

柿资源叶中维生素 C 含量的年动态变化及其多样性

张嘉嘉^{1,2}, 梁玉琴^{1,2}, 梁晋军^{1,2}, 傅建敏^{1,2*}

(1.国家林业局泡桐研究开发中心, 河南 郑州 450003; 2.中国林业科学研究院经济林研究开发中心, 河南 郑州 450003)

摘 要:采用高效液相色谱法, 对 87 份柿种质资源叶中的维生素 C 含量进行测定, 分析柿种质资源叶维生素 C 含量的多样性, 并对其中 15 份材料的叶维生素 C 含量年动态变化进行分析。结果表明: 15 份野生和栽培资源叶中维生素 C 含量随生长时间呈多样性变化; 柿近缘种、野柿、甜柿、涩柿品种叶中维生素 C 含量的变异系数分别为 33.21%、18.61%、30.89%、25.30%, 含量均值为 13.58、10.13、9.98 和 9.21 mg/g; 野生资源叶中的维生素 C 含量从展叶期到落叶期一直保持较高水平。87 份柿种质资源叶中的维生素 C 含量为 1.93~23.91 mg/g, 变异系数为 44.17%, 多样性指数为 1.96; 野生资源类型的叶中维生素 C 含量极显著高于甜、涩柿品种类型($P < 0.01$), 而甜柿类型和涩柿类型叶中维生素 C 含量间的差异无统计学意义; 聚类分析结果表明, 按柿叶维生素 C 含量的高低可将柿种质资源分为高、中、低 3 个类群, 其中类群 III 的 10 份资源(湖南野柿 1 号、美洲柿、浙江柿、牛头柿、南化牛心柿、江苏野柿 2 号、湖北野柿 2 号、大平核、孟津红柿和湖北野柿 1 号)为柿叶维生素 C 含量高的种质资源。

关 键 词: 柿; 叶片; 维生素 C; 年动态变化; 多样性

中图分类号: S665.2

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2014)03-0288-06

Annual variation and diversity of vitamin C in leaves of persimmon germplasm

ZHANG Jia-jia^{1,2}, LIANG Yu-qin^{1,2}, LIANG Jin-jun^{1,2}, FU Jian-min^{1,2*}

(1.China Paulownia Research Center, Zhengzhou 450003, China; 2.Non-timber Forest Research and Development Center of Chinese Academy of Forestry, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: Diversity and content of vitamin C in persimmon germplasm were analyzed using RP-HPLC by taken 87 persimmon germplasm leaves as resources, and 15 out of them were employed to their annual variation research. The results indicated that the vitamin C content in leaves of 15 wild and cultivar genotypes had a complex variation with growing time; the variation coefficient of vitamin C in the related varieties, silvestris persimmon, non-astringent varieties and astringent varieties were 33.21%, 18.61%, 30.89%, and 25.30% respectively, with their respective mean of 13.58, 10.13, 9.98, and 9.21 mg/g; vitamin C content in wild genotypes maintained a higher level from shoots expanding to leave falling period. Content of vitamin C in the 87 persimmon germplasm varied from 1.93 to 23.91 mg/g, with a variation coefficient of 44.17% and a diversity index of 1.96; vitamin C content in wild genotypes was significantly ($P < 0.01$) higher than that of non-astringent varieties and astringent varieties, whilst, there was no statistical difference between non-astringent varieties and astringent varieties. The persimmon germplasm could be classified into three types (high, medium and low) according to the level of vitamin C content from the result of cluster analysis. Out of 10 germplasm in groups III (No.1 of Hunanyeshi, *D. virginiana*, *D. glaucifolia*, Niutoushi, Nanhuanixunshi, No.2 of Jiangsuyeshi, No.2 of Hubeiyeshi, Dapinghe, Mengjinhongshi and No.1 of Hubeiyeshi) were rich in vitamin C.

