

葡萄糖酸锌用于艾叶护绿研究初报

闵嗣璠, 周志娥, 张小明, 曾桃娟, 朱荣越

(江西农业大学食品科学与工程学院, 江西南昌 330045)

摘要: 以艾叶为试材, 进行单因素、双向随机分组试验, 研究葡萄糖酸锌浓度及处理介质, pH 值对其护绿的影响。结果表明, 葡萄糖酸锌用量及 pH 值对护绿作用影响分别达极显著差异水平 ($P < 0.0001$); 葡萄糖酸锌浓度、pH 值的不同水平搭配对护绿效果影响差异极显著; 两因素对护绿影响存在极显著互作效应, 葡萄糖酸锌浓度、pH 值的水平搭配不同存在增强或削弱护绿效果的作用。

关键词: 护绿; 葡萄糖酸锌; pH 值; 互作效应

中图分类号: TS255.1; S567.23⁺9

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2007)05-0167-04

Preliminary Study on the Green Pigment Maintenance of Mugwort Leaf Blade with Zinc Gluconate

MIN Si-fan, ZHOU Zhi-e, ZHANG Xiao-ming, ZENG Tao-juan and ZHU Rong-yue

(College of Food Science and Engineering, Jiangxi Agriculture University, Nanchang Jiangxi 330045, China)

Abstract: Mugwort (*Artemisia vulgaris* L.) leaf blade were studied by one factor or two factors factorial experiment design. The results showed that the concentration of zinc gluconate and the solution pH-value were the important factors in the maintenance of its green pigment with P -value < 0.01 ; There was significant interaction effects of strengthen or weaken between these two experimental factors of zinc gluconate concentration and pH-value.

Key words: Mugwort (*Artemisia vulgaris* L.); Green pigment maintenance; Zinc gluconate; pH-value; Interaction effects

艾(*Artemisia vulgaris* L.)是一种具有保健作用的菊科多年生草本植物^[1~3], 江南民间有将之制成艾叶米果的传统习惯。由于叶绿素的化学性质不稳定, 在艾叶米果制作工艺中长时间的加热处理, 其卟啉环中的镁可被 H^+ 取代, 形成去镁叶绿素, 使艾叶米果呈褐色, 影响其感官品质。因此, 护绿是提高艾叶米果商品价值的关键。

叶绿素分子结构卟啉环中的镁被其他某些金属离子取代, 可以形成更加稳定的配位化合物, 人们多将含铜离子的化合物作为护绿剂。铜虽是人体必需的微量元素, 但人体需要的铜量很少(成人每日仅需 2 mg), 一般不易缺乏, 且当铜摄入过量的有毒副作用, 所以铜在食品添加剂中的用量有严格规定。锌是人体必需的另一种微量元素, 人

体对锌的需要量远大于铜, 加之我国耕地多缺锌, 因此, 食品中适量添加锌有重要意义^[4~6]。据此, 本研究以葡萄糖酸锌为锌源, 探讨其用量及处理介质 pH 值对艾叶护绿的影响, 为艾叶米果护色保绿实践提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

新鲜艾(*Artemisia vulgaris* L.)叶采自江西农业大学校园周边; 95%乙醇(分析纯, 天津市永大化学试剂开发中心); 柠檬酸(分析纯, 天津光复精细化工研究所); 柠檬酸钠(分析纯, 中国上海试剂一厂); 葡萄糖酸锌片(海南制药厂有限公司); 754PC 型紫外可见分光光度计(上海光谱仪

收稿日期: 2007-03-05 修回日期: 2007-04-19

作者简介: 闵嗣璠(1955—), 女, 副教授, 从事食品科学与工程教学及科研工作。E-mail: minsifan@sina.com

器有限公司);723 型可见分光光度计(上海光谱仪器有限公司);RE-52AA 型旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂);HH-4 数显恒温水浴锅(国华电器有限公司);BS224S 电子天平(北京赛多利斯仪器系统公司);Orion210A+Basic pH(Thermo Electron Corporation)。

