

植酸和几种抗氧化物质 对自由基清除能力的比较

贾炎^{1,2} 涂书新¹ 唐世荣^{1,2}

1. 华中农业大学资源与环境学院, 武汉 430070;

2. 农业部环境保护科研监测所生态毒理与环境修复研究中心, 天津 300191

摘要 在离体条件下, 比较研究了植酸和几种常见的抗氧化物质(抗坏血酸、谷胱甘肽)以及部分蔬菜(青椒、黄瓜、番茄、洋葱)提取物对二苯代苦味酰基(DPPH)自由基的清除作用。结果表明: 体系的 pH 值是影响抗氧化物质自由基清除能力的重要因子; 在一定的 pH 值条件下, 植酸表现出清除 DPPH 自由基的能力, 其 IC_{50} 值为 1.94×10^{-2} (pH 2.0), 而谷胱甘肽和抗坏血酸的 IC_{50} 值分别为 0.26 (pH 4.6) 和 1.86 (pH 5.7)。试验表明, 蔬菜提取液添加植酸后的自由基清除能力明显提高。

关键词 二苯代苦味酰基自由基(DPPH·); 植酸; 抗氧化物质; 抗氧化能力; 自由基

中图分类号 Q 945.78 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2011)05-0618-06

植酸即肌醇六磷酸(myo-inositol hexaphosphate), 在植物种子、根、块茎、鳞茎及花粉中广泛存在, 参与种子发育及种子、花粉萌发过程中磷代谢和矿质元素运转, 同时还在蛋白质功能发挥、基因表达、DNA 修复、激素信号传导方面具有一定的功能^[1-2]。植酸作为抗氧化添加剂在工业上应用广泛, 如添加植酸可以抑制食物的脂质过氧化及伴随的氧化腐败, 比如变色、腐败和脱水等。研究表明, 日常食物中添加植酸可以降低结肠癌和其他的肠道疾病^[2]。在植物体内, 植酸与 Fe^{2+} 形成螯合物, 可抑制 Fe^{2+} 的氧化, 阻碍 Fe^{2+} 诱导的羟基活性氧和膜脂过氧化的形成, 从而起到了重要的抑制氧化胁迫的作用^[3]。目前, 有关植酸在植物体内的抗氧化作用及其影响因子的研究尚少见报道。

植物体内同时存在多种具有抗氧化胁迫能力的活性物质, 如抗坏血酸、谷胱甘肽、类胡萝卜素、维生素 E 和多酚等^[4-5]。这些活性物质由于具有清除自由基的能力, 可使植物免于活性氧的侵害, 在植物的生长和发育过程中发挥着重要作用^[6-7]。自由基清除剂通过与其单电子配对使其颜色逐渐消失, 褪色程度与其接受的电子数量呈定量关系而受到的干扰较少^[8]。因此, 通过吸光度的变化可以衡量试样清

除自由基的能力, 用于评价自由基清除剂的活性。二苯代苦味酰基自由基(DPPH·)是一种稳定的自由基, 笔者应用 DPPH· 研究植酸的自由基清除能力, 寻找适合其自由基清除的时间、温度和 pH 条件, 并与抗坏血酸、谷胱甘肽以及部分蔬菜提取液的抗氧化能力进行比较。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)和植酸钠购于美国 Sigma 公司, 优级纯试剂; 谷胱甘肽(GSH)、抗坏血酸(ASA)和乙醇为国产优级纯试剂; 青椒、黄瓜、番茄、洋葱等购于华中农业大学菜市场。

1.2 试验方法

1) 反应时间、温度、pH 对植酸清除 DPPH 自由基效果的影响。DPPH 用无水乙醇配制成为 1×10^{-4} mol/L, 植酸钠、抗坏血酸和谷胱甘肽用超纯水分别配制成为 1×10^{-3} 、 2×10^{-5} 、 1×10^{-4} mol/L。取 5 mL 植酸钠溶液(pH 2.0)加入 5 mL 的 DPPH 溶液中, 分别控制温度为 $(8 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 和 $(50 \pm 1)^\circ\text{C}$, 在暗光下反应 1 h, 测定吸光度, 同时测定空白溶液(5 mL DPPH+5 mL 50%乙醇)的吸光

收稿日期: 2010-11-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(41071309)和农业部农业公益性行业科研专项(201103007)

