

# 不同黑莓品种果实发育过程中 生育酚合成规律研究

董珊珊<sup>1</sup>, 杨海燕<sup>1</sup>, 吴文龙<sup>1</sup>, 闫连飞<sup>1</sup>, 李维林<sup>1,2</sup>

(1. 江苏省中国科学院植物研究所, 江苏 南京 210014;

2. 南京林业大学南方现代林业协同创新中心, 林学院, 江苏 南京 210037)

**摘 要:**以生产上表现优异的黑莓品种“宁植3号”和“Kiowa”为试验材料,采用高效液相色谱法(HPLC),在花后14 d直至果实成熟过程中对黑莓种子及全果中生育酚含量和组分进行测定分析,以期为黑莓的进一步开发利用提供参考。结果表明:随着果实的发育,“宁植3号”和“Kiowa”种子中 $\alpha$ -生育酚含量总体呈下降趋势, $\beta$ + $\gamma$ -和 $\delta$ -生育酚含量呈上升趋势,生育酚总量不断上升;全果中 $\alpha$ -生育酚含量亦呈现持续下降的趋势, $\beta$ + $\gamma$ -和 $\delta$ -生育酚含量随着果实发育先升后降;全果和种子中不同组分生育酚的变化规律不一致,种子和全果中 $\beta$ + $\gamma$ -生育酚积累量最多, $\alpha$ -生育酚含量次之,分析认为这可能是由不同的候选基因决定。

**关键词:**黑莓;果实发育;生育酚

**中图分类号:**S 663.201 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2019)08-0026-06

黑莓属蔷薇科悬钩子属(*Rubus* L.)灌木状浆果类果树,原产欧美。其果实柔软多汁,色泽艳丽,风味醇美,具有丰富的营养价值,深受国内外消费者的青睐<sup>[1-2]</sup>。近年来的研究表明,悬钩子种子具有较高含量的维生素E。van HOED等<sup>[3]</sup>分析了不同浆果类种子油的成分,结果发现黑莓种子油中生育酚含量较高。方亮等<sup>[4]</sup>研究也发现,黑莓种子含油量较高,且含有丰富的生育酚。

MICIĆ等<sup>[5]</sup>研究指出,悬钩子植物的种子油由于具有高含量的生育酚,因此表现出与市场上出售的植物油相似的氧化稳定性和较长的货架期。

生育酚又称维生素E(vitamin E),是一类脂溶性维生素的统称。一般所谓的维生素E是酚类的混合物,主要包括8种类型,分别为生育酚(tocopherol)和生育三烯酚(tocotrienol)两大类,其中每一类都具有 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 和 $\delta$ 4种构型,活性各异。对于人类的健康来说,生育酚是一种必需的大量营养物质,医学研究表明,维生素E不仅与生殖系统有关,而且与中枢神经系统、消化系统、心血管系统和肌肉系统的正常代谢都有密切关系,能有效预防心血管病、动脉粥样硬化、癌症等疾病<sup>[6-7]</sup>,除此之外,维生素E还被广泛地应用于食品、保健品、化妆品等多个领域<sup>[8]</sup>。随着人们对生育酚保健、医疗、美容效用的研究越来越多,市场对于维生素E的需求量也越来越大。虽然维生素E的化学合成技术已趋于成熟,但是由于人工合成维生素E的结构、类型及活性的限制,人们更趋向于选择天然的维生素E。因此发掘天然

**第一作者简介:**董珊珊(1992-),女,硕士研究生,研究方向为小浆果生理。E-mail:15305183284@163.com.

**责任作者:**李维林(1966-),男,博士,研究员,现主要从事小浆果栽培及生理生化和分子等研究工作。E-mail:wlli@njfu.edu.cn.

**基金项目:**江苏省科技基础设施建设资助项目(BM2015019);江苏省植物资源研究与利用重点实验室资助项目(江苏省中国科学院植物研究所)(JSPKLB201608);南京市科技计划资助项目(201608059);江苏省农业三新工程资助项目(SXGC[2017]309);国家自然科学基金资助项目(31700606)。

