

几种香蕉废弃物清除 DPPH 自由基的作用

黄素梅^{1,2}, 韦绍龙¹, 韦 弟¹, 郭 畅¹, 龙盛风¹, 陈少珍¹

(1. 广西农业科学院 生物技术研究所, 广西 南宁 530007; 2. 广西作物遗传改良生物技术重点开放实验室, 广西 南宁 530007)

摘 要:测定了几种香蕉废弃物不同溶剂提取物及不同生长期香蕉果实(果皮及果肉)的 DPPH 自由基清除作用;此外,还对不同材料、不同蕉类品种废弃物的 DPPH 自由基清除效果进行了比较,以期研究香蕉废弃物的抗氧化活性。结果表明:大部分材料的 80% 甲醇、80% 乙醇、80% 丙酮提取物均具有很强的 DPPH 自由基清除作用,其中 80% 丙酮提取物的自由基清除作用稍强;所有材料中,嫩苞片及花显示了很强的 DPPH 自由基清除能力,其 IC_{50} 值分别为 0.6834 和 0.6853 mg/mL,不同材料的 80% 乙醇提取物的 DPPH 自由基清除作用强弱顺序依次为:嫩苞片>花>青色果皮(未成熟)>黄色果皮(成熟)>老苞片>果轴;在整个生长期,香蕉果皮的自由基清除作用由强变弱,而果肉则与之相反;不同蕉类品种的各种废弃物自由基清除作用强弱顺序依次为:香蕉(威廉斯 B6, Williams B6)>红蕉>大蕉>粉蕉。

关键词:香蕉废弃物;提取物;DPPH 自由基

中图分类号:S 668.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)15-0005-04

香蕉为芭蕉科芭蕉属植物,果肉有降血脂、降血压及保护胃黏膜、预防中风等功效;果皮有抗肿瘤、消炎、降压等作用;果皮及花蕾对皮肤瘙痒、皮肤过敏等有较好的疗效^[1-3]。近年研究发现,香蕉果皮、果实中含有强抗氧化物质槲儿茶素 Gallocatechin(GC)及其它一些多酚类抗氧化物质,有较强的抗氧化能力,是极具开发潜力的抗氧化材料^[4-10]。而关于香蕉花、苞片、果轴等材料的抗氧化活性方面的研究未见报道。

我国是世界屈指可数香蕉生产大国,香蕉年产量达 900 万 t。在规模化的香蕉生产过程中,产生大量的花蕾、果轴及不能商品化的香蕉果实等废弃物。这些废弃物往往被随意的丢弃在田间地头,没有得到很好的利用,经日晒雨淋后,腐烂发臭,污染蕉园环境、传播病虫害,严重影响香蕉健康生产。现采用 DPPH 自由基体系评价法,对不同蕉类品种的花、苞片、香蕉皮等材料的抗氧化能力进行比较,研究不同溶剂对各种香蕉材料中抗氧化物质提取的影响及不同生长期香蕉果实的抗氧化能力变化动态,旨在为这些未利用资源的开发利用提供参考依据。

第一作者简介:黄素梅(1974-),女,广西永福人,博士,副研究员,现主要从事有用植物资源开发利用等方面的研究工作。E-mail: sumeihuang2002@yahoo.com.cn.

基金项目:国家外专局引进国外技术管理人才资助项目(S20114500 047);广西自然科学基金资助项目(2011GXNSFC018013);广西农业科学院基本科研业务专项资助项目(2011YZ13)。

收稿日期:2012-04-26

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试材料 香蕉(威廉斯 B6, Williams B6)、红蕉(Musa AAA Red Green, 以下简称 Red Green)、大蕉(Plantain)、粉蕉(Fenjiao)的花、花苞片(包括嫩苞片与老苞片,其中老苞片指包裹在花蕾外层的显红色的苞片,嫩苞片指被包裹在花蕾里层的显黄白色的苞片)、花轴、果轴、果皮、果肉。其中香蕉(威廉斯 B6, Williams B6)、红蕉为 AAA 型蕉类品种;大蕉、粉蕉为 ABB 型蕉类品种。该试验所有材料均采自广西农科院生物技术研究所及广西植物组培苗公司的香蕉资源圃。

