



邢台地区柿子发育过程中不同部位维生素 C 含量测定

朱秀敏, 杜军霞

(邢台学院, 河北 邢台 054001)

摘要: 为了解邢台地区柿子营养成分含量, 进一步促进柿资源的应用。采用 2,4-二硝基苯肼法对邢台地区柿子的不同发育时期、不同部位的维生素 C 含量进行测定。结果表明: 邢台地区柿子在发育过程中维生素 C 含量逐渐升高, 至过熟期时含量达到最高。维生素 C 主要存在于果实的果皮($37.03 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)、果肉($35.73 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)中, 显著高于《中国食物成分表》中的数据($30 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), 而其种子和柿蒂部分维生素 C 含量极低。

关键词: 邢台; 柿子; 维生素 C

柿子是柿科(Ebenaceae)柿属(*Diospyros*)植物的果实。柿子营养价值很高, 含有丰富的糖类、蛋白质、胡萝卜素、维生素 C、瓜氨酸、微量元素等多种活性物质, 其中维生素 C 含量较显著, 为一般水果的几倍到几十倍^[1]。柿子具有清肺生津, 清热止血, 涩肠健脾的功效^[2]。柿子的水提取物

具有解酒的功效^[3]。为此可大力开发研究利用柿子提取维生素 C, 以扩大维生素 C 的来源, 同时也可以更好地利用柿资源。目前, 维生素 C 测定方法主要有 HPLC 法、2,6-二氯酚酚滴定法、紫外分光光度法、高效液相色谱法、碘量法等^[4-5]。本文采用了 2,4-二硝基苯肼法对邢台地区不同成熟程度柿子的不同部位中维生素 C 含量进行了测定比较研究^[6-7], 进一步为邢台地区柿资源的应用提供了新的指向。

收稿日期: 2018-06-21

第一作者简介: 朱秀敏(1966-), 女, 硕士, 教授, 从事营养及营养富集相关研究。E-mail: zxm31919@126.com。

Simulate Study on the Purification Effect of Urban Sewage by Five Combinations of Wetland Plants

LI Ting¹, YANG Heng¹, PAN Yuan-zhi¹, ZHOU Yu-jue¹, LIU Yang², GUO Li¹

(1. College of Landscape Architecture, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China; 2. College of Forestry, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China)

Abstract: In order to study the growth status of each plant and its removal effect on water pollutants, the plant combinations with good purification effect were screened out. Six kinds of dominant wetland plants, including *Cyperus alternifolius* (C), *Zantedeschia aethiopica* (Z), *Iris pseudacorus* (I), *Thalia dealbata* (T), *Lythrum salicaria* (L), and *Nymphaea tetragona* (N), were selected to construct five combinations, and then the growth status and purification capacity of five plant combinations were comparatively studied under the indoor hydrostatic conditions. The results showed that: (1) every plant combination grew well in the sewage, the growth rate was above 45%. (2) All of five plant combinations had good purification effects on total nitrogen(TN), ammonium nitrogen(NH_4^+-N) and total phosphorus(TP), and had obvious effect on pH improvement. The degree of purification was different among different combinations, among them, the combinations of T+C+I+N and T+C+L had the best purification effect on TP, which final removal rate were 99.21% and 97.63%. T+C+I had the best purification effect on TN which final removal rate was 99.01%; there was no significant difference in NH_4^+-N removal performance among different combinations. (3) The processing time had significant influences on the purification ability of plant combinations, and the span time 30-36 d had the best purification effects. Comprehensive evaluation showed that the combinations of T+C+L and T+C+I had the strongest comprehensive purification ability, strong adaptability and good landscape effect, which could be used as the optimal plant combination for sewage purification.

Keywords: plant combination; urban sewage; nitrogen and phosphorus; purification effect

1 材料与方法

1.1 材料

供试柿子来源于邢台县大百工地区(2017 年 11 月 3 日),分为 3 个不同成熟度(过熟期、间熟期、未熟期),果实随机采集,从树的不同部位采集柿子,取柿皮、果肉、种子、柿蒂 4 部分分别冷冻储存备用;4.5 mol L⁻¹ 硫酸、85%硫酸、20 g·L⁻¹ 2,4-二硝基苯肼、1 mol·L⁻¹ 盐酸、20 g·L⁻¹ 草酸、10 g·L⁻¹ 草酸、20 g·L⁻¹ 硫脲溶液、10 g·L⁻¹ 硫脲溶液、活性炭、抗坏血酸标准溶液(现用现配)、乙醇、1%草酸。