**收稿日期:**2018-10-29

生育酚新资源以及提高天然资源中生育酚的含量一直是人们十分关注的问题<sup>[9-10]</sup>。悬钩子类果树黑莓是目前发现的浆果类种子中生育酚含量较高的,是一个极具潜力的天然维生素 E 新资源。该研究拟采用高效液相色谱法,对生产上表现优异的“宁植 3 号”和“Kiowa”黑莓种子和全果中的生育酚含量和组分进行检测,初步分析黑莓果实不同发育阶段生育酚合成与积累的变化规律,从而为黑莓的进一步开发利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试黑莓品种为“宁植 3 号”和“Kiowa”,种植于江苏省中国科学院植物研究所溧水黑莓实验基地,于 2017 年 5 月开花盛期,以黑莓花蕾刚开始绽放还未授粉开始随机挂牌标记,从花后 14 d 开始取样,之后于第 21、28、35、42、49 天各取样 1 次,直至完熟。样品经液氮速冻后放入冻干机冻干至恒质量,后置于-80℃冰箱中贮存备用。

正己烷和乙腈,分析纯;甲醇,色谱纯,TEEDIA 公司; $\alpha$ -生育酚, $\gamma$ -生育酚, $\delta$ -生育酚标准样品,色谱纯,美国 Sigma 公司。

Dionex U3000 高效液相色谱仪;冻干机,北京博医康实验仪器有限公司;旋转蒸发仪,上海爱郎仪器有限公司。

### 1.2 试验方法

色谱柱:ODS 柱(250 mm×4.6 mm,5  $\mu$ m)。

荧光检测器:激发波长 300 nm,发射波长为 330 nm,流动相:甲醇:水=(98:2,v/v),流速 1.0 mL·min<sup>-1</sup>,柱温 25℃,进样量 20  $\mu$ L。

### 1.3 项目测定

#### 1.3.1 分析样品的前处理

采用超声波辅助提取方法<sup>[11]</sup>。分别准确称取 0.5 g 破碎干燥的黑莓种子和果实粉末,置于 50 mL 离心管加入 30 mL 正己烷为分散剂,超声波提取 40 min 后,过夜取出 9 000 r·min<sup>-1</sup>离心 15 min,取上清液,45℃旋转蒸发除去正己烷,油脂样品用乙腈溶解转移至 50 mL 的容量瓶中,并用乙腈定容至刻度。摇匀后过 0.45  $\mu$ m 滤膜,滤液转入 HPLC 专用小瓶中,在设定的色谱条件下

进行测定。

#### 1.3.2 生育酚的定性方法

以  $\alpha$ -生育酚, $\beta$ -生育酚, $\gamma$ -生育酚, $\delta$ -生育酚标准样品的保留时间作为定性依据。各所测油脂中与标样保留时间一致的色谱峰被认为是  $\alpha$ -生育酚, $\beta$ -生育酚, $\gamma$ -生育酚, $\delta$ -生育酚。其中  $\beta$ -生育酚与  $\gamma$ -生育酚保留时间相同。由于  $\beta$ -生育酚在常温下极其不稳定,所以在试验操作中以  $\gamma$ -生育酚代替( $\beta$ + $\gamma$ )-生育酚测定。

#### 1.3.3 生育酚的定量方法

采用标准曲线法对各种生育酚进行定量分析。黑莓种子和果实由试样中各种生育酚含量由峰面积在标准曲线上求其含量。

#### 1.3.4 标准曲线的绘制

准确称取一定质量的  $\alpha$ -、 $\gamma$ -、 $\delta$ -生育酚标样,分别用乙腈溶解并稀释至一定体积,再分别移取此溶液 0.8、3.2、4.0 mL 于 3 只 10 mL 的容量瓶中定容,过 0.45  $\mu$ m 滤膜,在选定的色谱条件下分别进样,以质量浓度  $X(\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$  和峰面积  $Y(\text{mAU}\cdot\text{min})$  作图,制作标准曲线并计算其回归方程。