贾炎, 博士研究生。研究方向: 植物抗非生物逆境。E-mail: jiayan@webmail.hzau.edu.cn

通讯作者: 涂书新, 教授。研究方向: 农产品品质与安全。E-mail: stu@mail.hzau.edu.cn; 唐世荣, 研究员。研究方向: 环境污染生物修复。

E-mail: tangshirong@cae.org.cn

度,计算不同温度下 DPPH 自由基清除率。

取 5 mL 植酸钠(pH 2.0)加入 5 mL 的 DPPH 溶液中,室温下(25±1)℃,暗光放置 0~120 min。以 10 min 间隔测定吸光度,同时测定空白溶液(5 mL DPPH + 5 mL 50%乙醇)的吸光度,计算不同时间时 DPPH 自由基清除率。

分别调节抗坏血酸和谷胱甘肽溶液的 pH 为 2.0、3.0、4.0、5.0、6.0、7.0、8.0;调节植酸钠溶液的 pH 为 2.0、3.0、4.0、5.0、6.0、7.0、8.0、10.68(不调节时的 pH)。分别取各抗氧化剂(抗坏血酸、谷胱甘肽、植酸钠)溶液 0、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 mL 于 5 mL 1×10^{-4} mol/L DPPH 溶液中,不足 5 mL 的部分用 50%乙醇补足(植酸钠用超纯水补足),同时测定 5 mL 50%的乙醇和各体积待测试样溶液混合后的吸光度。计算 DPPH 自由基清除率和抗氧化能力 IC_{50} 。

2)抗氧化剂清除 DPPH 自由基能力比较。取各抗氧化剂(抗坏血酸、谷胱甘肽、植酸钠)溶液 0、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 mL 于 5 mL DPPH 溶液中,不足 5 mL 的部分用 50%乙醇补足(植酸钠用超纯水补足),同时测定 5 mL 50%的乙醇和各体积待测试样溶液混合后的吸光度。计算 DPPH 自由基清除率和抗氧化能力 IC_{50} 值,其中抗坏血酸浓度为 2×10^{-5} mol/L, pH 5.66;谷胱甘肽浓度为 1×10^{-4} mol/L, pH 4.64;植酸浓度为 1×10^{-3} mol/L, pH 2.0(主要以植酸分子的形式存在)。

3)添加植酸对蔬菜提取液清除自由基效果的影响。参照陈丛瑾等^[9]的方法,分别取各新鲜蔬菜 10.00 g 2 份,其中 1 份烘干。分别将新鲜和烘干蔬菜置于碾钵中,立即加入 95%乙醇 10 mL,研磨至匀浆,加入 40 mL 50%的乙醇,80℃水浴 2 h,然后定容至 100 mL,10 000 r/min 离心,取上层清液待用。取 2.5 mL 蔬菜提取液和 2.5 mL 植酸混合后加入 5 mL 的 DPPH 中,测定吸光度,计算其自由基清除率。同时测定单一蔬菜提取液的自由基清除能力。

1.3 清除自由基能力的测定

参考 Ahn 等^[3]的方法,并作相应调整,试剂混合后在暗光下反应 1 h,在 517 nm 处(1 cm 比色皿中)测定吸光度 A 。将 5 mL DPPH 溶液和 5 mL 50%的乙醇混匀测定吸光度记为 A_0 ;5 mL DPPH 溶液和不同体积(1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 mL)待测试样溶液混合,不足 5 mL 50%乙醇补足,测定的吸光度记为 A_s ;5 mL 50%的乙醇和各体积待测试样

溶液混合,测定的吸光度记为 A_r 。按式(1)计算 DPPH 自由基清除率:

$$Y = 1 - (A_s - A_r) / A_0 \quad (1)$$

$$IC_{50} \text{ 值} = \frac{50\% \times \text{溶液中加入 DPPH 的物质的量}}{\text{达到 50\% 清除率时溶液中化合物物质的量}} \quad (2)$$

绘制 DPPH 自由基清除率对样品提取液浓度曲线,由曲线读取或用方程计算出 DPPH 自由基清除率为 50% 时所需样品提取液浓度(C_{50}),按式(2)计算 IC_{50} 值。 IC_{50} 值的物理意义为:当达到 50% 清除率时,单位物质的量的抗氧化剂所清除的 DPPH 的物质的量。 IC_{50} 值越高,表示该抗氧化剂的自由基清除能力越强^[10]。