1.2 方法

1.2.1 锌代绿色素测定波长的确定 将锌代绿色素液稀释,用 754PC 型紫外可见分光光度计在 200~1000 nm 波长范围内扫描其吸光度(OD 值),以确定测定艾叶护绿效果(OD 值)的测定波长。

1.2.2 艾叶护色方法 按试验设计要求,采用葡萄糖酸锌片及柠檬酸、柠檬酸钠配制成不同葡萄糖

糖酸锌含量、不同 pH 值的液体,投入艾叶在 100℃ 水浴锅中处理一定时间后,捣碎、定容、过滤,待测 OD₆₆₀ 值。

1.2.3 试验设计 单因素试验:①葡萄糖酸锌用量对艾叶护绿的影响 以蒸馏水为稀释液,配制葡萄糖酸锌浓度,试验设置以下 8 个处理水平:0.001、0.002、0.004、0.01、0.1、0.3、0.5 和 0.7 g/L,并以蒸馏水处理为对照;② pH 值对艾叶护绿的影响:将浓度一定的葡萄糖酸锌悬浮液 pH 调成以下 8 个处理水平:1.78、2.14、4.37、5.21、6.06、6.48、7.10、7.49。两因素三水平试验:A(葡萄糖酸锌含量)、B(pH 值)两因素三水平的双向随机分组试验的试验设计见表 1。

表 1 葡萄糖酸锌量和 pH 值两因素双向随机分组试验设计

Table 1 Experimental design of two factor factorial with pH-value and dosage of zinc gluconate

代码 Code	葡萄糖酸锌浓度/(g/L) Zinc gluconate concentration	pH 值 pH-value	代码 Code	葡萄糖酸锌浓度/(g/L) Zinc gluconate concentration	pH 值 pH-value
A ₁ B ₂	0.4	6.01	A ₃ B ₁	0.6	5.51
A ₂ B ₃	0.5	7.19	A ₂ B ₁	0.5	5.51
A ₁ B ₃	0.4	7.19	A ₂ B ₂	0.5	6.01
A ₃ B ₂	0.6	6.01	A ₃ B ₃	0.6	7.19
A ₁ B ₁	0.4	5.51			

1.3 数据分析

对试验结果(OD₆₆₀)进行方差分析、F 检验和多重比较(所有计算均在 SAS 系统内完成)。

2 结果与分析

2.1 样液测定波长的确定

锌代绿色素在 200~1 000 nm 波长范围内扫描其吸光度(OD 值),结果见图 1。从图 1 可见,样液在 430 nm、660 nm、909 nm 处分别存在 3 个大小不等的吸收峰,考虑到 660 nm 波长与叶绿素 a 和叶绿素 b 的最大吸收峰(665 nm、649 nm)比较接近,说明该波长为绿色发色基团的吸收高峰,确定采用该波长测定各处理的 OD 值研究护绿效果。

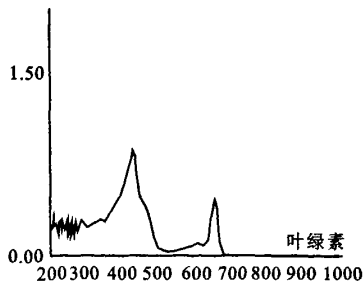


图 1 锌代绿色素测定波长确定扫描图

Fig. 1 Wave length scanning plot of chlorophyll molecular related the Mg with Zinc