收稿日期: 2014-05-05

基金项目: 国家“十二·五”农村领域科技计划项目(2013BAD14B05)

作者简介: 张嘉嘉(1987—), 男, 河南内黄人, 硕士研究生, 主要从事经济林栽培育种研究, Jiajiazhang1987@126.com; *通信作者, fjm371@163.com

Key words: persimmon; leaves; vitamin C; annual variation; diversity

柿(*Diospyros kaki* L.)为柿科(Ebenaceae)柿属(*Diospyros*)植物^[1-3]。现代研究表明,柿叶含有丰富的维生素 C、芦丁、胆碱、黄酮苷、胡萝卜素、多种氨基酸及铁、锌、钙等对人体健康有益的营养成分,具有抗菌消炎、生津止渴、清热解毒、润肺强心、镇咳止血、抗癌防癌等多种保健功能^[4]。自 1942 年 Vinson 等^[5]报道柿叶含有丰富的维生素 C 以来,Mallavadhani^[6]、Chen^[7]等又先后分离鉴定出柿叶中多种活性物质,并发现其叶中维生素含量比一般植物叶高出几倍到几十倍^[8-9]。目前,虽然已有关于柿叶片维生素 C 含量多样性的研究^[10-13],但其研究材料主要是针对个别柿资源,且柿叶维生素 C 含量测定大多在落叶期^[14],研究结果具有一定的局限性。笔者分析 87 份柿种质资源叶片维生素 C 含量的多样性,探寻其中 15 份柿材料叶片维生素 C 含量的年动态变化规律,以期对柿叶的开发利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材 料

以中国林业科学研究院经济林研究开发中心原阳试验基地(34°55.30′~34°56.45′N, 113°46.24′~113°47.59′E)柿属资源圃的 3 年生未结果柿属植物为试材,其中包括 5 份柿近缘种、10 份野柿资源和 72 份柿栽培品种(59 份涩柿品种和 13 份甜柿品种),共计 87 份试验材料。由于柿近缘种和野柿均处于野生和半野生状态,所以将其统称为野生资源。

1.2 方 法

于展叶期至落叶期(2013 年 4 月 30 日至 2013 年 9 月 27 日),选取 5 份柿近缘种(金枣柿、油柿、浙江柿、美洲柿和君迁子)、3 份野柿(浙江野柿、陕西野柿 1 号和湖南野柿 2 号)、4 份涩柿品种(黑柿、

面窝窝、吊柿、耀县五花柿)、3 份甜柿品种(正月、阳丰、富有),共计 15 份试验材料,每隔 10 d 采柿叶样品 1 次,进行柿叶维生素 C 含量年动态变化研究。2013 年 6 月 29 日采集 87 份柿种质资源叶片,测定其叶中维生素 C 含量,并分析柿资源叶中维生素 C 含量的多样性。具体做法:于每份试验材料中选取 3~5 株树,采集其枝条中部典型叶片,采后立即放入低温箱中带回实验室。将叶片剪碎、混匀,称取 1.00 g 鲜叶放入研钵中,用 30 g/L 偏磷酸和 8% 的冰醋酸冰浴研磨提取,定容至 100 mL,将匀浆液低速离心 5 min,取上清液,用 0.22 μm 微孔滤膜抽滤,参照文献^[15]对上述柿叶样品中维生素 C 含量进行液相色谱分析,3 次重复,结果取其平均值。

1.3 数据处理与分析

参照文献^[16-17]中的方法,采用 SPSS 20.0 和 Microsoft Office Excel 2007 对数据进行分析;对 87 份柿种质资源进行 Ward 法^[18]聚类分析,对不同柿类型进行单因素方差分析和 Tukey HSD 多重比较,绘制 15 份试验材料叶中维生素 C 含量的年动态变化图。