1.1.2 试验仪器 格兰仕微波炉(佛山顺德格兰仕微波炉电器有限公司)、101A-S2 型数显电热鼓风干燥箱(上海浦东荣丰科学仪器有限公司)、FW80 型高速万能粉碎机(上海新诺仪器设备有限公司)、UV-1700 紫外可见分光光度计(日本岛津)、AG285 型电子天平(瑞士 Mettler Toledo 公司)。

1.1.3 试剂 二苯代苦味酰基自由基(1,1-phenyl-2-picrylhydrazyl, DPPH)购自 Sigma 公司;甲醇、乙醇购自广东光华科技股份有限公司,丙酮购自重庆川江化学试剂厂,均为分析纯。

1.2 试验方法

1.2.1 样品的前处理 将采集的供试材料用报纸包好后微波炉加热 2~5 min,剪碎,置于 55℃ 烘箱中干燥 24 h,用粉碎机粉碎,过 60 目筛,备用。

1.2.2 样品液的制备 准确称取干燥后的各种样品

0.3 g, 分别加入 10 mL 水或不同浓度的有机溶剂(50%、80%、100%的甲醇、乙醇、丙酮), 室温下提取 16 h, 过滤, 得 30 mg/mL 的滤液, 再根据需要稀释至不同浓度, 备用。

1.2.3 DPPH 自由基的清除 0.2% DPPH 溶液制备: 准确称取 20 mg DPPH, 用无水乙醇溶解并定容到 100 mL 的容量瓶中, 备用。在 2 mL 不同浓度的样品液中, 加入等体积的 0.2% DPPH 溶液, 混匀, 置于黑暗处反应 20 min 后, 用分光光度计测混合液在 517 nm 处的吸光值 A_1 , 重复 3 次。用提取溶剂与无水乙醇混合液调零; 以提取液与无水乙醇混合液的吸光值 (A_0) 为空白对照; 以提取溶剂与 DPPH 混合液吸光值 A_2 为对照。根据公式计算 DPPH 清除率 (SA)。清除率 (SA) = $[1 - (A_1 - A_0) / A_2] \times 100\%$ 。

2 结果与分析

2.1 不同溶剂提取物的 DPPH 自由基清除能力比较

将香蕉(威廉斯 B6, Williams B6)的不同供试材料提取液稀释至 3 mg/mL, 测定其 DPPH 清除能力。由表 1 可知, 所有材料的纯有机溶剂提取物的自由基清除能力都很差, 其自由基清除率低于它们的水提取物; 而在有机溶剂中加一定比例的水, 能极大的提高提取物的自由基清除能力, 说明这些香蕉材料中的抗氧化物质的极性比较大。在所有材料中, 香蕉果肉提取物的 DPPH 自由基清除能力最差, 其最大 DPPH 自由基清除率(未成熟果肉的 50% 丙酮提取物, 提取液浓度为 3 mg/mL) 仅为

表 1 几种香蕉材料的不同溶剂提取物对 DPPH 自由基清除能力

Table 1 DPPH radical scavenging activities of the extracts from different materials in different solvent %

供试材料 Materials	提取溶剂 Extraction solvent									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
黄色果皮(成熟) Yellow peel (ripe)	50.84	9.61	6.36	85.50	76.46	83.19	85.47	83.01	77.10	60.58
成熟果肉 Ripe pulp	14.83	3.62	3.22	21.32	16.30	10.76	20.21	22.66	24.22	20.21
青色果皮(未熟) Green peel (unripe)	35.21	15.75	13.83	91.11	90.94	91.92	85.11	79.94	77.76	61.76
未熟果肉 Unripe pulp	10.91	2.86	2.86	23.41	12.87	18.07	18.69	14.75	36.22	22.84
果轴 Banana stalk	45.66	7.797	2.90	81.46	79.51	83.78	82.68	79.66	73.47	59.93
花 Flowers	47.82	13.19	1.44	89.38	90.32	92.07	86.17	82.49	79.93	58.95
老苞片 Old bracts	59.83	16.24	1.58	87.75	89.36	88.01	83.88	80.75	76.38	46.00
嫩苞片 Tender bracts	58.76	14.29	1.41	88.18	90.47	91.88	86.04	81.98	76.45	58.79