2.2 单因素试验

2.2.1 不同葡萄糖酸锌用量对艾叶护绿的影响

不同葡萄糖酸锌用量对艾叶绿色的影响试验结果(OD₆₆₀ 值)经方差分析、F 检验表明不同葡萄糖酸锌用量间的 OD₆₆₀ 值差异极显著($P < 0.0001$)。各个处理 OD₆₆₀ 值平均数的变化趋势(图 2)及各处理 OD₆₆₀ 值平均数多重比较表明,随着处理介质葡萄糖酸锌浓度由 0.001 g/L 增加到 0.1 g/L, OD₆₆₀ 值变化呈现直线增加的趋势,葡萄糖酸锌浓度为 0.1 g/L 处理的 OD₆₆₀ 值平均数分别与浓度为 0.001 g/L、0.002 g/L、0.004 g/L 及对照间的 OD₆₆₀ 平均值存在极显著差异,葡萄糖酸锌浓度为 0.01 g/L 的处理和 0.001 g/L 及对照二者间 OD₆₆₀ 平均值存在统计意义上的差异,葡萄糖酸锌浓度分别为 0.002 g/L、0.004 g/L 及 0.01 g/L 三个处理间 OD₆₆₀ 平均值无统计意义上的差异;当葡萄糖酸锌含量由 0.1 g/L 增加到 0.5 mg/L, OD₆₆₀ 值平均数变化在图上呈现缓慢增加的趋势,葡萄糖酸锌浓度分别为 0.1 g/L、0.3 g/L、0.5 g/L 三个处理的 OD₆₆₀ 平均数间存在显著的差异;葡萄糖酸锌浓度分别为 0.5 mg/L、0.7 mg/L 两个处理的 OD₆₆₀ 平均值显现下降趋势,二者 OD₆₆₀ 平均数比较无统计意义上的差异。本试验说明以蒸馏水为稀释液,在一定葡萄糖酸锌浓度范围内,

随介质葡萄糖酸锌量的递增,护绿效果显著增强,葡萄糖酸锌浓度升高到 0.01 g/L 开始有护绿效果,葡萄糖酸锌浓度升高到 0.1 g/L 具有显著的护绿效果,葡萄糖酸锌浓度升高到 0.5 mg/L,取得最好的护绿效果。因为处理液中与葡萄糖酸锌发生反应的基质(叶绿素)含量制约着护绿效果的提高,所以当葡萄糖酸锌浓度由 0.5 mg/L 进一步提高到 0.7 mg/L,并不能提高护绿效果。

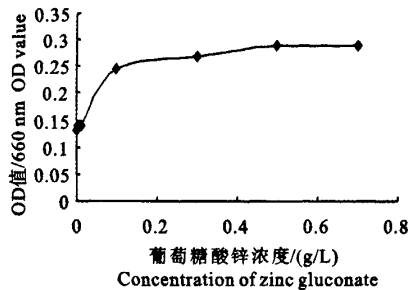


图2 葡萄糖酸锌用量对艾叶护绿的影响
Fig. 2 Numerical relation between dosage of zinc gluconate and green pigment maintenance

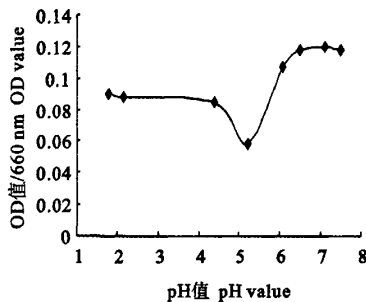


图3 pH值对艾叶护绿的影响
Fig. 3 Numerical relation between solution pH-value and green pigment maintenance

2.2.2 不同 pH 值对艾叶护绿的影响 不同 pH 值对艾叶护绿的影响试验结果(OD_{660} 值)经方差分析、 F 检验,也得出不同 pH 值间的 OD_{660} 值差异极显著($P<0.0001$)的结论。各个处理 OD_{660} 值平均数的变化趋势(图 3)及各处理 OD_{660} 值

平均数多重比较表明,pH 值 5.21 的处理 OD_{660} 值平均数最小,分别和其他 7 个处理的 OD_{660} 值平均数差异达极显著差异水平;pH 值 6.06 的处理的 OD_{660} 值平均数较大,也分别与其他 7 个处理的 OD_{660} 值平均数间达极显著差异水平;pH 值分别为 1.78、2.14、4.37 三个处理的 OD_{660} 值平均数较小,三者间无统计意义上的差异,pH 值分别为 6.48、7.10、7.49 三个处理的 OD_{660} 值平均数处于高水平,三者间也无统计意义上的差异,前三个处理分别和后三个处理的 OD_{660} 值平均数间分别差异达极显著水平;说明葡萄糖酸锌用于艾叶护绿,在酸性条件护色效果较差,近中性及碱性条件护色效果好。