电热鼓风干燥箱(GZX-9030MBE)、电热恒

温水浴锅(DK-98-II A)、电子天平(AR124CN)、200 g 密封型手提式粉碎机(CLF-04)、组织捣碎匀浆机(JJ-2(2003-61))、台式离心机(DL-5-A)、架盘药物天平(JP-1000)、电子天平(AR124CN)、玻璃仪器气流烘干器(B 型)。

1.2 方法

1.2.1 维生素 C 标准曲线绘制 准确量取 1 mg·mL⁻¹ 抗坏血酸标准溶液 50 mL 于 200 mL 锥形瓶中,加活性炭 1 g,振摇 2 min 后过滤。再取滤液 10 mL 置 500 mL 容量瓶中,加 5 g 硫脲,用 10 g·L⁻¹ 草酸稀释到刻度(浓度 20 μg·mL⁻¹),为标准应用液。再按表 1 进行平行操作。

表 1 制备维生素 C 标准曲线试剂用量

Table 1 Dosage of reagent for preparing standard curve of vitamin C				
管号 No.	抗坏血酸浓度/(μg·mL ⁻¹) Ascorbic acid concentration	20 μg·mL ⁻¹ 抗坏血酸标准应用液/mL Standard application solution of ascorbic acid 20 μg·mL ⁻¹	10 g·L ⁻¹ 硫脲/mL 10 g·L ⁻¹ thiourea	20 g·L ⁻¹ 2,4-二硝基苯肼/mL 2,4-dinitrophenylhydrazine of 20 g·L ⁻¹
1(CK)	0	0	4.0	0
2	0.8	0.4	3.6	1.0
3	1.6	0.8	3.2	1.0
4	2.4	1.2	2.8	1.0
5	3.2	1.6	2.4	1.0
6	4.0	2.0	2.0	1.0

将所有试管 35 ℃ 水浴,保温 3 h 后取出 2~6 号管放入冰水中;1 号管取出冷却至室温,再加入 1 mL 20 g·L⁻¹ 2,4-二硝基苯肼溶液,室温放置 10 min 转至冰水。分别在每支试管中缓慢滴加 85%硫酸 5 mL,并不断摇动试管。从冰水中取出试管在室温放置 30 min 后,以 1 号管为空白对照,测定 500 nm 处吸光度。以标准抗坏血酸浓度(μg·mL⁻¹)为纵坐标,A_{500 nm} 值为横坐标绘制标准曲线(图 1)。得回归方程 $Y=0.018\ 3X-0.000\ 2$, $R^2=0.995\ 6$,在 0~4 μg·mL⁻¹ 范围内与吸光度有很好的线性关系。

1.2.2 柿子中维生素 C 含量的测定方法 称取 14 g 不同发育阶段柿子样品(果皮Ⅰ、果肉Ⅱ、种子Ⅲ、柿蒂Ⅳ)和 14 g 20 g·L⁻¹ 草酸溶液,加入组织捣碎机中打成匀浆,两层纱布过滤,将滤液倒入 100 mL 容量瓶,用草酸溶液清洗并过滤,将滤液并入同一容量瓶中,重复 3~4 次。最后用 10 g·L⁻¹ 草酸溶液定容至 100 mL,混匀备用。

将上述样品提取液 25 mL 置于 100 mL 锥形

瓶中,加活性炭 1 g,振摇 2 min 过滤,弃去最初数毫升滤液,取 10 mL 经氧化提取液,加入 10 mL 20 g·L⁻¹ 硫脲溶液,混匀完成氧化处理,于 500 nm 处测定吸光度值。

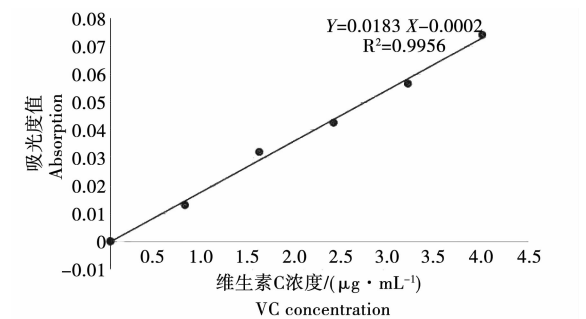


图 1 维生素 C 标准曲线

Fig. 1 Standard curve of vitamin C

1.2.3 数据分析 根据标准曲线计算出每 100 g 样本中维生素 C 的含量。使用软件 GraphPad prism 5 对试验中所得数据进行分析,所得数据间采用 t 检验方法进行数据分析比较。