2 结果与分析

2.1 柿资源叶中维生素 C 含量的多样性

由表 1 可知,柿种质资源叶中维生素 C 含量的多样性丰富。87 份柿种质资源的柿叶维生素 C 含量为 1.93 ~ 23.91 mg/g(有约 50%的柿叶维生素 C 含量为 6.85 ~ 11.54 mg/g),均值为 9.45 mg/g,变异系数为 44.17%,多样性指数为 1.96,各柿种质资源柿叶维生素 C 含量间的差异部分达极显著水平($P < 0.01$),其中,含量最高的为湖南野柿 1 号,最低的为君迁子 1 号,前者是后者的 12.4 倍。

表 1 87 份柿资源的叶中维生素 C 含量
Table 1 Vitamin C content in leaves of 87 persimmon germplasm mg/g

编号	柿资源	资源类型	V-C 含量	编号	柿资源	资源类型	V-C 含量
1	油柿	近缘种	9.63±0.01	9	湖北野柿 1 号	野柿	15.21±0.01
2	浙江柿	近缘种	18.41±0.09	10	湖北野柿 2 号	野柿	16.02±0.01
3	美洲柿	近缘种	21.70±0.01	11	江苏野柿 1 号	野柿	10.62±0.52
4	金枣柿	近缘种	11.71±0.03	12	江苏野柿 2 号	野柿	16.83±2.02
5	君迁子	近缘种	13.80±0.10	13	江西野柿	野柿	10.26±0.05
6	浙江野柿	野柿	9.25±0.03	14	陕西野柿 1 号	野柿	6.91±0.05
7	湖南野柿 1 号	野柿	23.91±0.48	15	陕西野柿 2 号	野柿	8.01±0.04
8	湖南野柿 2 号	野柿	7.78±0.03	16	耀县五花柿	涩柿	3.60±0.02

续 表				mg/g			
编号	柿资源	资源类型	V-C 含量	编号	柿资源	资源类型	V-C 含量
17	台湾正柿	涩柿	6.85±0.02	53	孟津红柿	涩柿	15.31±0.31
18	南化牛心	涩柿	16.99±0.04	54	诏安元宵柿	涩柿	9.27±0.56
19	火晶柿	涩柿	12.85±0.63	55	南京铜盆	涩柿	6.25±0.05
20	牛头柿	涩柿	17.35±1.02	56	孟津摘家烘	涩柿	9.97±0.39
21	富平盘柿	涩柿	7.82±0.66	57	孟津镜面	涩柿	11.54±0.14
22	新安牛心柿	涩柿	12.13±0.45	58	临潼方柿	涩柿	2.34±0.02
23	平核无	涩柿	8.33±0.01	59	栾川八月黄	涩柿	6.93±0.11
24	吊柿	涩柿	10.17±0.05	60	大磨盘	涩柿	8.47±0.02
25	永济木柿	涩柿	4.69±0.53	61	孝义牛心	涩柿	7.66±0.02
26	三原鸡心黄	涩柿	10.59±0.12	62	白柿	涩柿	7.91±0.65
27	新红柿	涩柿	7.98±0.02	63	孟津天生蛋	涩柿	9.03±0.77
28	鄠阳罐罐柿	涩柿	5.38±0.26	64	冬青	涩柿	10.42±0.02
29	玉环长柿	涩柿	3.59±0.09	65	长安怀抱月	涩柿	9.18±0.24
30	海安小方柿	涩柿	10.48±0.02	66	祁东磨盘	涩柿	5.80±0.47
31	休宁扁塌柿	涩柿	5.59±0.45	67	华县青旋	涩柿	5.12±0.53
32	大平核	涩柿	15.52±0.04	68	栾川出头	涩柿	12.75±0.21
33	博爱八月黄	涩柿	12.07±0.01	69	偃师牛心	涩柿	7.95±0.02
34	富平尖柿	涩柿	11.30±0.20	70	水葫芦	涩柿	8.78±0.19
35	面窝窝	涩柿	13.07±0.06	71	雁过红	涩柿	3.65±0.02
36	黄边小鸡心	涩柿	3.45±0.01	72	面糊卵	涩柿	1.99±0.08
37	小火罐	涩柿	5.80±0.02	73	斤柿	涩柿	13.04±0.22
38	磨盘	涩柿	6.17±0.11	74	日本黑柿	涩柿	8.57±0.54
39	黑柿	涩柿	12.16±0.01	75	正月	甜柿	13.29±0.01
40	小面糊	涩柿	10.15±0.24	76	甘秋	甜柿	7.02±0.48
41	大火罐	涩柿	8.99±0.48	77	晚御所	甜柿	8.93±0.04
42	历城大面糊	涩柿	8.74±0.02	78	花御所	甜柿	10.60±0.03
43	大萼子	涩柿	6.00±0.31	79	次郎	甜柿	11.32±0.02
44	小萼子	涩柿	6.65±0.01	80	甜宝盖	甜柿	5.53±0.02
45	长安王后	涩柿	2.27±0.03	81	阳丰	甜柿	8.56±0.04
46	邢台绵瓢柿	涩柿	5.97±0.15	82	富有	甜柿	9.07±0.01
47	苍山托柿	涩柿	1.93±0.01	83	西村早生	甜柿	10.93±0.78
48	栾川牛心	涩柿	5.81±0.01	84	上西早生	甜柿	7.91±0.01
49	镜面柿	涩柿	10.29±0.33	85	新秋	甜柿	9.39±0.14
50	浙江方山柿	涩柿	13.44±0.38	86	兴津 20	甜柿	7.43±0.38
51	七月糙	涩柿	9.07±0.30	87	甘百目	甜柿	8.11±0.89
52	临潼板柿	涩柿	8.75±1.02				