注: 1. 甲醇; 2. 乙醇; 3. 丙酮; 4. 80% 甲醇; 5. 80% 乙醇; 6. 80% 丙酮; 7. 50% 甲醇; 8. 50% 乙醇; 9. 50% 丙酮; 10. 水。

Note: 1. methanol; 2. ethanol; 3. acetone; 4. 80% methanol; 5. 80% ethanol; 6. 80% acetone; 7. 50% methanol; 8. 50% ethanol; 9. 50% acetone; 10. H₂O.

36.22%, 远远低于其它材料提取物; 其中未成熟蕉的果肉提取物自由基清除能力比成熟蕉肉稍强, 50% 丙酮是果肉的最佳提取溶剂。除果肉外的绝大多数材料在适宜的提取溶剂下, 其提取物的抗氧化能力都较强, DPPH 自由基清除率均可达到 80% 以上, 说明这些香蕉废弃物是具有一定的开发潜力的抗氧化资源。对除果肉外的所有材料来说, 80% 丙酮 (acetone)、80% 甲醇 (methanol)、80% 乙醇 (ethanol) 都是极佳的提取溶剂, 3 种溶剂的提取物 DPPH 自由基清除能力都很强, 相差不大, 其中以 80% 丙酮提取物稍强。因乙醇对人体无害, 因此以下的试验采用 80% 乙醇作为提取溶剂。

2.2 不同香蕉材料的 DPPH 自由基清除能力比较

IC_{50} (清除率为 50% 时的底物浓度) 的值与抗氧化物质的性能成反比, IC_{50} 值越小, 该物质的抗氧化性能越强。为了更准确的测定各种材料的抗氧化能力, 该试验进一步测定了除果肉外的其它几种香蕉材料 IC_{50} 值 (提取溶剂为 80% 乙醇)。由图 1 可知, 6 种材料中, 嫩苞片及花的 IC_{50} 值最小 (分别为 0.6834 和 0.6853 mg/mL), 抗氧化能力最强; 果轴的抗氧化能力最差, IC_{50} 值为 1.0147 mg/mL。6 种供试香蕉材料提取物的抗氧化能力强弱顺序为: 嫩苞片 > 花 > 青色果皮 > 黄色果皮 > 老苞片 > 果轴。

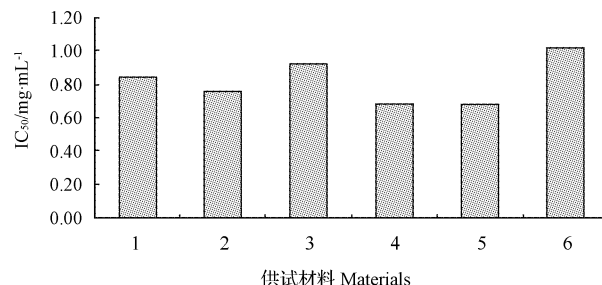


图 1 供试香蕉材料提取物的 IC_{50} 值

注: 1. 黄色果皮(成熟); 2. 青色果皮(未成熟); 3. 老苞片; 4. 嫩苞片; 5. 花; 6. 果轴。

Fig. 1 IC_{50} value of extraction of banana

Note: 1. yellow peel (ripe); 2. green peel (unripe); 3. old bracts; 4. tender bracts; 5. flowers; 6. banana stalk.