1.4 数据分析

试验数据均为 2~3 次重复样品的平均值,并通过 Excel 进行数据分析和作图。

2 结果与分析

2.1 反应时间、温度、pH 值对植酸清除 DPPH 自由基效果的影响

植酸对 DPPH 自由基的清除率与反应时间呈现二次曲线关系(图 1,反应体系植酸浓度 1×10^{-3} mol/L, pH 2.0, 温度 25℃),方程是 $y = -0.072 5x^2 + 1.457 6x + 13.684 (R^2 = 0.966 1, n = 12)$,其中 y 为清除率, x 为反应时间)。开始反应后 1 h 以前,自由基清除率急剧增加,但在 1 h 以后, DPPH 自由基的清除率进入平台期,清除率增加不明显,说明 DPPH 的反应在 1 h 时已经基本完全。综合考虑溶剂的挥发性、植酸的稳定性以及试验的时间,确定自由基清除反应的时间为 1 h。

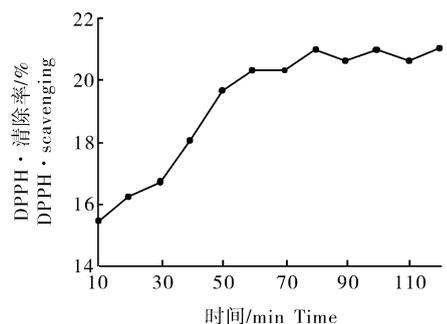


图 1 反应时间对植酸清除 DPPH 自由基的影响
Fig. 1 Effect of reaction time on DPPH free radical scavenging by phytic acid

当控制反应体系温度为 8、25、50℃ 时,植酸对 DPPH · 的清除率分别是 21.5%、23.2% 和 38.0%。说明温度在一定程度上影响植酸对 DPPH 自由基

的清除效果,升高温度可以提高植酸与自由基的反应程度。但是 50 °C 时空白溶液的吸光度只有 8 °C 时的 78.5% (数据未列),说明在较高温度(50 °C)下会引起部分 DPPH· 的褪色分解;而且 8 °C 与 25 °C 时空白溶液吸光度相差不大,自由基的清除率也无显著差异,反应较为稳定。为了试验的简便和准确性,本试验选择 25 °C 作为自由基清除试验的温度。

体系的 pH 值显著影响植酸钠、抗坏血酸和谷胱甘肽的 DPPH 自由基清除能力(图 2)。当 pH 值为 10.68(未调节 pH 的植酸钠溶液)时,植酸钠对 DPPH 自由基几乎没有清除效果。但是在 pH 值为 2.0~8.0 时,随着 pH 值的降低植酸清除 DPPH 自由基的能力提高,并在 pH 值为 2.0 时达

到最高,其自由基清除能力(IC₅₀)达到 1.94×10^{-2} 。随着 pH 值从 2.0~8.0 的不断升高,抗坏血酸的 IC₅₀ 不断下降。试验所用 1×10^{-4} mol/L 抗坏血酸的 50% 乙醇溶液的 pH 值为 5.66,在该 pH 值下抗坏血酸并没有达到最佳的清除自由基的能力。而且在 pH 值为 5.66 以下抗坏血酸的自由基清除能力(IC₅₀)随 pH 值降低而升高,从 1.33 上升到 2.17,上升了 63.2%;pH 值在 5.66 以上变化不大,下降 8.2%。对于谷胱甘肽来说,在 pH 值为 2.0~5.0 时,随 pH 值的升高,自由基清除能力不断下降;在 pH 值为 5.0 时,清除 DPPH 自由基的能力达到最低点;在 pH 值为 5.0~8.0 时,自由基清除能力又逐渐提高。在 pH 8.0 时,谷胱甘肽的 DPPH· 清除率达到了最高,是 pH 5.0 时清除率的 2.23 倍。