2 结果与分析

2.1 柿发育过程中各部位维生素 C 含量

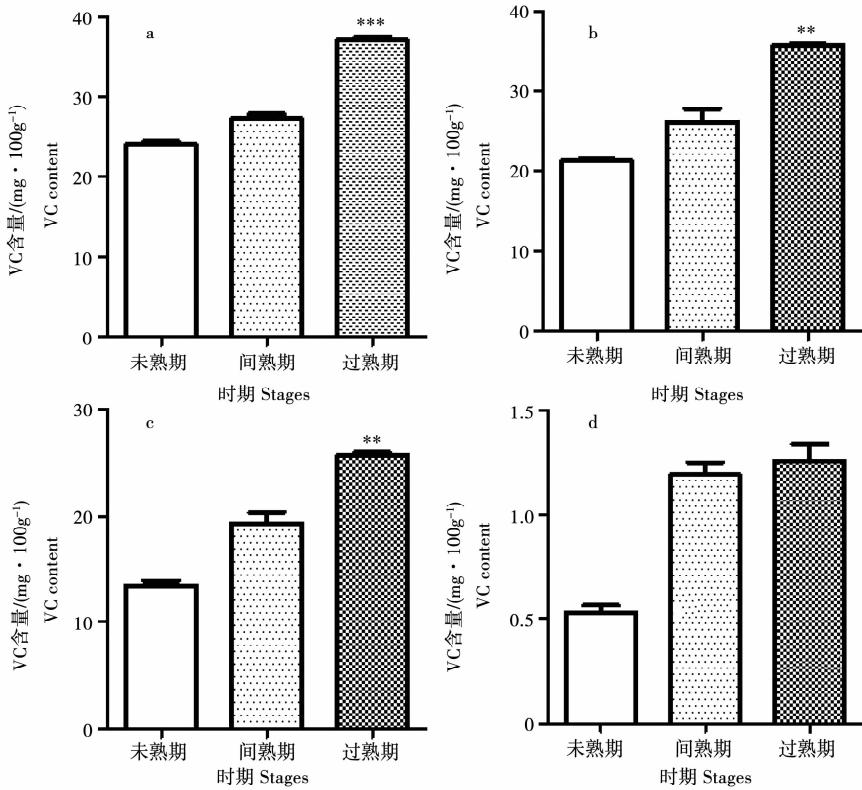
根据上述标准曲线,计算出样本中维生素 C 含量($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$),结果表明,随着柿子发育,其不同部位的维生素 C 含量各不相同。其中过熟程度的柿子果皮($37.03\pm 0.896\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$)与果肉($35.73\pm 0.225\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$)中维生素 C 的含量均高于《中国食物成分表》中的平均数

据($30\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$),详见表 2。

表 2 邢台地区柿子不同部位在不同时期的维生素 C 含量

Table 2 Vitamin C content in different parts of persimmon at different periods in Xingtai area

发育阶段 Developmental stage	维生素 C 含量/($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$) Vitamin C content			
	果皮 Pericarp	果肉 Flesh	种子 Seed	柿蒂 Persimmon calyx
未熟期 Immature stage	24.12 ± 0.657	21.21 ± 0.527	13.50 ± 0.767	0.53 ± 0.060
间熟期 Maturity stage	27.30 ± 0.963	26.15 ± 2.849	19.33 ± 1.800	1.19 ± 0.098
过熟期 Over mature stage	37.03 ± 0.896	35.73 ± 0.225	25.73 ± 0.390	1.26 ± 0.140



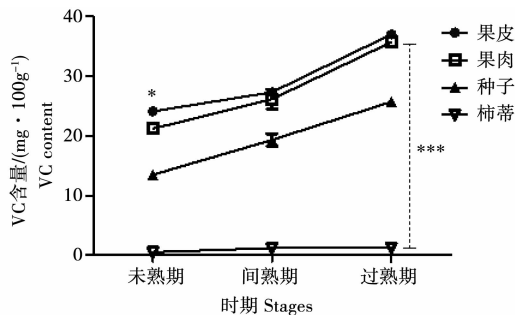
a、b、c、d分别为柿果皮、柿果肉、柿种子、柿蒂中维生素C的含量。***: 与间熟期相比($P < 0.001$), **: 与间熟期相比($P < 0.01$)
Vitamin C contents in persimmon peel, persimmon flesh, persimmon seeds and persimmon calyx was expressed by a, b, C and d, respectively.
***: Compared with the maturity stage($P < 0.001$), **: Compared with the maturity stage($P < 0.01$).