## 1.4 数据分析

所有试验数据为 3 次重复的平均值±标准差,采用 Excel 2007 软件进行数据处理,DPS 7.05 软件进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 “宁植 3 号”和“Kiowa”不同发育时期果实

“宁植 3 号”是自主选育的新品种,适应性强,果实品质优异且产量高,果实发育期 42 d(图 1A)。第 14~21 天取样对应果实发育初期,第 21~35 天为果实发育中期,第 42 天为果实成熟期。“Kiowa”果实较大,但成熟期较“宁植 3 号”晚,果实发育期 49 d(图 1B)。第 14~28 天取样对应果实发育初期,35~42 d 为果实发育中期,第 49 天为果实成熟期。

### 2.2 “宁植 3 号”和“Kiowa”果实发育过程中种子生育酚含量的变化

由图 2 可以看出,“宁植 3 号”和“Kiowa”在果实发育过程中,种子中  $\alpha$ -、 $\beta$ + $\gamma$ -、 $\delta$ -生育酚各组分含量和总生育酚含量变化显著。其中  $\beta$ + $\gamma$ -生育酚为

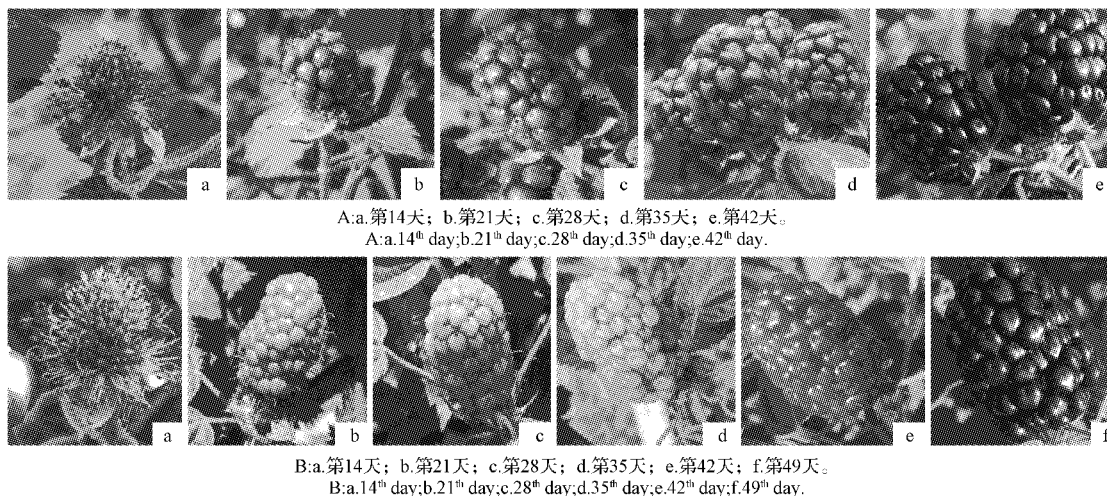
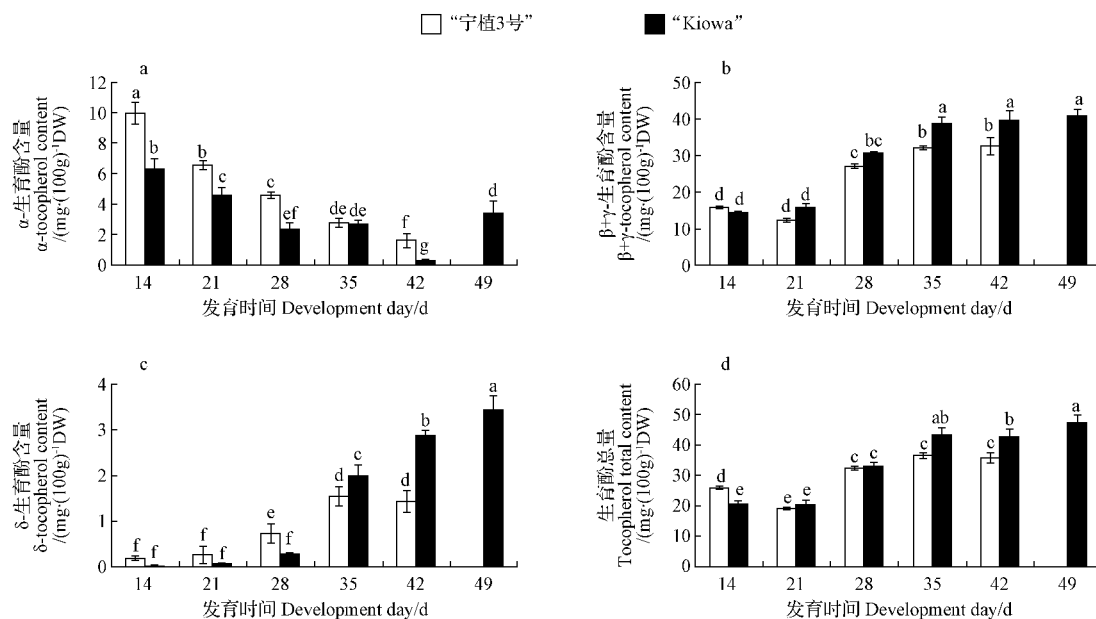


