叶绿素含量

相对较低。这说明 6-BA 处理对叶绿素含量下降有减缓作用,可抑制叶绿素的降解。

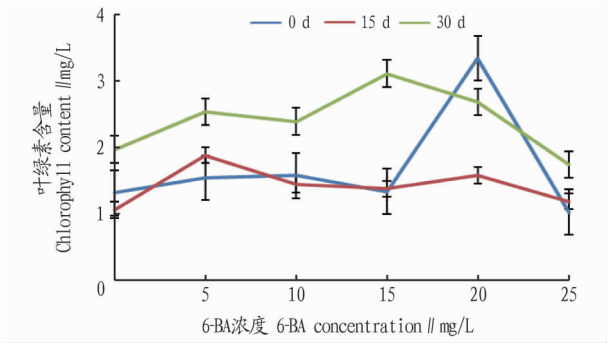


图 5 不同浓度 6-BA 处理对猕猴桃叶绿素含量的影响
Fig.5 Effects of different concentrations of 6-BA on chlorophyll content in kiwifruit

由图 6 可知,在不同浓度 6-BA 处理下猕猴桃可溶性蛋白含量上下波动,整体上不同浓度 6-BA 处理对猕猴桃可溶性蛋白含量的降低有减缓作用,说明适宜浓度的 6-BA 可延缓蛋白质的分解破坏。

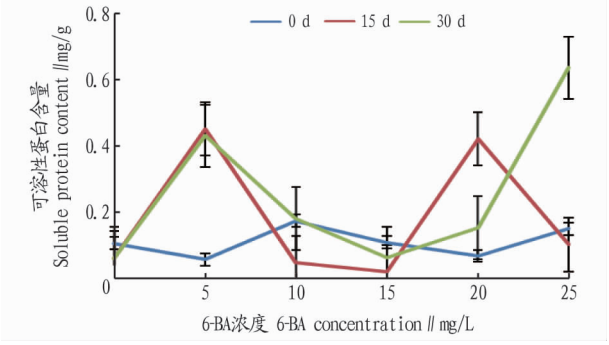


图 6 不同浓度 6-BA 处理对猕猴桃可溶性蛋白含量的影响
Fig.6 Effects of different concentrations of 6-BA on soluble protein content in kiwifruit

由图 7a 可知,随着贮藏时间的延长,猕猴桃果实内 CAT 活性呈降低趋势。在贮藏 0 d 时,CAT 活性先缓慢上升后急剧下降。在贮藏 15 d 时,CAT 活性先缓慢上升后有所下降。在贮藏 30 d 时,CAT 活性最低,且随着 6-BA 浓度的增长,整体上 CAT 活性的变化幅度不大。这说明在贮藏前期 6-BA 处理抑制了 CAT 活性的降低。由图 7b 可知,在 0、15、30 d SOD 活性随着不同浓度 6-BA 处理的变化不大,且 0 d 时 SOD 活性保持在较高水平,15、30 d 时 SOD 活性均有所降低,说明在贮藏过程中 SOD 活性随着时间的延长,SOD 活性有所下降。但 6-BA 处理总体上能显著减缓果实 SOD 活性的下降,保持防御活性氧或其他过氧化物自由基对细胞膜系统造成伤害的能力。由图 7c 可知,在 6-BA 处理下,随着贮藏时间的延长,APX 活性整体上呈下降趋势。在贮藏 0 d 时,APX 活性先上升后急剧下降;在 0 和 30 d,随着 6-BA 浓度的上升,APX 活性先降低后稳定后上升,相较于 0 d 时 APX 活性相对较低。在果实成熟衰老过程、抗病、抗氧化、抗逆境胁迫中,POD 活性不断发生变化,它能催化过氧化氢分解,减少过氧化氢对果实细胞膜结构的伤害^[7]。由图 7d 可知,在