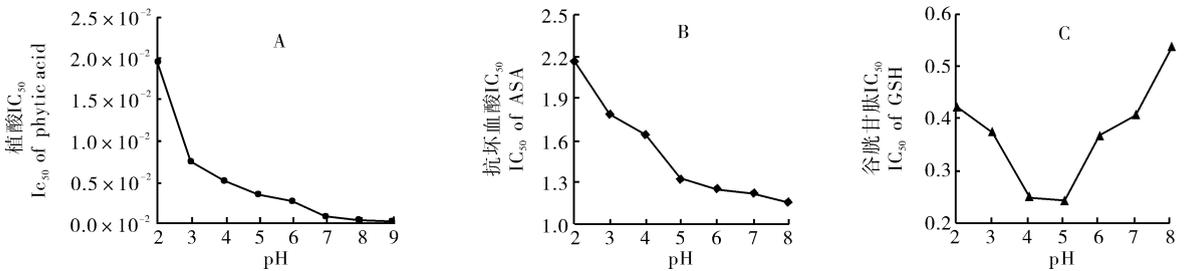


图 2 反应体系(25 °C) pH 值对植酸(A)、抗坏血酸(B)和谷胱甘肽(C)清除 DPPH 自由基的影响

Fig. 2 Effects of solution pH on DPPH free radical scavenging by phytic acid (A), ASA (B), and GSH (C) at temperature of 25 °C

2.2 植酸与谷胱甘肽、抗坏血酸清除 DPPH 自由基能力的比较

在设定温度为 25 °C,植酸钠、抗坏血酸和谷胱甘肽溶液的 pH 值分别为 2.0、5.7 和 4.6 的条件

下,提高 3 种抗氧化剂的浓度显著增加对 DPPH 自由基的清除率(图 3,体系温度 25 °C,植酸、抗坏血酸和谷胱甘肽的 pH 值分别为 2.0、5.7 和 4.6)。植酸、抗坏血酸、谷胱甘肽抗清除 DPPH 自由基的能

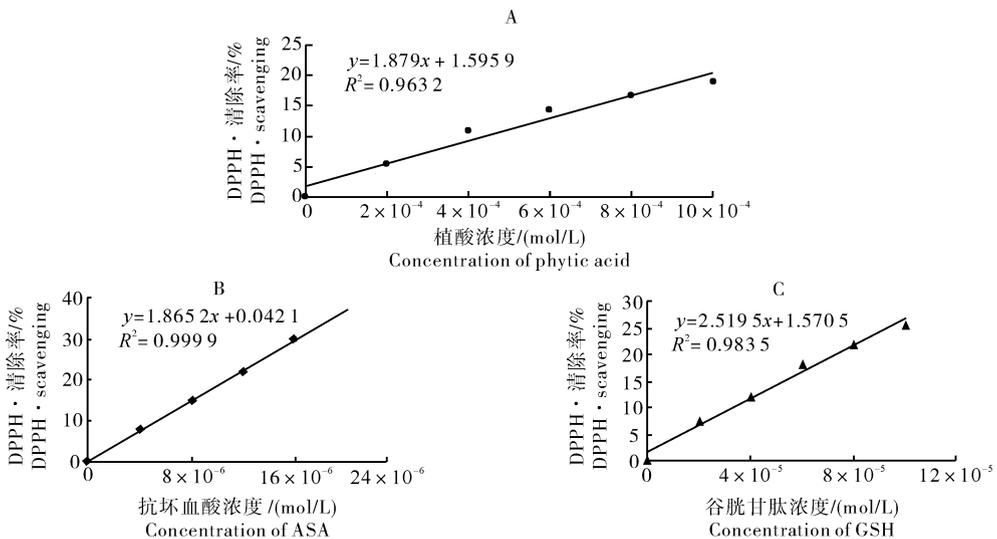


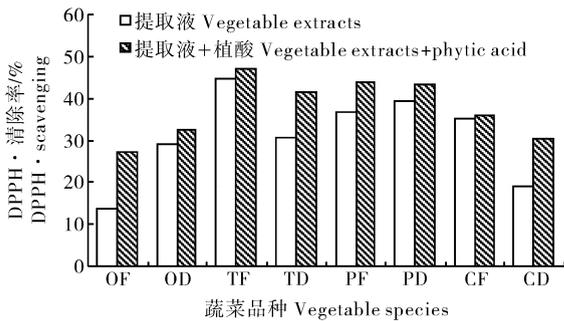
图 3 不同浓度的植酸(A)、抗坏血酸(B)和谷胱甘肽(C)对 DPPH 自由基清除作用

Fig. 3 DPPH free radical scavenging by different concentrations of phytic acid (A), ASA (B), and GSH (C)

力(IC_{50})值分别为 1.94×10^{-2} (pH 2.0)、1.86 (pH 5.7)和0.26 (pH 4.6)。3种抗氧化剂对自由基的清除能力顺序为:抗坏血酸>谷胱甘肽>植酸。试验发现植酸具有一定的自由基清除能力,为抗坏血酸的1.04%,谷胱甘肽的7.46%。