图 2 柿子各发育期维生素 C 含量

Fig. 2 Vitamin C content in persimmon at different developmental stages

2.3 柿子果皮和果肉中维生素C含量

由图3可知,在柿子的果皮、果肉、种子以及柿蒂中,果皮和果肉当中的维生素C含量最高,与种子、柿蒂相比,均有极显著性差异,且各个时期均有相同的趋势。而果皮和果肉相比,维生素C在果皮中的含量有更高的趋势,但只在未熟期时有显著性差异,说明果皮与果肉中均富含维生素C。



***:各时期果皮、果肉与种子、柿蒂相比($P<0.001$);*:未熟期果皮与果肉相比($P<0.05$)

*** indicates that the peel and pulp of each period were compared with seeds and persimmon calyx($P<0.001$);* indicates that the pericarp and pulp at immature stage are different from those at pulp stage($P<0.05$)

图3 柿不同部位维生素C含量

Fig. 3 Vitamin C content in different part of persimmon

3 结论

邢台地区柿资源丰富,结合太行山地区水土资源特点,导致邢台地区柿子的营养成分含量可能会有所不同。本试验结果表明,邢台地区柿子在发育过程中维生素C含量逐渐增加,至过熟期时达到最大值,且在此时维生素C含量明显高于《中国食物成分表》中数据,比标准值高约23%左右,充分地证明了邢台地区柿子营养结构方面的特色。

本研究对柿子的不同部位进行检测,结果表明,在柿子果实、果皮、种子和柿蒂几个部位中,果

实和果皮中含有的维生素C量最高,分别为35.73和37.03 $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$,高于《中国食物成分表》中数据,而种子里面的维生素C含量相对较低,为25.73 $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$,柿蒂中维生素C的含量最低,为1.26 $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ 。果皮中维生素C的含量略高于果肉中,但这两个部位,除了未熟期以外,并无显著性差异,说明柿子高含量的维生素C主要存在于果皮和果肉当中。

4 展望

柿子具有多种生物活性成分和药理学功效,但对于柿子活性成分和药理学机制等研究较少,且不系统、不深入。柿资源中维生素C的含量与生长环境、成熟度、不同部位有很大的关系,邢台地区柿种植资源丰富、品种较多,地形、土质等自然条件特殊而复杂,若能对本地区柿子的活性成分以及药理作用进行全面而深入的了解,将对于本地区柿产品的研究和开发提供重要科学依据,促进本地区柿产业的快速发展,提高当地农民经济收入。

参考文献:

- [1] 韦建华,李耀华,蔡少芳,等. HPLC测定柿子中齐墩果酸与熊果酸的含量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(13): 48-50.
- [2] 肖竦. 毛细管电泳测定柿子中维生素C的含量[J]. 广州化学, 2011(2): 36-40.
- [3] 胡青素,龚榜初,谭晓风,等. 柿子的应用价值及发展前景[J]. 湖南农业科学, 2010(1): 103-106.
- [4] 李金梅,许辉,杨秋林,等. 高效液相色谱法测定茶叶中五种水溶性维生素[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(8): 138-140.
- [5] 马宏飞,卢生有,韩秋菊,等. 紫外分光光度法测定五种果蔬中维生素C的含量[J]. 化学与生物工程, 2012, 29(8): 92-94.
- [6] 胡庆兰,丰蒙. 紫外分光光度法测定柚子中维生素C的含量[J]. 湖北第二师范学院学报, 2016(8): 5-7.
- [7] 杨晶晶,刘英,曲媛,等. 不同方法测定三七花、茎叶中维生素C含量[J]. 食品工业科技, 2014(24): 53-56.

Determination of Vitamin C Content in Different Parts of Development Process of Persimmon in Xingtai Area

ZHU Xiu-min, DU Jun-xia

(Xingtai University, Xingtai 054001, China)

Abstract: In order to understand the nutrient content of persimmon in Xingtai area and further promote the application of persimmon resources, Vitamin C content of persimmon at different developmental stages and parts in Xingtai area was determined by 2,4-dinitrophenylhydrazine method. The results showed that the vitamin C content of persimmon in Xingtai area increased gradually during its development and reached the highest level at the overripening stage. Vitamin C was mainly found in the pericarp ($37.03 \text{ mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$) and pulp ($35.73 \text{ mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$), which was significantly higher than the data in the chinese food composition table ($30 \text{ mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$), while the content of vitamin C in seeds and persimmon calyx was very low.

Keywords: Xingtai; persimmon; vitamin C