试验结果表明,野生资源的柿叶维生素 C 含量与甜柿间的差异和与涩柿间的差异均达到极显著水平($P<0.01$)。15 份野生资源柿叶维生素 C 含量为 6.91~23.91 mg/g(约 50%的柿叶维生素 C 含量为 9.25~16.83 mg/g),均值为 13.34 mg/g,变异系数为 39.12%,多样性指数为 1.81;59 份涩柿资源柿叶维生素 C 含量为 1.93~17.35 mg/g(约 50%的柿叶维生素 C 含量为 5.81~10.59 mg/g),均值为 8.54 mg/g,变异系数为 43.19%,多样性指数为 2.03;13 份甜柿资源柿叶维生素 C 含量为 5.53~13.29 mg/g(约 50%的柿叶维生素 C 含量为 7.67~10.77 mg/g),均值为 9.08 mg/g,变异系数为 22.63%,多样性指数为 1.93。

2.2 不同柿种质资源叶中维生素 C 含量的年动态变化

由表 2 可知,15 份柿种质资源柿叶中维生素 C 含量的年动态变化波动较大,柿近缘种和野柿及甜、涩柿品种的变异系数分别为 33.21%、18.61%、30.89%、25.30%,含量均值为 13.58、10.13、9.98 和 9.21 mg/g,变异系数最大的为阳丰(44.31%),最小的为吊柿(17.52%)。从展叶期到落叶期,野生资源柿叶维生素 C 含量一直保持较高水平,耀县五花柿的年均含量最低,为 6.37 mg/g,美洲柿的最高,为 21.73 mg/g,两者差值为 15.36 mg/g。

表2 15份柿资源叶中维生素C含量的均值和变异系数

Table 2 Mean and variation coefficient of vitamin C content in leaves of 15 persimmon germplasm

柿类型	(品)种	维生素 C 含量	
		均值/(mg·g ⁻¹)	变异系数/%
近缘种	油柿	14.31	42.79
	浙江柿	14.90	33.95
	美洲柿	21.73	24.88
	金枣柿	9.49	33.57
	君迁子	7.46	30.84
野柿	浙江野柿	7.83	29.56
	湖南野柿 2 号	11.48	23.95
	陕西野柿 1 号	11.07	33.20
涩柿	黑柿	10.69	38.61
	面窝窝	10.89	35.92
	吊柿	8.89	17.52
	耀县五花柿	6.37	34.28
甜柿	正月	10.25	32.92
	阳丰	10.79	44.31
	富有	8.89	28.64