2.3 添加植酸对蔬菜提取液清除自由基的效果

植物样品的干样提取液和新鲜样品提取液均具有一定的自由基清除能力(图4)。洋葱和青椒的干样提取液的自由基清除能力要高于其鲜样提取液的自由基清除能力,分别提高110.9%和7.9%;但是在番茄和黄瓜中,干样提取液的自由基清除能力要比鲜样分别低12.6%和45.9%。在所有的样品中,样品提取液添加植酸后,其复合组分的自由基清除率比样品的自由基清除率大,增加比例为2.5%~98.5%,其中洋葱鲜样提取液增加最多,而黄瓜鲜样提取液增加较小,说明添加植酸增加了蔬菜提取液的自由基清除能力,其机理需要进一步研究。



OF: 洋葱(鲜) Onion (fresh); OD: 洋葱(干) Onion (dry); TF: 西红柿(鲜) Tomato (fresh); TD: 西红柿(干) Tomato (dry); PF: 辣椒(鲜) Pepper (fresh); PD: 辣椒(干) Pepper (dry); CF: 黄瓜(鲜) Cucumber (fresh); CD: 黄瓜(干) Cucumber (dry).

图4 添加植酸对蔬菜提取液清除DPPH自由基效果的影响

Fig. 4 Effects of phytic acid addition on DPPH free radical scavenging by vegetable extracts

3 讨论

DPPH·是少数化学性质稳定的自由基之一,即使在室温溶液中也稳定,它的稳定性主要来自共振稳定作用及3个苯环的空间障碍,使夹在中间氮原子上的不成对电子不能发挥其应有的电子成对作用。应用DPPH法测定自由基清除率简便易行,灵敏可靠,重现性好,不易受外界干扰因素的影响,是筛选自由基清除剂的好方法^[11]。但反应时间、温度以及其他的一些反应条件对DPPH自由基清除

作用具有一定的影响^[8]。本试验表明,25℃暗光条件下,1h的反应时间对于植酸自由基清除反应较为合适,而且试验的pH范围不影响到DPPH·的稳定性。

本试验证明了植酸和其他的抗氧化剂(ASA, GSH等)一样具有清除DPPH自由基的能力。Ahn等^[3]的试验表明,经辐射后的植酸具有清除自由基的能力,但是并没有发现未经辐射的植酸的自由基清除能力,主要是因为其使用植酸钠溶液并未调节至酸性,植酸主要以离子形式存在。在本试验中,未调节pH值的植酸钠溶液的pH值为10.68,其自由基清除能力几乎可以忽略不计(图2),但是调节pH值为2时,植酸的抗氧化能力(IC_{50})为 1.94×10^{-2} ,为抗坏血酸的1.04%、谷胱甘肽的7.46%。植酸具有12个质子解离位点,其中6个具强酸性,电离常数为1.5;3个具弱酸性,电离常数分别为5.7、8.0和7.6。当pH值为2.0时,植酸具有最高的清除自由基的能力,可能是因为它主要是以植酸分子的形式存在。植酸在酸性的环境(pH 2.0)下具有清除DPPH自由基的能力。虽然其自由基清除能力不如抗坏血酸以及谷胱甘肽等传统的抗氧化剂,但是植酸中磷的含量占种子全磷量的50%~80%,尤其在禾谷类种子中含量最高,其叶片中可以达到0.25%~0.40%^[12]。相比之下,植物体内重要的抗氧化物质谷胱甘肽和抗坏血酸的含量就显得很低了,往往只有几个到几十个 $\mu\text{mol/g}$ 。考虑到植酸在植物体内的含量很高,其在植物体内的抗氧化能力不可忽视。

有关植酸的自由基去除机理有待深入研究。传统观点认为,在体外条件下,植酸是一种很稳定的抗氧化剂,在通过螯合 Fe^{2+} 来抑制自由基的过程中不会损耗,不存在与其他抗氧化剂类似的直接清除自由基的能力^[3,13]。还有研究表明,植酸通过螯合重金属离子,减少因为金属离子所引起的氧自由基^[15]以及内在的膜脂过氧化^[14-15]。在植物的种子中,作为一种在生理pH范围内的聚阴离子,植酸是一种有效的与各种大量元素或微量元素,如K、Mg、Ca、Fe、Zn和Mn络合的阳离子络合剂,从而形成肌醇六磷酸(肌醇六磷酸钙镁),被区隔化在特异的液泡中,称为蛋白质体或者蛋白质储存液泡^[16]。另外,植物在受到胁迫时,如干旱、淹水、盐碱、高温、低温、重金属等各种逆境条件,抗氧化活性物质的含量提高^[17-18],但是对于植酸在胁迫条件下的含量变化的