图1 “宁植3号”和“Kiowa”不同发育时期的果实

Fig. 1 Fruits of different development stages of ‘Ningzhi 3’ and ‘Kiowa’

图2 “宁植3号”和“Kiowa”果实不同发育期种子中 $\alpha$ -、 $\beta$ + $\gamma$ -、 $\delta$ -生育酚含量和生育酚总量的变化Fig. 2 Changes of  $\alpha$ -、 $\beta$ + $\gamma$ -、 $\delta$ -tocopherol and tocopherol total contents in the seeds of ‘Ningzhi 3’ and ‘Kiowa’ at fruits different development stages

黑莓种子生育酚的主要组分且含量最多,变幅在  $14 \sim 41 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1} \text{DW}$ ,  $\alpha$ -生育酚含量次之,变幅在  $0.2 \sim 10 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1} \text{DW}$ ,  $\delta$ -生育酚含量最少,变幅在  $0.01 \sim 3.5 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1} \text{DW}$ ,生育酚总量变幅在  $19 \sim 48 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1} \text{DW}$ 。

随着果实种子发育,“宁植3号”种子中 $\alpha$ -生育酚含量呈逐渐下降趋势,“Kiowa”种子中 $\alpha$ -

生育酚含量在果实种子发育初期呈逐渐下降趋势,28 d后稍有上升(图2a),花后第14天是2个品种 $\alpha$ -生育酚含量最高,分别为  $9.96 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1} \text{DW}$  和  $6.34 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1} \text{DW}$ ;2个品种黑莓 $\beta$ + $\gamma$ -生育酚含量变化趋势基本一致,均在果实发育前期先快速合成,“宁植3号”在第42天 $\beta$ + $\gamma$ -生育酚含量为  $32.62 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1} \text{DW}$ ,

随着果实种子逐渐成熟,“Kiowa”在第35天以后趋于平稳,第49天达到 $40.82 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}\text{DW}$ (图2b);此外,“宁植3号”和“Kiowa”种子中 $\delta$ -生育酚含量也均随果实种子发育呈迅速上升趋势,果实种子发育前期合成较少,28 d后 $\delta$ -生育酚含量迅速上升,果实种子成熟后2个品种黑莓 $\delta$ -生育酚含量分别达到 $1.54 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}\text{DW}$ 和 $3.44 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}\text{DW}$ (图2c)。

