

网络出版时间:2015-12-02 14:25

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2016.01.021

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20151202.1425.042.html>

河南省柿种质资源叶片总酚、黄酮和单宁含量的差异分析

梁玉琴^{1,2}, 韩卫娟¹, 张嘉嘉¹, 梁晋军^{1,2}, 孙 鹏¹, 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] 【目的】分析河南省柿种质资源叶片中总酚、总黄酮和单宁含量的差异性,并根据成分含量对资源进行评价及分类,初步筛选出高含量优良柿种质。【方法】对来自河南省不同地区的122份柿种质资源进行叶片总酚、总黄酮和单宁含量测定,分析各成分含量的差异性、分布规律和相关性及其在不同地区间的差异性,并根据各成分含量高低进行资源分类与筛选。【结果】河南省柿资源叶片中总酚、总黄酮和单宁含量平均值分别为122.75, 81.09和52.15 mg/g,变异系数分别为30.56%, 46.85%和27.58%。总酚含量集中分布在103.87~144.25 mg/g,黄酮含量集中分布在54.39~96.93 mg/g,单宁含量集中分布在44.91~60.55 mg/g。不同地区间3种成分含量均存在极显著差异($P < 0.01$),且3种成分含量在不同地区间的变异程度大小基本一致,即洛阳最高,南阳、豫北地区次之,三门峡、平顶山相对较小。3种成分含量彼此间呈极显著正相关关系($P < 0.01$),且一元线性回归拟合效果较好。综合评价3种成分含量的高低,可将所有资源分为4大类,从中初步筛选出了14份高含量优良叶用种质。【结论】河南省柿种质资源叶片中总酚、总黄酮和单宁含量变异程度高,具有丰富的多样性,可根据任何1种成分的含量预测另外2种成分含量的高低。

[关键词] 总酚;总黄酮;单宁;柿;种质资源

[中图分类号] S665.2

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2016)01-0139-10

Differences in contents of total phenols, flavonoid and tannin in leaves of persimmon germplasms in Henan

LIANG Yu-qin^{1,2}, HAN Wei-juan¹, ZHANG Jia-jia¹,
LIANG Jin-jun^{1,2}, SUN Peng¹, FU Jian-min^{1,2}

(1 Paulownia Research & Development Center of China, State Forestry Administration, Zhengzhou, Henan 450003, China;

2 Non-timber Forestry Research & Development Center, Chinese Academy of Forestry, Zhengzhou, Henan 450003, China)

Abstract: 【Objective】The aim of this study was to synthetically assess differences in contents of phenols, flavonoid and tannin in leaves of persimmon germplasms in Henan, classify the germplasms according to contents of components, and select germplasms with high contents. 【Method】The phenols, flavonoid and tannin contents in leaves of 122 persimmon germplasms from different regions in Henan were detected. Variation, distribution and correlation of contents of the three components among different regions were analyzed. Then germplasms were clustered and selected according to contents of the components. 【Result】The mean contents of phenols, flavonoid and tannin were 122.75, 81.09 and 52.15 mg/g with variation coefficients of 30.56%, 46.85% and 27.58%, respectively. The contents of phenols, flavonoid and tannin

[收稿日期] 2014-05-21

[基金项目] 国家“十二五”科技计划项目“涩柿种质资源收集评价与新品种选育”(2013BAD14B0502)

[作者简介] 梁玉琴(1986—),女,山东烟台人,在读博士,主要从事经济林育种与栽培研究。E-mail: yqliang1986@126.com

[通信作者] 傅建敏(1966—),女,河南许昌人,副研究员,主要从事经济林育种与栽培研究。E-mail: fjm371@163.com

mainly distributed at 103.87—144.25 mg/g, 54.39—96.93 mg/g, and 44.91—60.55 mg/g, respectively. There was highly significantly difference in the three components among different regions ($P<0.01$) with the same decreasing order of Luoyang>Nanyang>northern Henan>Sanmenxia>Pingdingshan. Significant positive correlations existed among the three component contents ($P<0.01$) with good unary linear regression results. The 122 genotypes of persimmons were divided into four groups according to the contents of the three components and 14 excellent germplasms were selected for leaf utilization. 【Conclusion】 There were high variations and polymorphisms in contents of total phenols, flavonoid and tannin in leaves of persimmon germplasms in Henan. The content of one component can be used to determine the contents of other two components.