贮藏过程中,随着贮藏时间的延长,POD 活性呈先上升后下降而后趋于下降的变化趋势。6-BA 处理减缓猕猴桃内自由

基的侵害,果实保持良好状态。

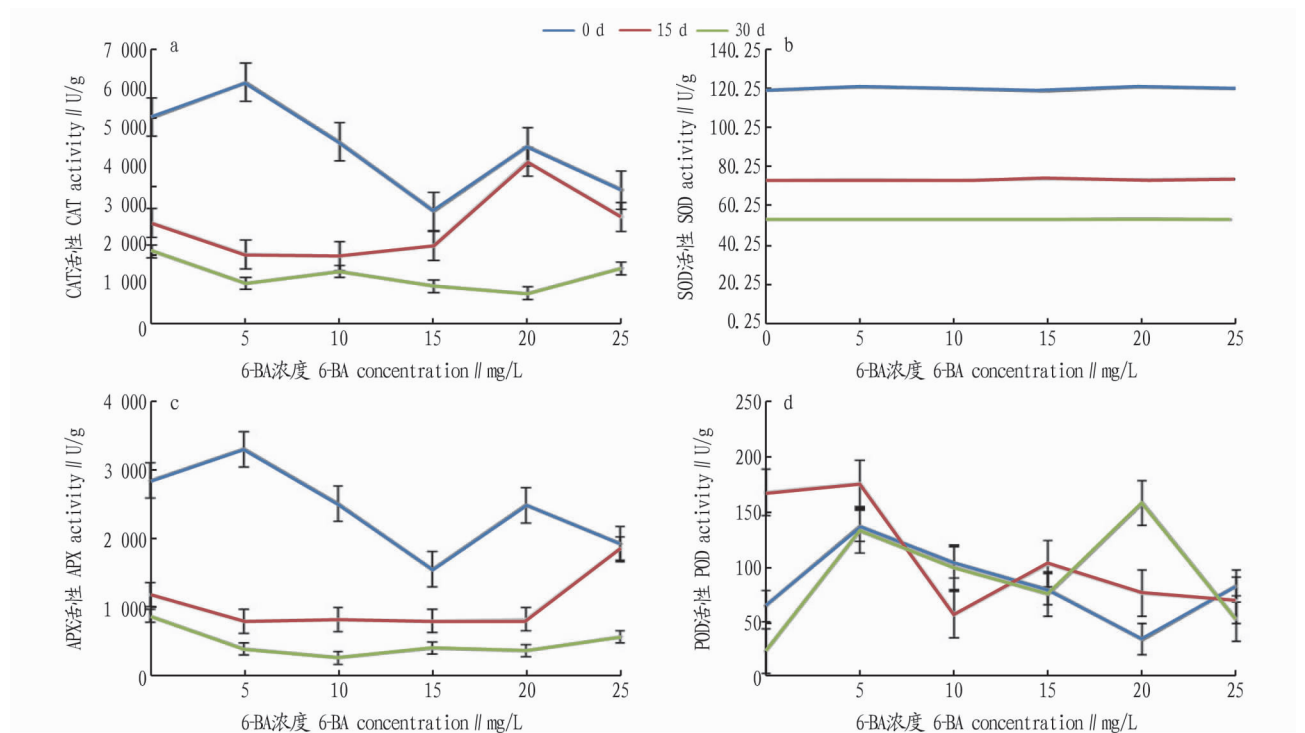


图 7 不同浓度 6-BA 处理对猕猴桃 CAT 活性、SOD 活性、APX 活性和 POD 活性的影响
Fig.7 Effects of different concentrations of 6-BA on the activities of CAT,SOD,APX and POD in kiwifruit

3 讨论

研究表明,呼吸跃变型果实在成熟时呼吸速率等其他生理反应升高,因此未熟时采收可实现果实的长期贮藏^[8]。同时,在成熟之前对猕猴桃做相应保鲜技术处理,对后期贮藏有一定的积极作用。李东等^[9]认为采前处理保鲜技术是猕猴桃保鲜技术体系的一大有效补充,对猕猴桃的保鲜能起到十分积极的作用,值得进行推广。在果实成熟过程中叶绿素分解含量下降,可使其他种类色素如类胡萝卜素、花青素的颜色得以呈现;检测叶绿素含量体现猕猴桃果品质量。综合考虑猕猴桃自身生理特性确定采收时间,增加猕猴桃贮藏时间。

在采收后,猕猴桃贮藏保鲜对于果农和经销商来说至关重要。而活性氧代谢快慢与高低对果实成熟与衰老起着关键性作用,活性氧在果实机体内的积累,促进了细胞膜脂过氧化,进而对细胞膜造成严重的伤害作用,导致果实软化衰老^[10]。因此,细胞膜脂过氧化的最终产物丙二醛的积累在一定程度上反映了体内活性氧含量的动态变化且对细胞具有很强的毒性^[11]。在植物组织内,CAT、SOD、APX 和 POD 是清除活性氧的主要保护酶,果实成熟衰老过程是活性氧和抗氧化酶系统作用的过程,是活性氧代谢失调与累积的过程^[12-13]。CAT 催化分解组织中的 H_2O_2 ,降低 H_2O_2 产生的 OH^- 对机体造成的危害^[14],其与 POD 一起作为 H_2O_2 的解毒剂,在植物代谢中起重要作用。普遍存在于果实中的 SOD 能作用于生物细胞中的 O_2^- ,并通过歧化反应生成 H_2O_2 和 O_2 ,降低了 O_2^- 对果实的侵害。APX 是植物活性氧代谢中重要的抗氧化酶之一,尤其是叶绿体中清除 H_2O_2 的关键酶,又