试验结果表明,柿近缘种柿叶维生素 C 含量由高到底依次为美洲柿、浙江柿、油柿、金枣柿、君迁子,君迁子的含量仅为美洲柿的 34.33%。由图 1 可见,除君迁子的年动态变化曲线为单峰曲线(最高峰出现时间为 6 月下旬)外,其余近缘种的均为双峰曲线(金枣柿、油柿、浙江柿、美洲柿的最高峰出现时间分别为 5 月中下旬、7 月上旬、7 月中旬和 8 月上旬)。总体而言,除君迁子外,其余近缘种的柿叶维生素 C 含量的年变化趋势基本一致。

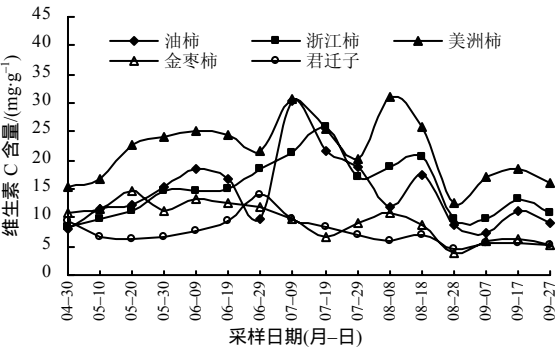


图 1 柿近缘种叶中维生素 C 含量的年动态变化

Fig.1 Annual variation of vitamin C in leaves of relative persimmon germplasm

野柿柿叶维生素 C 含量由高到底依次为湖南野柿 2 号、陕西野柿 1 号、浙江野柿,其中,浙江野

柿的含量比湖南野柿 2 号低 3.65 mg/g。由图 2 可见,除浙江野柿的年动态变化曲线为单峰曲线(最高峰出现时间为 5 月上旬)外,陕西野柿 1 号和湖南野柿 2 号的均为双峰曲线,且陕西野柿 1 号和湖南野柿 2 号的最高峰出现时间均为 8 月上旬。

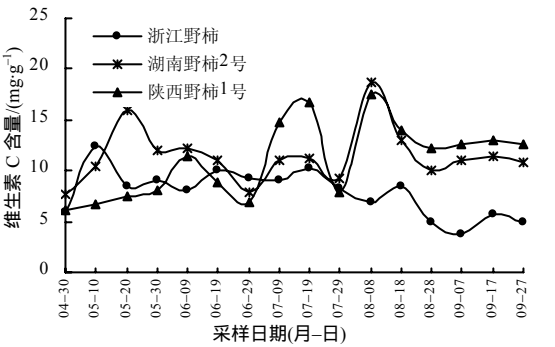


图 2 野柿叶中维生素 C 含量的年动态变化

Fig.2 Annual variation of vitamin C in leaves of wild persimmon germplasm

涩柿柿叶维生素 C 含量由高到底依次为面窝窝、黑柿、吊柿、耀县五花柿,耀县五花柿的含量比面窝窝的低 4.52 mg/g。由图 3 可见,除耀县五花柿的年动态变化曲线为单峰曲线(最高峰出现时间为 5 月下旬)外,面窝窝和黑柿的均为双峰曲线(面窝窝和黑柿的最高峰出现时间分别为 7 月中旬和 7 月上旬),吊柿的为 3 峰曲线(最高峰出现时间为 7 月上旬)。总体而言,除耀县五花柿外,其余涩柿品种的柿叶维生素 C 含量年动态变化趋势基本一致。