Key words: phenols; flavonoid; tannin; persimmon; germplasms

柿 (*Diospyros kaki* Thunb) 属于柿科 (Ebenaceae) 柿属 (*Diospyros*) 落叶乔木, 是重要的木本粮食树种, 具有极高的经济价值^[1], 除了果实可食用加工外, 其叶、花、皮、根、蒂等均可入药, 其中柿叶片作为传统中药材, 始载于明代药籍《滇南本草》^[2]。众多研究证明, 柿树叶片富含维生素 C、芦丁、槲皮素、山奈酚、多种氨基酸等营养成分^[3-4], 具有抗菌消炎、清热解毒、抗氧化、抗癌防癌、软化血管、降脂降压等功效^[5-6]; 已有研究表明, 黄酮类化合物是柿叶的主要药用成分^[7]。柿种质资源丰富多样, 现有品种近 1 000 种, 目前关于柿叶的研究多集中在功能成分提取方法或药理作用等方面^[8-11], 其试验材料均为单一柿品种或未知柿资源, 而针对不同资源进行叶片成分差异分析的报道极少, 仅见费学谦等^[12]对 20 份柿属植物进行了维生素 C 和酚类物质的差异分析, 卢涛等^[13]对 75 份柿资源进行了抗坏血酸和谷胱甘肽含量的多样性研究。柿树体高大枝繁叶茂, 叶片生物量可观, 随着研究的不断深入, 人们已不再局限于柿果实的利用, 也开始注重叶片有效成分的开发与利用, 相对柿众多的资源种类, 其叶片有效成分含量差异巨大, 对柿种质资源进行系统评价, 筛选叶片功能成分含量高的种质是开发

利用的基础。

黄酮是柿叶的主要功能成分, 单宁是柿叶茶制作过程中影响口感的关键因素之一, 这两类化合物均属于酚类物质, 分析不同柿资源中总酚、总黄酮和单宁含量的差异性及分布规律等, 对柿叶利用具有重要意义。河南省不仅是柿五大主产区之一, 也是柿的主要分布区之一^[14], 境内柿种质资源数量多、类型丰富。本研究对河南省不同地区的 122 份柿种质资源叶片中总酚、黄酮和单宁的含量进行了差异分析, 根据 3 种成分含量高低对柿资源进行了综合评价及分类, 从中筛选出高含量优良种质, 以期为叶用柿品种的选育提供理论依据及物质基础。

1 材料与方法

1.1 材 料

试验材料采自河南省柿资源自然分布区, 包括洛阳、三门峡、平顶山、南阳及新乡、安阳等豫北少数山区(表 1), 共计 122 份种质资源。选择树势优良、无病虫害的盛果期植株, 树龄大于 20 年, 于 2013 年 9—10 月随机采集树体各个方位枝条中部的典型成熟叶片, 低温保存带回实验室备用。

表 1 供试柿种质资源的产地及名称

Table 1 Regions and names of the persimmon germplasms analyzed

代码 Code	产地 Region	名称 Name	代码 Code	产地 Region	名称 Name
1	洛阳 Luoyang	中等牛心 Zhongdengniuxin	62	洛阳 Luoyang	半夜摸 Banyemo
2	洛阳 Luoyang	天生蛋 Tianshengdan	63	洛阳 Luoyang	牛心 Niuxin
3	洛阳 Luoyang	面疙瘩 1 Miangeda 1	64	洛阳 Luoyang	大雁过红 2 Dayanguohong 2
4	洛阳 Luoyang	洛 1 Luo 1	65	洛阳 Luoyang	鬼脸青 3 Guilianqing 3
5	洛阳 Luoyang	大牛心 1 Daniuxin 1	66	洛阳 Luoyang	小雁过红 2 Xiaoyanguohong 2
6	洛阳 Luoyang	大面疙瘩 Damiangeda	67	洛阳 Luoyang	四沟 Sigou
7	洛阳 Luoyang	洛 2 Luo 2	68	洛阳 Luoyang	洛 13 Luo 13
8	洛阳 Luoyang	大牛心 2 Daniuxin 2	69	南阳 Nanyang	尖顶 Jianding
9	洛阳 Luoyang	小雁过红 1 Xiaoyanguohong 1	70	南阳 Nanyang	南 1 Nan 1
10	洛阳 Luoyang	面疙瘩 2 Miangeda 2	71	南阳 Nanyang	南 2 Nan 2