2.3 不同生长期香蕉果实的 DPPH 自由基清除能力比较

在我国许多香蕉产区, 经常遭遇台风危害, 大量未成熟香蕉被台风刮落, 这些被刮落的香蕉许多尚未达到商品化的要求, 只能丢在蕉园里, 任其腐烂, 使农民蒙受很大损失。这些未成熟的香蕉若能开发利用意义很大。对不同生长期香蕉果实的抗氧化性进行评价, 可为这些资源的开发利用提供参考。

在香蕉(威廉斯 B6, Williams B6)抽蕾后, 定期采集香蕉果轴最上部果梳的果实, 分别测定不同生长期的果

皮(提取溶剂为 80%乙醇,提取液浓度 1.0 mg/mL)及果肉(提取溶剂为 80%丙酮,提取液浓度 25 mg/mL)的 DPPH 清除能力。

由图 2 可知,在香蕉果实的整个生长期中,抽蕾第 2 周时的幼嫩果皮的 DPPH 自由基清除率最大(达 82.84%),抗氧化能力最强,到第 4 周时,其抗氧化能力出现大幅下降,自由基清除率降至 45.46%,从抽蕾第 4 周到收获前(第 20 周),自由基清除率变化不大,大致保持在 45%~55%之间。而由图 3 可知,香蕉果肉的 DPPH 自由基清除率则随果实的生长而不断增大,即随果实的不断长大果肉抗氧化能力不断增强。总的来说,香蕉果皮的抗氧化能力变化趋势是幼嫩果皮抗氧化能力强;而果肉则是幼嫩果肉抗氧化能力最弱,将近成熟时最强。

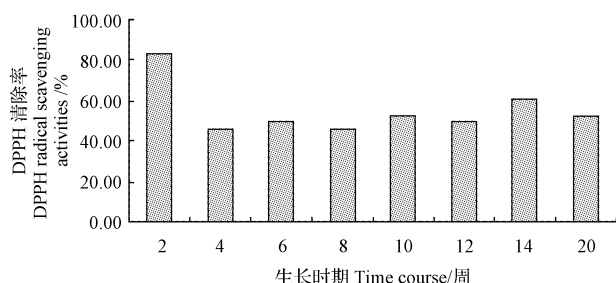


图 2 不同生长期香蕉果皮提取液的 DPPH 自由基清除能力

Fig. 2 DPPH radical scavenging activities of the extracts of banana peel at different growth stage

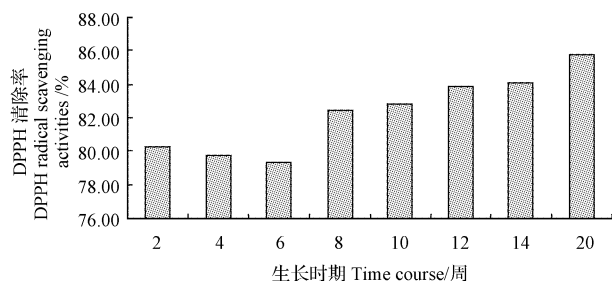


图 3 不同生长期香蕉果肉提取物的 DPPH 自由基清除能力

Fig. 3 DPPH radical scavenging activities of the extracts of different materials of Williams B6

2.4 不同蕉类品种提取物的 DPPH 自由基清除能力比较

不同的蕉类品种,其抗氧化能力可能存在一定的差异。该试验用 AAA 型的香蕉(威廉斯 B6, Williams B6)、红蕉及 ABB 型的大蕉、粉蕉等几种蕉类的蕉皮、花、苞片等抗氧化能力强的材料做供试材料,分别测定其 80% EtOH 提取液(1.0 mg/mL)的 DPPH 自由基清除率,评价它们的抗氧化能力,以期为其开发利用提供参考。

由图 4 可知,AAA 型(香蕉及红蕉)的各种材料的抗氧化能力要强于 ABB 型(大蕉及粉蕉)的同类材料,其抗氧化能力强弱顺序为:香蕉(威廉斯 B6, Williams B6) >

红蕉 > 大蕉 > 粉蕉,几种供试材料中抗氧化能力最强的是香蕉(威廉斯 B6, Williams B6)的嫩苞片(1.0 mg/mL)浓度提取液的自由基清除率为 76.0%,其次分别为香蕉(威廉斯 B6, Williams B6)的花及未成熟的果皮;抗氧化能力最差的是粉蕉的老苞片。