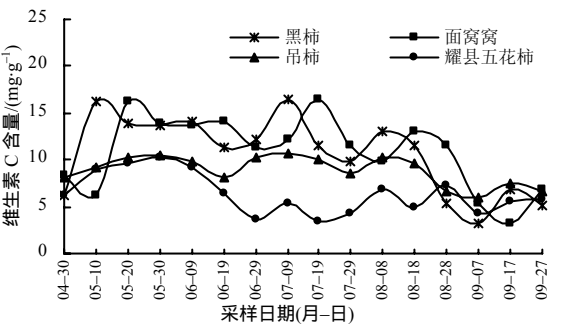


图 3 涩柿叶中维生素 C 含量的年动态变化

Fig.3 Annual variation of vitamin C in leaves of astringent persimmon germplasm

甜柿柿叶维生素 C 含量由高到底依次为阳丰、正月、富有。由图 4 可见,除阳丰柿的年动态变化曲线为单峰曲线(最高峰出现时间为 5 月上旬)外,正月和富有品种的均为双峰曲线,正月和富有的最高峰出现时间分别为 5 月上旬和 7 月中旬。总体而言,3 个甜柿品种的柿叶维生素 C 含量年动态变化趋势基本一致。

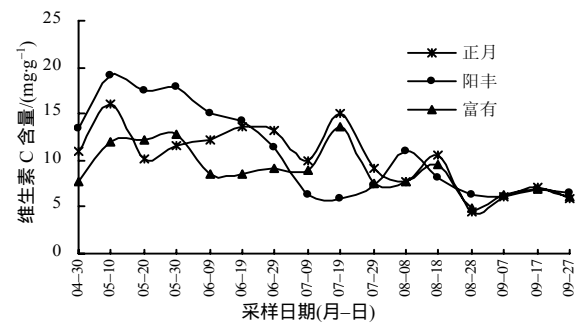


图 4 甜柿叶中维生素 C 含量的年动态变化

Fig.4 Annual variation of vitamin C in leaves of non-astringent persimmon germplasm

2.3 聚类分析结果

由图 5 可知，87 份柿种质资源的柿叶维生素 C 含量可分为高、中、低 3 大类群。类群 I 为低含量类群，有 20 份种质，占供试种质的 22.99%，其中除甜宝盖外，其余的均为中国涩柿栽培品种；类群 II 为中含量类群，有 57 份种质，占供试种质的 65.52%，其中野生资源 9 份、栽培资源 48 份，包括了所有的日本甜柿资源。类群 II 又可分为 2 个小类群，II-1 有 32 份种质，占供试种质的 36.78%，为维生素 C 含量中等偏下类群；II-2 具有 25 份种质，占供试种质的 28.74%，为维生素 C 含量中等偏上类群。类群 III 为高含量类群，有 10 份种质，占供试种质的 11.49%，包括美洲柿、湖南野柿 1 号、湖北野柿 1 号、湖北野柿 2 号、江苏野柿 2 号、浙江柿等 6 份野生资源和孟津红柿、大平核、南化牛心柿、牛头柿等 4 份涩柿资源。

3 结论与讨论

柿种质资源叶片维生素 C 含量随季节变化呈多样性变化。柿栽培品种叶中的维生素 C 含量在春季最高^[11]，成熟叶在 6 月时的维生素 C 含量高于 4 月和 9 月的^[19]。本研究，在整个生长季节，柿叶中的维生素 C 含量以 7、8 月中上旬的较高，这可能是由地域条件^[12]和年份间气候不同造成的。君迁子的叶片维生素 C 含量在 5—7 月较高，但在 7 月下旬逐渐下降^[20]。本研究结果与其存在差异，这可能与试验材料君迁子的类型有关。不同植物中维生素 C 含量的年变化规律不同^[20]。本研究中，15 份柿种质资源叶中维生素 C 含量的年变化规律各不相同，这与张红梅等^[21]对野生蔬菜的研究结果相同。本研究中柿叶维生素 C 含量的年动态变化可为柿叶采收期的确定提供参考。