研究较少。

植物在受到氧化胁迫条件下,植酸作为一种信号传导分子,可能参与诱导植物体内抗氧化酶系统的合成^[4]。Tu 等^[19]发现在 As 处理条件下,蜈蚣草的超积累品种的根系分泌物中比非超积累品种具有更多的植酸,可能是蜈蚣草超积累品种产生抗性的一个重要的原因。

试验通过研究 pH 值对 3 种抗氧化剂自由基清除能力的影响,强调了抗氧化剂作用的 pH 条件的重要性。对于抗坏血酸来说,在 pH 值为 2.0 时具有最强的自由基清除能力,可能是因为在酸性条件下,*L*-抗坏血酸更容易脱氢生成脱氢抗坏血酸,可以更好的清除自由基。之所以谷胱甘肽在 pH 值为 5.0 时,清除自由基的能力差,可能因为其接近等电点(5.93),在等电点时,谷胱甘肽分子正负电荷相等,更容易聚合在一起,可能会影响清除反应;而在等电点的 pH 之外,分子带正电或负电,分子间更容易分散,可能会提高反应程度。植酸、抗坏血酸和谷胱甘肽清除自由基的能力受到体系 pH 值的影响较大。在抗氧化剂的抗氧化能力评估以及实际抗氧化剂的应用时要考虑其最佳作用 pH 值。

许多植物中含有抗氧化效果很好的活性物质,如葡萄籽提取物、迷迭香提取物、银杏提取物、茶叶等^[20-21]。蔬菜是我们日常离不开的食物,从蔬菜中寻找和提取抗氧化物质是廉价和安全的,其中有很多抗氧化物质已经得到了证明。植物中的植酸含量尤为可观,其抗氧化作用也不能小视。本试验中蔬菜提取液中添加植酸后的复合自由基清除率要高于单一蔬菜提取液,这在另一个方面说明了植酸的自由基清除能力。韦霖等^[22]报道甘蔗汁中添加增效剂,赵翹等^[23]报到甘草提取物、陈皮提取物、卵磷脂、抗坏血酸和柠檬酸组成的复合天然抗氧化剂具有很好的抗氧化效果。夏金虹等^[24]试验表明不同配比的抗氧化组分作用不同。植酸作为抗氧化剂添加以及抗氧化剂复合作用机理值得深入研究。