续表 1 Continued table 1

代码 Code	产地 Region	名称 Name	代码 Code	产地 Region	名称 Name
11	洛阳 Luoyang	水盖 Shuigai	72	南阳 Nanyang	南 3 Nan 3
12	洛阳 Luoyang	水葫芦 1 Shuihulu 1	73	南阳 Nanyang	南 4 Nan 4
13	洛阳 Luoyang	小牛心 Xiaoniuxin	74	南阳 Nanyang	南 5 Nan 5
14	洛阳 Luoyang	大雁过红 1 Dayanguohong 1	75	南阳 Nanyang	南 6 Nan 6
15	洛阳 Luoyang	面锅牌 Mianguopai	76	南阳 Nanyang	南 7 Nan 7
16	洛阳 Luoyang	小柿 2 Xiaoshi 2	77	南阳 Nanyang	南 8 Nan 8
17	洛阳 Luoyang	鬼脸青 1 Guilianqing 1	78	南阳 Nanyang	南 10 Nan 10
18	洛阳 Luoyang	八月黄 1 Bayuehuang 1	79	南阳 Nanyang	南 11 Nan 11
19	洛阳 Luoyang	石榴柿 1 Shiliushi 1	80	南阳 Nanyang	枝杈红 Zhichahong
20	洛阳 Luoyang	平底牛心 Pingdiniuxin	81	南阳 Nanyang	南 12 Nan 12
21	洛阳 Luoyang	水化牛心 Shuihuanixin	82	南阳 Nanyang	南 13 Nan 13
22	洛阳 Luoyang	大鬼脸青 Daguilianqing	83	南阳 Nanyang	南 14 Nan 14
23	洛阳 Luoyang	肉布袋 Roubudai	84	南阳 Nanyang	南 15 Nan 15
24	洛阳 Luoyang	鬼脸青 2 Guilianqing 2	85	南阳 Nanyang	南 16 Nan 16
25	洛阳 Luoyang	火柿 4 Huoshi 4	86	南阳 Nanyang	南 17 Nan 17
26	洛阳 Luoyang	羊蛋 Yangdan	87	南阳 Nanyang	南 18 Nan 18
27	洛阳 Luoyang	锅牌 Guopai	88	南阳 Nanyang	南 19 Nan 19
28	洛阳 Luoyang	血罐 Xueguan	89	南阳 Nanyang	南 20 Nan 20
29	洛阳 Luoyang	火柿 2 Huoshi 2	90	平顶山 Pingdingshan	平 1 Ping 1
30	洛阳 Luoyang	火柿 3 Huoshi 3	91	平顶山 Pingdingshan	小面黄蛋 Xiaomianhuangdan
31	洛阳 Luoyang	水葫芦 2 Shuihulu 2	92	平顶山 Pingdingshan	灰子柿 1 Huizishi 1
32	洛阳 Luoyang	盖柿 1 Gaishi 1	93	平顶山 Pingdingshan	十月红 Shiyuehong
33	洛阳 Luoyang	洛 3 Luo 3	94	平顶山 Pingdingshan	灰子柿 2 Huizishi 2
34	洛阳 Luoyang	八月黄 2 Bayuehuang 2	95	平顶山 Pingdingshan	盖牌 Gaipai
35	洛阳 Luoyang	八月黄 3 Bayuehuang 3	96	平顶山 Pingdingshan	水丈红 2 Shuizhanghong 2
36	洛阳 Luoyang	出头 1 Chutou 1	97	平顶山 Pingdingshan	雪柿 Xueshi
37	洛阳 Luoyang	磨盘 Mopan	98	平顶山 Pingdingshan	树叉红 Shuchahong