随着果实种子发育,“宁植3号”和“Kiowa”种子中生育酚总量呈逐渐上升趋势。“宁植3号”在第35天达到最大值,生育酚总量为 $36.47 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}\text{DW}$ ;“Kiowa”在第49天达到最大值,生育酚总量为 $47.66 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}\text{DW}$ (图2d)。比较2个品种黑莓种子中生育酚各组分含量的变

化,随着果实种子发育, $\alpha$ -生育酚含量总体呈下降趋势, $\beta+\gamma$ -和 $\delta$ -生育酚含量呈上升趋势,生育酚总量逐渐上升。

### 2.3 “宁植3号”和“Kiowa”果实发育过程全果中生育酚含量的变化

由图3可以看出,“宁植3号”和“Kiowa”在果实发育过程中,全果中 $\alpha$ -、 $\beta+\gamma$ -、 $\delta$ -生育酚各组分含量和生育酚含量发生明显变化。其中 $\alpha$ -生育酚含量变幅在 $12\sim 56 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}\text{DW}$ , $\beta+\gamma$ -生育酚变幅在 $15\sim 43 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}\text{DW}$ , $\delta$ -生育酚含量最少,变幅在 $0.3\sim 5.8 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}\text{DW}$ ,生育酚含量变幅在 $31\sim 84 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}\text{DW}$ 。

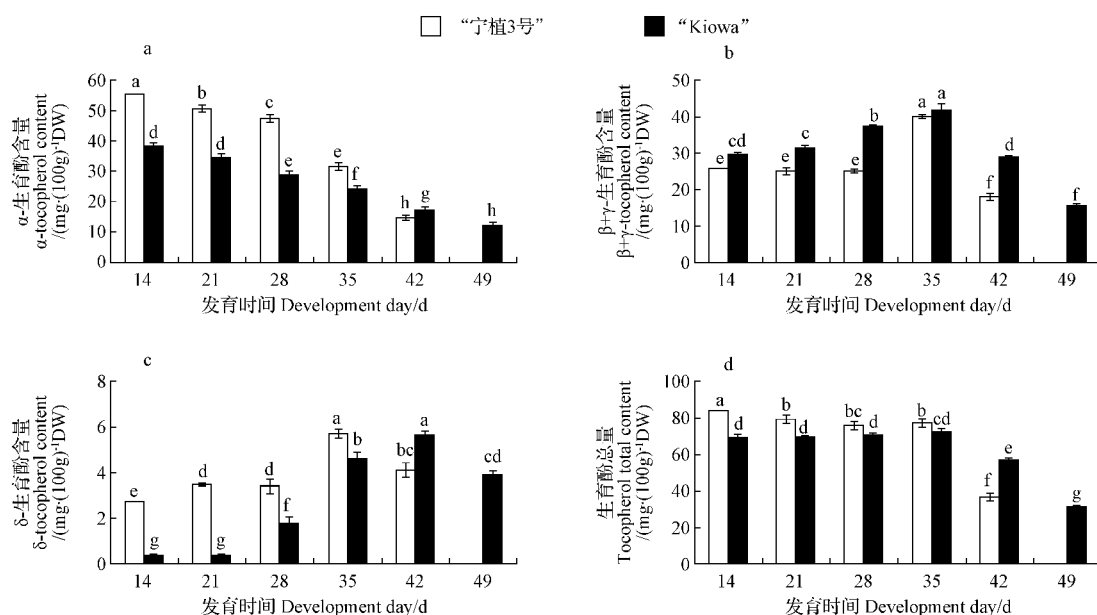


图3 “宁植3号”和“Kiowa”果实不同发育期全果中 $\alpha$ -、 $\beta+\gamma$ -、 $\delta$ -生育酚含量和生育酚总量的变化

Fig. 3 Changes of  $\alpha$ -、 $\beta+\gamma$ -、 $\delta$ -tocopherol and tocopherol total contents in whole fruit of ‘Ningzhi 3’ and ‘Kiowa’ at fruits different development stages