2.3 双向随机分组试验

对两因素三水平的双向随机分组试验所测 OD_{660} 值进行统计分析,结果见表 2~表 5。从表 2 可见,葡萄糖酸锌含量、pH 值及其互作对 OD_{660} 值均有极显著影响。由表 3 可见,A 因素(葡萄糖酸锌含量)、B 因素(pH 值)两因素主效应检验差异极显著。因为葡萄糖酸锌含量及 pH 值两因素间存在极显著的交互作用,为获得一致而有效的结论,在设定其中一个因子水平的条件下,检验另一个因子对护绿效果的影响(表 4、表 5)。由表 4 可见,固定 A 因素(葡萄糖酸锌含量),和 B 因素(pH 值)各水平 OD_{660} 值平均数间差异极显著。由表 5 可见,固定 B 因素(pH 值),和 A 因素(葡萄糖酸锌含量)各水平 OD_{660} 值平均数比较结论不一:当 pH 值 5.51 时,葡萄糖酸锌含量 3 个水平 OD_{660} 值平均数差异不显著,且 OD_{660} 值平均数都比较低;当 pH 值 6.01 时,葡萄糖酸锌含量各水平 OD_{660} 值平均数差异显著,且 OD_{660} 值平均数最大值在该 pH 值水平;当 pH 值 7.19 时,葡萄糖酸锌含量为 0.4 mg/L、0.5 mg/L 间差异不显著,该两个葡萄糖酸锌含量水平分别和葡萄糖酸锌含量为 0.6 mg/L 间 OD_{660} 值平均数差异显著, OD_{660} 值平均数最小值在该 pH 值水平。

表 2 不同葡萄糖酸锌浓度和不同 pH 值对 OD_{660} 值影响的方差分析

Table 2 Variance analysis of two factor factorial with pH-value and concentration of zinc gluconate							
变异来源 Source of variation	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F 值 F value	P 值 P value		
葡萄糖酸锌浓度 Concentration of zinc gluconate	0.028666	2	0.014333	39.72	< 0.0001		
pH 值 pH-value	0.019124	2	0.009562	26.50	< 0.0001		
互作 Interaction	0.029933	4	0.007483	20.74	< 0.0001		
误差 Error	0.006495	18	0.000361				

表 3 不同葡萄糖酸锌浓度、pH 值 OD₆₆₀ 值平均数比较

Table 3 Comparison of OD₆₆₀ readings among treatments with pH-value and concentration of zinc gluconate

葡萄糖酸锌浓度(A)各水平间平均数比较 Means comparison concentration of zinc gluconate levels			pH 值(B)各水平间平均数比较 Means comparison between pH-value levels		
葡萄糖酸锌浓度 of zinc gluconate	平均数 Means	$\alpha=0.05$	pH 值 pH-value	平均数 Means	$\alpha=0.05$
0.4 g/L	0.324	a	6.01	0.314	a
0.5 g/L	0.265	b	5.51	0.268	b
0.6 g/L	0.256	c	7.19	0.263	c

表 4 葡萄糖酸锌量不变 pH 值各水平平均数比较

Table 4 Comparison of OD₆₆₀ readings among different treatments levels of pH-value keeping concentration of zinc gluconate at constant