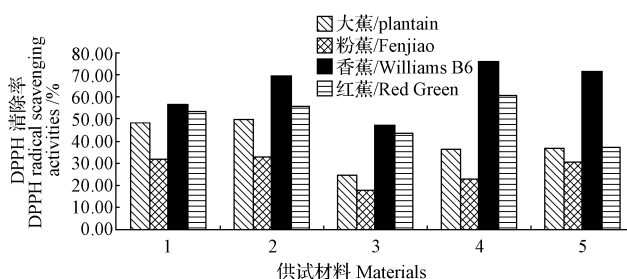


图 4 不同蕉类品种的几种材料的 DPPH 消去能力

注:1. 黄色果皮(成熟);2. 青色果皮(未成熟);3. 老苞片;4. 嫩苞片;5. 花。

Fig. 4 DPPH radical scavenging activities of several materials from different cultivars of Musa

Note: 1. yellow peel (ripe); 2. green peel (unripe); 3. old bracts; 4. tender bracts; 5. flowers.

3 讨论与结论

目前,国内外用于评价抗氧化能力的方法有很多种,其中 DPPH 法以其直接、灵敏、快速、简便等优点,被广泛地应用于生物样品、果蔬类等的抗氧化能力测定^[11-13]。DPPH 在有机溶剂中是一种稳定的自由基,其乙醇溶液呈紫色,在 517 nm 处有强烈吸收。有自由基清除剂存在时,DPPH 的孤对电子被配对而使其颜色变浅,在最大吸收波长 517 nm 处的吸光度变小。测定吸光度的下降程度与抗氧化能力二者呈线性关系,抗氧化能力越强,吸光度下降值越大,以此评价自由基清除剂抗氧化能力的大小。

该研究利用 DPPH 法测定了几种香蕉材料的抗氧化活性,结果表明,除香蕉果肉外,大部分材料都显示了较强的抗氧化能力,尤其是香蕉花及幼嫩苞片表现了很强的抗氧化活性。日本学者 Someya 等^[4]及我国的学者冯尚坤^[8]、郭丽萍等^[10]研究均表明,香蕉皮具有较强的抗氧化能力,具有很好的开发利用价值,而该研究发现,香蕉花及幼嫩花苞片的抗氧化能力比香蕉皮的抗氧化能力还要强。许多研究表明,抗氧化能力的强弱与材料中所含的多酚类物质呈正相关^[9,14-15],该试验中,香蕉材料所显示的强抗氧化能力是否由其所含的多酚类物质引起,还有待做进一步深入研究。从测定结果发现,香蕉花蕾的老苞片的抗氧化能力远低于嫩苞片,这可能是在香蕉生长过程中部分黄烷醇或二氢黄烷醇等多酚类抗氧化物质转化成花青素^[16],虽然花青素是很好的抗氧化物质,具有较强的抗氧化能力,但由于该试验所采用的提取溶剂不利于花青素类物质的提取,而且在材料

加热预处理过程中老苞片中的花青素类物质大量降解,导致该试验中老苞片的抗氧化能力相对较弱。

花青素是广泛存在于植物中的黄酮类天然色素,具有抗氧化、抗衰老、抗肿瘤、预防心脑血管疾病、保护肝脏等多种作用,作为功能性成分被广泛应用食品、医药、化妆品等领域^[16-19]。香蕉老苞片中富含花青素,在天然色素资源开发利用上具有很大的价值;此外,该试验结果表明,香蕉花及幼嫩苞片具有良好的抗氧化功效,可作为天然的抗氧化剂来源进一步开发利用。该研究结果为进一步探讨香蕉花蕾的生物活性提供了科学依据。