随着果实发育,“宁植3号”和“Kiowa”全果中 $\alpha$ -生育酚含量随着果实发育均呈逐渐下降趋势,分别第42天和第49天达到最小值(图3a);2个品种全果中 $\beta+\gamma$ -生育酚含量均呈先升后降趋势,“宁植3号”在花后到28 d含量稳定,第35天显著上升,随后降低,“Kiowa”在第14~35天呈逐渐上升趋势,之后显著下降,第35天时二者 $\beta+\gamma$ -生育酚含量均达到最大值,分别为 $40.12 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}\text{DW}$ 和 $42.02 \text{ mg} \cdot$

$(100\text{g})^{-1}\text{DW}$ (图3b);2个品种全果中 $\delta$ -生育酚含量变化趋势一致,“宁植3号” $\delta$ -生育酚在第35天之前含量上升,随着果实成熟含量下降;“Kiowa”一直随着果实发育呈显著上升趋势,直到第49天下降(图3c)。

随着果实发育,“宁植3号”和“Kiowa”全果中生育酚总量变化趋势基本一致,均第35天之前趋于稳定,之后下降。“宁植3号”生育酚总量在花后14 d达到最大值,含量为 $83.94 \text{ mg} \cdot$

(100g)<sup>-1</sup>DW,“Kiowa”在第35天达到最大值,含量为72.76 mg·(100g)<sup>-1</sup>DW(图3d)。比较2个品种黑莓全果中生育酚各组分含量的变化,随着果实发育, $\alpha$ -生育酚含量持续下降, $\beta$ + $\gamma$ -生育酚含量在果实发育前期先快速积累而后下降, $\delta$ -生育酚含量在果实发育前期大量积累,果熟期下降,生育酚总量在果实发育前期较稳定,而后下降。

### 3 结论与讨论

该研究通过对2个黑莓品种“宁植3号”和“Kiowa”果实不同发育期种子和全果中生育酚各组分含量的积累动态发现,黑莓种子和全果中 $\beta$ + $\gamma$ -生育酚积累量最多, $\alpha$ -生育酚含量次之。表明黑莓生育酚的主要成分为 $\beta$ + $\gamma$ -生育酚,其次是 $\alpha$ -生育酚,这与阎君等<sup>[12]</sup>测得棉仁种生育酚主要成分为 $\beta$ 和 $\gamma$ -生育酚,其次是 $\alpha$ -生育酚这一结果相似,除此之外,吕培军等<sup>[13]</sup>在白菜型油菜种子油中也发现 $\gamma$ -生育酚含量最高,其次是 $\alpha$ -生育酚。表明生育酚的主要成分就是 $\beta$ -生育酚和 $\gamma$ -生育酚,而人体中可优先转运并且活性最高的 $\alpha$ -生育酚含量却较低,因此生育酚总活性就较低,近年来,通过转基因技术提高植物体内生育酚总量、改变生育酚的组分已经成为将来生产生育酚的重要手段。分析认为黑莓不同组分生育酚含量的高低主要是受其关键酶基因的表达调控。已有的研究表明,维生素E的合成代谢受众多酶的调控,其中编码4-羟苯丙酮酸二加氧酶(HPPD)、尿黑酸植基转移酶(HPT)的基因通过调节合成途径的流向而影响生育酚的总量,生育酚环化酶(TC)、甲基植基苯醌甲基转移酶(MPBQ MT)和 $\gamma$ -生育酚甲基转移酶( $\gamma$ -TMT)主要是通过调节植物组织中生育酚的成分而影响生育酚的活性<sup>[14]</sup>。 $\gamma$ -生育酚在 $\gamma$ -TMT催化下可生成 $\alpha$ -生育酚,由 $\gamma$ -TMT也可直接经 $\delta$ -生育酚生成 $\beta$ -生育酚<sup>[15]</sup>,研究表明通过对调控 $\gamma$ -TMT基因的上调, $\gamma$ -生育酚可以转化合成 $\alpha$ -生育酚,进而提高生育酚的总量和营养价值<sup>[16]</sup>。因此,黑莓不同组分生育酚含量的高低是否与黑莓中生育酚合成途径中所涉及到的合成关键酶基因的表达强弱有关,具体机理尚待进一步研究。