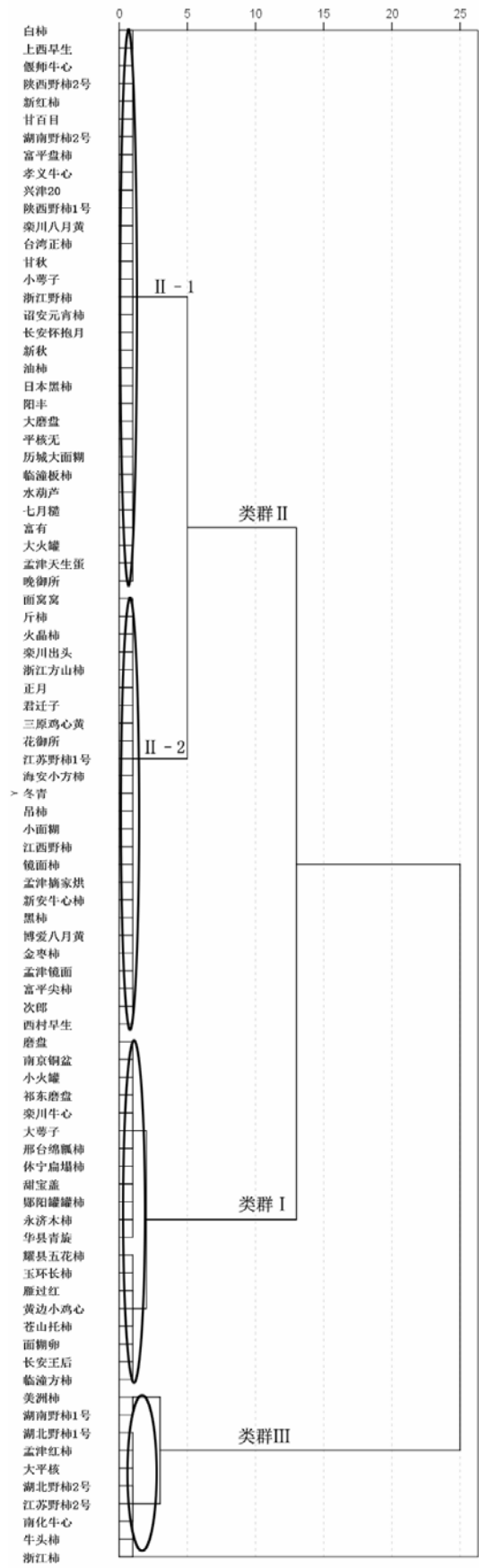


图 5 柿资源聚类分析结果

Fig.5 Cluster trend diagram of persimmon germplasm

叶中维生素 C 含量与植物的种类、生长环境和叶片成熟度有很大的关系^[12,19], 因此, 本研究中的试验材料均取自同一地区, 并选取枝条中部典型叶片, 以保证生长环境相同。梁文斌等^[8]对湖南省 410 种植物叶中的维生素 C 含量进行研究, 发现柿叶片的维生素 C 含量最高, 其中油柿叶片维生素 C 含量为 31.48 mg/g。本研究结果与其基本一致。费学谦等^[11]对 20 份柿种质资源叶中维生素 C 含量进行研究, 发现野生资源、涩柿品种、甜柿品种的叶片维生素 C 含量依次减少。本研究中野生资源、甜柿品种、涩柿品种的叶片维生素 C 含量依次减少。该结果与卢涛等^[14]关于落叶期 75 份柿种质资源的研究结果相符, 但与文献^[14]中柿叶维生素 C 测定结果存在差别。这可能是由采样时期不同造成的。本研究中的聚类分析结果与柿种质类型没有明显关系。云南省大豆地方品种 11 个农艺性状的聚类分析结果^[22]表明, 来源于相同地区的大部分品种聚在一起, 但也有少数地区来源相同的品种没有聚到一起。本研究中柿的聚类分析结果与柿(品)种地理来源没有明显关系。

综上分析, 柿资源叶中维生素 C 含量的多样性丰富, 可直接筛选叶片维生素 C 含量高的柿资源进行多年、多点区试, 以选育优良柿资源单株; 类群中的 10 份柿种质资源可作为优良亲本进行杂交育种, 以期获得柿叶维生素 C 含量高的子代。