参考文献

- [1] 尹学哲,全吉淑,金泽武道.香蕉的自由基清除作用及对血浆脂蛋白脂质过氧化的影响[J].食品科学,2002,23(11):136-138.
- [2] 蔡健.浅谈香蕉的保健作用[J].食品与药品,2005,7(3A):65-67.
- [3] 顾生玖,朱开梅,许有瑞,等.香蕉皮利用现状与药理作用的研究进展[J].安徽农业科学,2008,36(20):8771-8772.
- [4] Someya S, Yoshiki Y, Okubo K. Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*) [J]. Food Chemistry, 2002(3):351-354.
- [5] González-Montelongo R, Gloria Lobo M, González M. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bio-active compounds[J]. Food Chemistry, 2010(3):1030-1039.
- [6] Sulaiman S F, Nor Adlin Md Y, Ibrahim M E, et al. Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (*Musa* sp.) [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2011,24(1):1-10.
- [7] Vijayakumar S, Presannakumar G, Vijayalakshmi N R. Antioxidant activity of banana flavonoids[J]. Fitoterapia, 2008,79(4):279-282.
- [8] 冯尚坤.香蕉皮中抗氧化物质的研究[J].食品研究与开发,2008(5):72-75.
- [9] 张晋芬,袁冰,冷平,等.梨、苹果和香蕉中8种多酚类物质的微波提取与高效液相色谱法测定[J].分析测试学报,2008(12):1371-1374.
- [10] 郭丽萍,卢家炯,仇宏伟.香蕉皮多酚清除自由基作用的初步研究[J].食品科技,2007(6):131-134.
- [11] 郑晓燕,陈丽华,曹明菊,等.从果蔬中开发抗氧化剂及评价方法研究进展[J].中国食品添加剂,2008(4):130-134.
- [12] 勾明玥,刘梁,张春枝.采用 DPPH 法测定 26 种植物的抗氧化活性[J].食品与发酵工业,2010,36(3):148-149.
- [13] 黄梅,王学军,杨凯.中药抗氧化成分及抗氧化活性的体外评价方法[J].重庆科技学院学报(自然科学版),2006,8(3):109-112.
- [14] 向海燕,刘颖怡,戴开金.芒果废弃物不同部位乙醇提取物 DPPH·自由基清除能力的研究[J].安徽农业科学,2011,39(2):689-691.
- [15] 冯蓉洁,吕佩惠,盛振华,等.紫苏提取物抗氧化活性及酚性成分的研究[J].时珍国医国药,2009,20(5):1165-1167.
- [16] 赵宇瑛,张汉锋.花青素的研究现状及发展趋势[J].安徽农业科学,2005,33(5):904-905.
- [17] 杨旸,文利新.花青素的生理活性及作用[J].湖南农业科学,2011(20):27-28.
- [18] Castañeda-Ovando A, Pacheco-Hernández M, Páez-Hernández M, et al. Chemical studies of anthocyanins: A review[J]. Food Chemistry, 2009, 113(4):859-871.
- [19] 徐渊金,杜琪珍.花色苷生物活性的研究进展[J].食品与机械,2006,22(6):154-157,174.

DPPH Radical Scavenging Activities of Some Banana Waste

HUANG Su-mei^{1,2}, WEI Shao-long¹, WEI Di¹, GUO Chang¹, LONG Sheng-feng¹, CHEN Shao-zhen¹

(1. Institute of Biotechnology Research, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007; 2. Guangxi Crop Genetic Improvement and Biotechnology Lab, Nanning, Guangxi 530007)

Abstract: DPPH (1,1-phenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activities of the extracts of the banana waste with different solvent as well as those of 80% ethanol extracts of banana (peel and pulp) at different growth stage were determined; in addition, DPPH radical scavenging effect of the extracts of different waste from several cultivars of *Musa* were compared, in order to study the antioxidant activities of some banana waste. The results showed that most of the extracts with 80% ethanol or 80% methanol or 80% acetone showed very strong DPPH radical scavenging activities, of which 80% acetone extracts were a little stronger than others. Among all the materials, tender bracts and flowers showed very strong DPPH radical scavenging activities with the IC₅₀ value of 0.6834 mg/mL and 0.6853 mg/mL respectively. DPPH radical scavenging activities of 80% ethanol extracts of the banana waste decreased in the order of tender bracts > flowers > green peel (unripe) > yellow peel (ripe) > old bracts > banana stalk. The DPPH radical scavenging activity of banana peel gradually decreased in the whole growth period, while that of pulp was just opposite. The DPPH radical scavenging activities of different cultivars decreased in the order of Williams B6 > Red Green > Plantain > Fenjiao.

Key words: banana waste; extract; DPPH radical