参 考 文 献

- [1] MIDORIKAWA K, MURATA M, OIKAWA S, et al. Protective effect of phytic acid on oxidative DNA damage with reference to cancer chemoprevention[J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2001, 288:552-557.
- [2] 李丹,崔洪斌.植酸及其生物学活性研究现状[J]. *国外医学:卫生学分册*, 2004, 31:104-108.
- [3] AHN H J, KIM J H, JO C, et al. Comparison of irradiated phytic acid and other antioxidants for antioxidant activity[J]. *Food Chem*, 2004, 88:173-178.
- [4] 孙卫红,王伟青,孟庆伟.植物抗坏血酸过氧化物酶的作用机制、酶学及分子特性[J]. *植物生理学通讯*, 2005(2):143-147.
- [5] 陈少裕.植物谷胱甘肽的生理作用及其意义[J]. *植物生理学通讯*, 1993(3):210-214.
- [6] SANAE M, TOSHIKI M. Inhibition of xanthine oxidase by phytic acid and its antioxidative action[J]. *Life Sci*, 2004, 74:1691-1700.
- [7] CALUCCI L, CAPOCCHI A, GALLESCHI L, et al. Antioxidants, free radicals, storage proteins, purinoindolines, and proteolytic activities in bread wheat (*Triticum aestivum*) seeds during accelerated aging[J]. *J Agri Food Chem*, 2004, 52:4244-4251.
- [8] OM P S, EJ K B. DPPH antioxidant assay revisited[J]. *Food Chem*, 2009, 113:1202-1205.
- [9] 陈丛瑾,黄克瀛,李德良,等.香椿叶提取物清除 DPPH 自由基能力的测定方法[J]. *林产化学与工业*, 2006, 26(3):69-72.
- [10] 郑德勇,安鑫南.竹叶提取物清除 DPPH 自由基的测定方法[J]. *福建农林大学学报:自然科学版*, 2005, 34(1):59-62.
- [11] 彭长连,陈少薇,林植芳,等.用清除有机自由基 DPPH 法评价植物抗氧化能力[J]. *生物化学与生物物理进展*, 2000, 27(6):658-662.
- [12] LIN L, OCKENDEN I, LOTT J N A. The concentrations and distribution of phytic acid-phosphorus and other mineral nutrients in wild-type and low phytic acid 1-1 (*lpa1-1*) corn (*Zea mays* L.) grains and grain parts[J]. *Can J Bot*, 2005, 83:131-141.
- [13] GRAF E, EATON J W. Antioxidant functions of phytic acid[J]. *Free Radical Bio Med*, 1990(8):61-69.
- [14] GRAF E, MAHONEY J R, BRYANT R G, et al. Iron-catalysed hydroxyl radical formation[J]. *J Biol Chem*, 1984, 259:3620-3624.
- [15] GRAF E, EMPSON K L, EATON J W. Phytic acid; a natural antioxidant[J]. *J Biol Chem*, 1987, 262:11647-11650.
- [16] WADA T, LOTT J N A. Light and electron microscopy and energy dispersive X-ray microanalysis studies of globoids in protein bodies of embryo tissues and the aleurone layer of rice (*Oryza sativa* L.) grains[J]. *Can J Bot*, 1997, 75:1137-1147.
- [17] 朱进,别之龙,黄远.不同耐盐性的黄瓜接穗嫁接后在 NaCl 胁迫下的生理响应[J]. *华中农业大学学报*, 2009, 28(4):467-471.
- [18] 曾淑华,赵正雄,覃鹏,等.淹水对转超氧化物歧化酶或过氧化物酶基因烟草某些生理生化指标的影响[J]. *植物生理学通讯*, 2005, 41(5):603-606.
- [19] TU S X, MA L, LUONGO T. Root exudates and arsenic accumulation in arsenic hyperaccumulating *Pteris vittata* and non-hyperaccumulating *Nephrolepis exaltata* [J]. *Plant Soil*, 2004, 258:9-19.

- [20] 陈玉琼,钟梅,马蓉. 添加剂对藤茶饮料品质稳定性的影响[J]. 华中农业大学学报,2010,29(1):114-119.
- [21] 林新,牛智有,刘梅英,等. 近红外光谱法快速测定绿茶的4种主要成分[J]. 华中农业大学学报,2009,28(4):487-490.
- [22] 韦霁,卢家炯,莫海涛,等. 甘蔗汁提取物抗氧化活性初步研究[J]. 广西轻工业,2006,22(1):11-14.
- [23] 赵翮,陈复生,李红良. 一种新型复合天然抗氧化剂的研究[J]. 中国油脂,2006,31(7):48-50.
- [24] 夏金虹,梁英,潘英明. 几种紫草复合抗氧化剂的抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技,2004,25(11):58-61.

A comparative study of roles of phytic acid and several antioxidants in eradication of free radicals

JIA Yan^{1,2} TU Shu-xin¹ TANG Shi-rong^{1,2}

1. *College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;*

2. *Centre for Research in Ecotoxicology and Environmental Remediation, Agro-Environmental Protection Institute, Ministry of Agriculture, Tianjin 300191, China*

Abstract Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) spectrophotometry method was used to evaluate the anti-oxidative capacity of phytic acid, ascorbic acid (ASA), glutathione (GSH) and vegetable extracts. The results showed that eradication of free radical of phytic acid, ASA and GSH was pH dependent. The IC_{50} , a value describing the ability of DPPH free radical scavenging, was 1.94×10^{-2} (pH=2.0), 0.26 (pH=4.6) and 1.86 (pH=5.7) for phytic acid, GSH and ASA, respectively. In addition, adding phytic acid enhanced the eradicating ability of free radical of vegetable extracts. The results suggested that phytic acid would be an important antioxidant in plants due to its high content in plants, and pose a crucial role in resistance to oxidative stress.

Key words diphenylpicrylhydrazyl; phytic acid; antioxidant; anti-oxidative ability; free radical

(责任编辑:陆文昌)