研究结果显示,随着果实发育,黑莓种子和果实中生育酚的变化规律是不一致的。其中种子

中,生育酚总量是逐渐上升的(图2d), $\beta$ + $\gamma$ -和 $\delta$ -生育酚含量一直呈上升趋势(图2b、2c), $\alpha$ -生育酚含量总体呈下降趋势(图2a);黑莓全果中,生育酚总量在果熟前期较稳定,而后下降(图3d), $\beta$ + $\gamma$ -生育酚含量在果实发育前期先快速积累而后下降(图3b), $\delta$ -生育酚含量也在果实发育前期大量积累,之后开始下降(图3c), $\alpha$ -生育酚含量持续下降(图3a)。研究认为,全果后期生育酚含量的下降,可能与果实在后期的迅速膨大有关,也可能与种子中生育酚含量的逐渐上升存在一定的联系,全果中生育酚可能转化或运输到了种子中,相关机理尚待研究。此外,全果中生育酚总量最高达到83.94 mg·(100g)<sup>-1</sup>DW,种子中生育酚总量最高为47.66 mg·(100g)<sup>-1</sup>DW。全果中生育酚总量明显高于种子,表明黑莓果实亦具有较高的生育酚含量,是具有较高开发价值的天然生育酚新资源,此外,吴文龙等<sup>[1]</sup>在对5个黑莓品种鲜果营养成分的比较研究中也发现黑莓鲜果具有较高的生育酚含量。

综上所述,黑莓生育酚的主要组分是 $\beta$ + $\gamma$ -生育酚和 $\delta$ -生育酚,其次为 $\alpha$ -生育酚。果实发育前期全果中生育酚大量积累,之后开始下降;种子中生育酚含量逐渐升高,在果实成熟后达到峰值。黑莓中生育酚变化规律的初步探索为高维生素E相关基因位点和候选基因的挖掘奠定了表型鉴定基础。

### 参考文献

- [1] 吴文龙,李维林,闫连飞,等.不同品种黑莓鲜果营养成分的比较[J].植物资源与环境学报,2007(1):58-61.
- [2] STRIK B C, CLARK J R, FINN C E. Worldwide blackberry production[J]. Hort Technology, 2007(17):205-213.
- [3] van HOED V, BARBOUCHE I, de CLERCQ N, et al. Influence of filtering of cold pressed berry seed oils on their antioxidant profile and quality characteristics[J]. Food Chem, 2011, 127: 1848-1855.
- [4] 方亮,吴文龙,高满军,等.黑莓果渣的营养成分与利用价值分析[J].江西农业学报,2011,23(4):129-132.
- [5] MICIĆ D M, OSTOJIC S B, SIMONOVIC M B, et al. Kinetics of blackberry and raspberry seed oils oxidation by DSC[J]. Thermochim Acta, 2015, 601:39-44.
- [6] TRABER M G, SIES H. Vitamin E in humans: Demand and delivery[J]. Annu Rev of Nutr, 1996(16):321-347.
- [7] SMOLAREK A K, SUH N. Chemopreventive activity of

vitamin E in breast cancer: A focus on  $\gamma$ - and  $\delta$ -tocopherol[J]. *Nutrients*, 2011(3):962-986.

[8] 侯文彬,许艳萍. 维生素 E 功能研究进展[J]. *中国医学工程*, 2015, 23(2):199-201.

[9] HARISH M C, DACHINAMOORTHY P, BALAMURUGAN S, et al. Overexpression of homogentisate phytyltransferase (HPT) and tocopherol cyclase (TC) enhances  $\alpha$ -tocopherol content in transgenic tobacco[J]. *Bio Plantarum*, 2013, 57:395-400.