是维生素 C 代谢的主要酶类。POD 是果实后熟衰老中的保护性酶类,它可以清除自由基,从而减少自由基对膜的损伤,达到延缓细胞衰老的目的^[15]。

6-苊基腺嘌呤作为一种细胞分裂素,可阻止植物体叶绿素、蛋白质等的降解,具有避免果实衰老起到保鲜作用。经过 6-BA 处理过且在 0℃ 保存的猕猴桃硬度、糖度均有良好改善,对细胞膜渗透率也有减小作用,抑制其代谢速率;同时,可以降低丙二醛的积累,缓解叶绿素的降解,对各种酶活性的减弱也有所抑制作用。6-BA 对猕猴桃的作用主要表现在 2 个方面:一方面,6-BA 阻碍内源抗氧化剂的分解,保持猕猴桃果肉的活性氧的代谢平衡;另一方面,6-BA 阻碍与活性氧代谢相关酶活性的下降,降低膜脂过氧化作用,减小了质膜的损伤程度,即减缓猕猴桃的生理代谢,延迟采摘后衰老的进程,对猕猴桃保鲜有一定的效果。

4 结论

笔者探讨不同浓度的人工合成的细胞分裂素(6-BA)处理对猕猴桃低温贮藏期间内部品质、感官品质及生理生化的影响。结果发现,经过 6-BA 处理过且在 0℃ 保存的猕猴桃硬度、糖度均有良好改善,对细胞膜渗透率也有减小作用,抑制其代谢速率。同时,可以降低丙二醛的积累,减慢了叶绿素的降解,对各种酶活性的减弱也有所抑制。该方法仍有待进一步改进,以达了解猕猴桃生长发育和成熟衰老过程和贮藏保鲜中叶绿素代谢与其生理代谢的关系,为猕猴桃采后贮藏保鲜提供理论依据和实践基础。

可目录中,如糠醛、2-甲基吡嗪、2,6-二甲基吡嗪、2,3-二甲基吡嗪、2,4-二甲基苯酚、橙花叔醇等。且裂解产物的致香成分为甜叶菊自身具备,不属于外加香精香料,若该原料应用于造纸法再造烟叶中,在抽吸品质方面可提供典型的焦甜香、烘烤香等主体香韵,再辅以谐调的香料,使再造烟叶产品具有独特香气。在开发该香型卷烟产品时,进行部分添加,可进一步掩盖杂气、凸显卷烟的香气风格。

3 结论

该研究采用热裂解-气相色谱质谱联用技术对甜叶菊进行热裂解分析,在 300 ℃热裂解产物共鉴定出 13 种化合物,600 ℃共鉴定出 75 种化合物,900 ℃共鉴定出 95 种化合物。主要的裂解产物是糠醛等醛类、吡嗪等杂环类、多环芳烃类及苯酚等酚类,是由原料中含有的还原性糖和氨基酸发生美拉德反应产物以及其自身含有的纤维素、半纤维素、木质素、黄酮类、酚类、氨基酸、蛋白质等物质经过一系列键断裂、重排、环化反应而成。其中多数具有独特的焦甜和烘烤气息,在提高烟气浓度、掩盖杂气、改善烟气丰富性、凸显烟气特征香等方面具有明显效果。综上所述,以 Py-GC/MS 技术对甜叶菊原料进行裂解分析,可作为制备新型再造烟叶原料筛选的手段之一。该研究中甜叶菊作为造纸法再造烟叶原料具有一定的可行性,下一步需对原料的安全性进行深入可用性评价,开发出不同特色的再造烟叶产品应用于卷烟,使卷烟产品特色化进一步显现。

参考文献

[1] 彭涛,宋巧,张喜萍,等.浅谈甜叶菊在食品中的应用[J].食品安全导刊,2017(30):141-142.
[2] 唐桃霞,王致和,张秀华,等.不同品种(系)甜叶菊产量·光合生理和糖苷含量的相关性分析[J].安徽农业科学,2019,47(21):53-57.

(上接第 191 页)

参考文献

[1] 王胜男,任小林,任艳.1-MCP 对猕猴桃货架期品质的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(7):149-154.
[2] RADEMACHER W.Plant growth regulators:Backgrounds and uses in plant production [J]. Journal of plant growth regulation,2015,34(4):845-872.
[3] MILIĆ B,ČABILOVSKI R,KESEROVIĆ Z,et al. Nitrogen fertilization and chemical thinning with 6-benzyladenine affect fruit set and quality of golden delicious apples[J].Scientia horticulturae,2012,140(6):81-86.
[4] 王萌,廉华,马光恕,等.外源 6-BA 对甜瓜幼苗生理特性和产量形成的影响[J].现代化农业,2018(6):32-34.
[5] 杨东清,王振林,尹燕梓,等.外源 ABA 和 6-BA 对不同持绿型小麦旗叶衰老的影响及其生理机制[J].作物学报,2013,39(6):1096-1104.
[6] 马书尚,周媛月.秦美猕猴桃自发气调贮藏技术研究初报[J].中国果树,1994(3):22-23.
[7] 吴彩娥,王文生,寇晓红.果实成熟衰老与保护酶系统的关系[J].保鲜与加工,2000(1):5-8.