参考文献:

- [1] 李树刚. 中国植物志: 第 60 卷第 1 分册[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 84-154.
- [2] 冉先德. 中华药海: 上册[M]. 哈尔滨: 哈尔滨出版社, 1993: 1529.
- [3] 孙化鹏. 湖南省柿资源优选及柿叶黄酮类化合物分离鉴定研究[D]. 湖南农业大学, 2010.
- [4] 赵宁斌. 柿叶开发研究及其产业化生产[J]. 农村实用工程技术: 温室园艺, 2001(11): 27-28.
- [5] Vinson C G, Cross F B. Vitamin C content of persimmon leaves and fruits[J]. Science, 1942, 96: 430-431.
- [6] Mallavadhani U V, Panda A K, Rao Y R. Review article number 134 pharmacology and chemotaxonomy of *Diospyros*[J]. Phytochemistry, 1998, 49(4): 901-951.
- [7] Chen G, Lu H, Wang C, et al. Effect of five triterpenoid compounds isolated from leaves of *Diospyros kaki* on stimulus-induced superoxide generation and tyrosyl phosphorylation in human polymorphonuclear leukocytes[J]. Clinica Chimica Acta, 2002, 320(1): 11-16.
- [8] 梁文斌, 胡春水, 余祥威. 湖南 410 种植物叶 V-C 含量及分布规律[J]. 中南林学院学报, 2000, 20(1): 61-64.
- [9] Hussein H K, Elnaggar M H, Al-Dailamy J M. Protective role of vitamin C against hepatorenal toxicity of fenvalerate in male rats[J]. Global Advanced Research Journal of Environmental Science and Toxicology, 2012(1): 60-65.
- [10] 余祥威, 李来庚, 危建新, 等. 柿树属叶营养成分及特性的研究[J]. 中国林副特产, 1990(2): 14-16.
- [11] 费学谦, 周立红, 龚榜初. 不同柿种柿叶维生素 C 和酚类物质的差异[J]. 林业科学研究, 2004, 17(5): 616-622.
- [12] Davey M W, Montagu M V, Inze D, et al. Plant L-ascorbic acid: Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2000, 80(7): 825-860.
- [13] 危建新, 余祥威. 柿叶维生素 C 贮藏保存方法的研究[J]. 中南林学院学报, 1990, 10(1): 44-47.
- [14] 卢涛, 李明军, 蒲飞, 等. 柿资源叶片中抗坏血酸和谷胱甘肽含量的多样性研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2008, 36(7): 45-50.
- [15] 张嘉嘉, 孙鹏, 周道顺, 等. 高效测定柿叶中维生素 C 的反相液相色谱法[J]. 计算机与应用化学, 2013, 30(11): 1379-1382.
- [16] 孙建, 刘红艳, 赵应忠, 等. 芝麻种质资源叶绿素含量的多样性分析[J]. 江西农业学报, 2009, 21(12): 5-9.
- [17] 徐超华, 陆鑫, 马丽, 等. 斑茅种质资源的表型性状及遗传多样性[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2014, 40(2): 117-121.
- [18] 李萍. 苹果属植物叶片类黄酮的含量及多样性研究[D]. 中国农业科学院, 2010.
- [19] 王红. 柿树叶 V-C 含量的对比性研究[J]. 山西师范大学学报: 自然科学版, 2002, 16(1): 76-78.
- [20] 梁文斌, 胡春水. 枣, 拐枣和君迁子等叶片中 V-C 含量的变化[J]. 中南林学院学报, 2000, 20(2): 70-72.
- [21] 张红梅, 陈新, 顾和平, 等. 高 V-C 含量野生蔬菜资源筛选与不同采收期 V-C 变化[J]. 福建农业学报, 2011(3): 399-404.
- [22] 赵银月, 耿智德, 保丽萍, 等. 云南省大豆地方品种资源的主成分分析及聚类分析[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2008(S1): 120-122.

责任编辑: 王赛群

英文编辑: 王 库