[10] ARUN M, SUBRAMANYAM K, THEBORAL J, et al. Transfer and targeted overexpression of  $\gamma$ -tocopherol methyltransferase ( $\gamma$ -TMT) gene using seed-specific promoter improves tocopherol composition in Indian soybean cultivars[J]. *Appl Biochem Biotech*, 2014, 172:1763-1776.

[11] 崔恩惠,方亮,吴文龙,等. 响应曲面法优化超声辅助提取黑

莓种子油工艺[J]. *食品科学*, 2012, 33(4):26-30.

[12] 阎君,陆智辉,祝水金,等. 棉仁生育酚组成及其含量的高效液相色谱测定方法研究[J]. *中国粮油学报*, 2015, 30(8):120-126.

[13] 吕培军,薛蕾,伍晓明,等. HPLC 法分析油菜种子油中维生素 E 的组成与含量[J]. *植物遗传资源学报*, 2011, 12(4):634-639, 645.

[14] 张亮,张兰,王磊. 植物维生素 E 基因工程研究进展[J]. *生物技术进展*, 2012, 2(6):397-403.

[15] 袁明雪,黄象男,韩绍印,等. 天然维生素 E 的研究进展[J]. *生物学杂志*, 2008(3):13-15.

[16] LI Y, WANG G, HOU R, et al. Engineering tocopherol biosynthetic pathway in lettuce[J]. *Biol Plant*, 2011, 55:453-460.

## Study on the Synthesis of Vitamin E in Different Blackberry Varieties

DONG Shanshan<sup>1</sup>, YANG Haiyan<sup>1</sup>, WU Wenlong<sup>1</sup>, LYU Lianfei<sup>1</sup>, LI Weilin<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences, Nanjing, Jiangsu 210014; 2. Co-Innovation Center for the Sustainable Forestry in Southern China/College of Forestry, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037)

**Abstract:** The synthesis and changes of vitamin E during blackberry fruit development were investigated in this study. The blackberry cultivars ‘Ningzhi 3’ and ‘Kiowa’ were used as the research materials, and the high-performance liquid chromatography (HPLC) was applied to determine the total amount of vitamin E and components in blackberry seeds and whole fruits at 14 days after flowering, and continued until the ripening of the fruit. The results showed that with the development of fruits, the contents of  $\alpha$ -tocopherol in the seeds of the two cultivars declined, while the contents of  $\beta$ + $\gamma$ - and  $\delta$ -tocopherol increased. The total vitamin E content increased continuously, which reached the maximum on the 35<sup>th</sup> and 49<sup>th</sup> days, and the contents were  $36.47 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1} \text{ DW}$  and  $47.66 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1} \text{ DW}$ , respectively. The content of  $\alpha$ -tocopherol in the whole fruits of the two cultivars also showed a continuous decrease trend, reaching minimum values on the 42<sup>th</sup> and 49<sup>th</sup> days, respectively, and the content of  $\beta$ + $\gamma$ - and  $\delta$ -tocopherol first increased and then decreased with fruits growth, the  $\beta$ + $\gamma$ -tocopherol content of the two cultivars reached the peak on the 35<sup>th</sup> day, and the  $\delta$ -tocopherol peaked on the 35<sup>th</sup> and the 42<sup>nd</sup> day respectively. In the early period of fruit development, the total content of vitamin E was maintained higher content in the whole fruit of both cultivars, the highest content was  $77.34 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1} \text{ DW}$  and  $72.76 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1} \text{ DW}$  on the 35<sup>th</sup> day, respectively, and then the content began to decrease after 35 days. In conclusion, the blackberry cultivars ‘Ningzhi 3’ and ‘Kiowa’ had higher content of vitamin E in the whole fruit and seeds, and the total content of vitamin E in the whole fruit was higher than that in the seeds. The changes of different tocopherols components in the whole fruit and seeds were different. The accumulation of  $\beta$ + $\gamma$ -tocopherol was the highest in seeds and whole fruits, and the next was  $\alpha$ -tocopherol. It was considered that this changes may be determined by different candidate genes.

**Keywords:** blackberry; fruit development; vitamin E