A ₁ 水平(0.4 g/L)简单效应 A ₁ Level(0.4 g/L) simple effects			A ₂ 水平(0.5 g/L)简单效应 A ₂ Level(0.5 g/L) simple effects			A ₃ 水平(0.6 g/L)简单效应 A ₃ Level(0.6 g/L) simple effects		
B 水平 B Levels	平均数 Means	$\alpha=0.05$	B 水平 B Levels	平均数 Means	$\alpha=0.05$	B 水平 B Levels	平均数 Means	$\alpha=0.05$
pH6.01	0.421	a	pH7.19	0.284	a	pH6.01	0.277	a
pH7.19	0.283	b	pH5.51	0.267	b	pH5.51	0.268	b
pH5.51	0.268	c	pH6.01	0.245	c	pH7.19	0.222	c

表 5 pH 值不变葡萄糖酸锌量各水平平均数比较

Table 5 Comparison of OD₆₆₀ readings among different treatments levels of concentration of zinc gluconate keeping pH-value at constant

B ₁ 水平 pH5.51 简单效应 B ₁ Level(0.4 g/L) Simple effects			B ₂ 水平(pH6.01)简单效应 B ₂ Level(pH6.01) simple effects			B ₃ 水平(pH7.19)简单效应 B ₃ Level(pH7.19) simple effects		
A 水平 A Levels	平均数 Means	$\alpha=0.05$	A 水平 A Levels	平均数 Means	$\alpha=0.05$	A 水平 A Levels	平均数 Means	$\alpha=0.05$
0.4 g/L	0.268	a	0.4 g/L	0.421	a	0.5 g/L	0.284	a
0.6 g/L	0.268	a	0.6 g/L	0.277	b	0.4 g/L	0.283	a
0.5 g/L	0.267	a	0.5 g/L	0.245	c	0.6 g/L	0.222	b

3 结论与讨论

3.1 以蒸馏水为稀释液,处理介质的葡萄糖酸锌浓度达到 0.1 g/L 能取得较好的护绿效果,处理介质的葡萄糖酸锌浓度达到 0.5 g/L 可以取得最好的护绿效果。该结果仅表明葡萄糖酸锌用量与艾叶护绿的关系,艾叶护绿效果受诸多因素影响,料液比就是其中一个重要因素,实际应用中应根据料液比及人体对锌元素的需要确定恰当的葡萄糖酸锌用量。

3.2 葡萄糖酸锌浓度一定,pH 值不同的介质处理艾叶,试验结果总体为酸性条件不利于艾叶护绿,弱酸性、中性、碱性均可取得理想的护绿效果。

3.3 葡萄糖酸锌用量、处理介质 pH 值与护绿效果之间存在显著的交互作用,两因素搭配水平不同,存在增强或削弱护绿效果的作用,因此,向随机分组试验得出最好护绿效果的组合条件不是葡萄糖酸锌浓度 0.6 g/L 或 0.5 g/L、pH 值 7.19,而是葡萄糖酸锌浓度为 0.4 mg/L、pH 值 6.01;

最差护绿效果的组合条件不是葡萄糖酸锌浓度为 0.4 mg/L、pH 值 5.51,而是葡萄糖酸锌浓度 0.6 mg/L、pH 值 7.19。同理,pH 值对艾叶护绿影响的单因素试验中,在试验所设葡萄糖酸锌浓度水平下,pH 值 5.21 的处理水平护绿效果特别差。这提示我们在艾叶护绿实践中应注意发挥二者的增强作用,避免削弱作用发生。

参考文献:

[1] 谢静华. 艾的开发利用前景[J]. 宁夏农林科技, 2004, 5: 57~58

[2] 周 峰,秦路平,连佳方,等. 艾叶的化学成分、生物活性和植物资源[J]. 药学实践杂志, 2000, 18(2): 96~98

[3] 李 慧. 艾叶的药理研究进展及开发应用[J]. 基层中药杂志, 2002, 16(3): 51~53

[4] 阙健全. 食品化学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002. 276~277

[5] 张 谊,袁中彪. 锌的营养研究进展[J]. 西昌农业高等专科学校学报, 2000, 14(2): 28~33

[6] 刘陵霞. 缺锌对儿童发育身高影响分析[J]. 微量元素与健康研究, 2000, 7(1): 29~30

作者：[闵嗣璠](#)，[周志娥](#)，[张小明](#)，[曾桃娟](#)，[朱荣越](#)，[MIN Si-fan](#)，[ZHOU Zhi-e](#)，[ZHANG Xiao-ming](#)，[ZENG Tao-juan](#)，[ZHU Rong-yue](#)
作者单位：[江西农业大学食品科学与工程学院, 江西南昌, 330045](#)
刊名：[西北农业学报](#) 
英文刊名：[ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA](#)
年，卷(期)：2007, 16(5)

参考文献(6条)

1. [谢静华](#) [艾的开发利用前景](#)[期刊论文]-[宁夏农林科技](#) 2004(5)
2. [周峰](#); [秦路平](#); [连佳方](#) [艾叶的化学成分、生物活性和植物资源](#) 2000(02)
3. [李慧](#) [艾叶的药理研究进展及开发应用](#)[期刊论文]-[基层中药杂志](#) 2002(3)
4. [阚健全](#) [食品化学](#) 2002
5. [张谊](#); [袁中彪](#) [锌的营养研究进展](#) 2000(02)
6. [刘陵霞](#) [缺锌对儿童发育身高影响分析](#)[期刊论文]-[微量元素与健康研究](#) 2000(1)

本文读者也读过(10条)

1. [赵志峰](#). [龚绪](#). [向云辉](#). [ZHAO Zhi-feng](#). [GONG Xu](#). [XIANG Yun-hui](#) “米邦塔”仙人掌护绿工艺的研究[期刊论文]-[食品工业科技](#)2008(2)
2. [刘民安](#). [樊金拴](#). [LIU Min-an](#). [FAN Jin-shuan](#) 枸杞叶罐藏加工中乙醇的护绿效果研究[期刊论文]-[西北农林科技大学学报\(自然科学版\)](#) 2007, 35(5)
3. [罗秋水](#). [闵嗣璠](#). [闵晓莲](#). [张小明](#) 葡萄糖酸锌量及pH值对艾叶感官特性的影响[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2007, 35(21)
4. [谢静华](#) [艾的开发利用前景](#)[期刊论文]-[宁夏农林科技](#)2004(5)
5. [李安平](#). [郑士宏](#). [曹清明](#). [伏永芳](#) 粽叶护绿加工工艺的研究[期刊论文]-[食品工业科技](#)2006(2)
6. [麦瓶草护绿研究](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#)2009, 37(29)
7. [张慧君](#). [王文霞](#). [Zhang Huijun](#). [Wang Wenxia](#) 旱芹护绿工艺的研究[期刊论文]-[农产品加工·学刊](#)2008(7)
8. [陈水红](#). [高军](#). [曹致中](#). [CHEN Shui-hong](#). [GAO Jun](#). [CAO Zhi-zhong](#) 锌离子对鲜紫花苜蓿叶的护绿效果及技术优选研究[期刊论文]-[西北植物学报](#)2010, 30(6)
9. [李继兰](#). [刘兴华](#). [彭小燕](#). [安红梅](#). [LI Ji-lan](#). [LIU Xing-hua](#). [PENG Xiao-yan](#). [AN Hong-mei](#) 猕猴桃果肉护绿剂的优选研究[期刊论文]-[食品研究与开发](#)2008, 29(4)
10. [张烨](#). [赵丽芹](#). [郭瑞](#) 烫漂条件对脱水四季豆护绿效果的影响[期刊论文]-[保鲜与加工](#)2005, 5(1)

引用本文格式：[闵嗣璠](#). [周志娥](#). [张小明](#). [曾桃娟](#). [朱荣越](#). [MIN Si-fan](#). [ZHOU Zhi-e](#). [ZHANG Xiao-ming](#). [ZENG Tao-juan](#) . [ZHU Rong-yue](#) [葡萄糖酸锌用于艾叶护绿研究初报](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2007(5)