[3] 徐邵合.甜叶菊中甜菊糖苷的分离纯化工艺研究[D].石河子:石河子大学,2019:1-2.
[4] 赵磊,迟茜,林文轩,等.甜叶菊废渣提取物的抗氧化和抗炎作用[J].中国食品学报,2018,18(8):8-15.
[5] SENNECA O,CIARAVOLO S,NUNZIATA A.Composition of the gaseous products of pyrolysis of tobacco under inert and oxidative conditions[J]. Journal of analytical and applied pyrolysis,2007,79(1/2):234-243.
[6] 朱友飞,刘志高,刘衡,等.基于 PY-GC-MS 的降香黄檀快速裂解产物的分析[J].江西农业学报,2018,30(4):83-87.
[7] 袁岐山,李皓,张东豫,等.浓香型烟叶浸膏微波裂解行为及裂解产物成分分析[J].烟草科技,2019,52(6):51-58.
[8] 杨皓,刘文静.热裂解气质技术在卷烟工业中的应用[J].安徽农业科学,2016,44(24):91-94.
[9] BAKER R R,BISHOP L J.The pyrolysis of tobacco ingredients[J].Journal of analytical and applied pyrolysis,2004,71(1):223-311.
[10] 刘珊,张军涛,胡军,等.裙带菜多糖的热裂解产物分析及卷烟应用研究[J].中国烟草学报,2013,19(5):10-15.
[11] 杨滢,周顺,王孝峰,等.不同结构烟草纤维素的燃烧热解特性[J].烟草科技,2017,50(5):38-44.
[12] 罗丽莉,黄海群,杨绍文,等.卷烟纸常用纤维原料热裂解产物的分析[J].中国造纸,2008,27(4):47-49.
[13] 李洪臣,朱顺成.氨基酸对不同烤烟品种烟叶美拉德反应的影响[J].安徽农业科学,2020,48(3):26-28,53.
[14] 韩富根.烟草化学 [M].2 版.北京:中国农业出版社,2010:132-134.
[15] 臧亚楠,孔宁川,李地艳,等.烟草木质素的研究概况[J].云南农业大学学报(自然科学版),2015,30(5):822-828.
[16] 康明娥,王光雨.新值二烯的合成研究[J].香料香精化妆品,2016(4):1-3.
[17] 张文龙,容辉,赵晓东,等.野山茶的热裂解及其对卷烟主流烟气中 7 种有害成分释放量的影响[J].云南农业大学学报(自然科学),2018,33(6):1105-1112.
[18] 肖怀秋,李玉珍,林录亲.美拉德反应及其在食品风味中的应用研究[J].中国食品添加剂,2005(2):27-30.
[19] 郭正,吕建明.烟用香精中烷基吡嗪类化合物的合成与应用[J].烟草科技,1996(3):4-5.
[20] NURSTEN H.The Maillard reaction:Chemistry,biochemistry and implications[M].Cambridge:Royal Society of Chemistry,2005:62-89.
[21] 赵铭钦,刘金霞,黄永成,等.烟草质体色素与烟叶品质的关系综述[J].中国农学通报,2007,23(7):135-138.

[8] PICHA D H. Effects of harvest maturity on the final fruit composition of cherry and large fruited tomato cultivars [J]. Journal of the American society for horticultural science,1986,111(5):723-727.
[9] 李东,谭书明,夏之行,等.猕猴桃采前处理保鲜技术研究进展[J].食品工业,2015,36(8):251-255.
[10] 张刚,李里特,丹阳.果蔬成熟衰老中的活性氧代谢[J].食品科学,2004,25(S1):225-230.
[11] 葛培,郭广芳,晏月明.小麦抗旱机理研究进展[J].生物技术通报,2010(4):22-27.
[12] MITTLER R.Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance[J].Trends in plant science,2002,7(9):405-410.
[13] MITTLER R,VANDERAUWERA S,GOLLERY M,et al. Reactive oxygen gene network of plants [J].Trends in plant science,2004,9(10):490-498.
[14] 袁海娜.冬瓜贮藏过程中 PPO、POD 和 CAT 活性及同工酶研究[J].食品研究与开发,2005,26(1):61-63.
[15] 任亚梅,宋小青,贺晓颖,等.猕猴桃生长过程中果肉和叶绿体的生理特性研究[J].中国食品学报,2014,14(8):116-122.