38	洛阳 Luoyang	小柿 1 Xiaoshi 1	99	平顶山 Pingdingshan	冬柿 1 Dongshi 1
39	洛阳 Luoyang	火柿 5 Huoshi 5	100	平顶山 Pingdingshan	冬柿 2 Dongshi 2
40	洛阳 Luoyang	镜面 Jingmian	101	三门峡 Sanmenxia	大馍馍 1 号 Damomo 1
41	洛阳 Luoyang	小面疙瘩 Xiaomiangeda	102	三门峡 Sanmenxia	大馍馍 2 号 Damomo 2
42	洛阳 Luoyang	石榴柿 2 Shiliushi 2	103	三门峡 Sanmenxia	重茬柿 Chongchashi
43	洛阳 Luoyang	小面葫芦 Xiaomianhulu	104	三门峡 Sanmenxia	大尖尖 Dajianjian
44	洛阳 Luoyang	莲花盘 Lianhuapan	105	三门峡 Sanmenxia	小馍馍 Xiaomomo
45	洛阳 Luoyang	洛 4 Luo 4	106	三门峡 Sanmenxia	大馍馍 3 号 Damomo 3
46	洛阳 Luoyang	洛 5 Luo 5	107	三门峡 Sanmenxia	小尖尖 Xiaojianjian
47	洛阳 Luoyang	洛 13 Luo 13	108	三门峡 Sanmenxia	峡 1 Xia 1
48	洛阳 Luoyang	鸡鸣柿 Jimingshi	109	三门峡 Sanmenxia	竹子冠 Zhuziguan
49	洛阳 Luoyang	洛 6 Luo 6	110	三门峡 Sanmenxia	火晶 Huojing
50	洛阳 Luoyang	洛 7 Luo 7	111	三门峡 Sanmenxia	鸡心 Jixin
51	洛阳 Luoyang	水牛心 Shuiniuxin	112	三门峡 Sanmenxia	吊干柿 Diaoganshi
52	洛阳 Luoyang	洛 8 Luo 8	113	三门峡 Sanmenxia	水晶 Shuijing
53	洛阳 Luoyang	洛 9 Luo 9	114	三门峡 Sanmenxia	干刺儿 Gancier
54	洛阳 Luoyang	洋布袋 Yangbudai	115	三门峡 Sanmenxia	方晶 Fangjing
55	洛阳 Luoyang	含水盘 Hanshuipan	116	三门峡 Sanmenxia	南阳红 1 Nanyanghong 1
56	洛阳 Luoyang	尿罐 Niaoguan	117	三门峡 Sanmenxia	南阳红 2 Nanyanghong 2
57	洛阳 Luoyang	面甜红 Miantianhong	118	豫北 Northern Henan	小盖柿 Xiaogaishi
58	洛阳 Luoyang	洛 11 Luo 11	119	豫北 Northern Henan	豫北 2 Yubei 2
59	洛阳 Luoyang	洛 12 Luo 12	120	豫北 Northern Henan	小绵柿 Xiaomianshi
60	洛阳 Luoyang	冻青柿 Dongqingshi	121	豫北 Northern Henan	大盖柿 Dagaishi
61	洛阳 Luoyang	出头 2 Chutou 2	122	豫北 Northern Henan	盒柿 Heshi

1.2 样品处理

将采集的柿新鲜叶片置于 60 ℃鼓风干燥器中干燥至质量恒定不变,粉碎后过孔径 0.147 mm 筛。取 5 g 粉末用体积分数 60%乙醇超声波提取 30 min,减压抽滤并定容至 100 mL,提取液在 4 ℃冰箱中冷藏备用。

1.3 测定方法

所有样品均在北京市农林科学院蔬菜研究中心进行 3 种成分含量的测定,其中总酚含量采用 Folin-Ciocalteu 法^[15]测定,以没食子酸为标准品;黄酮含量采用 AlCl₃-(HAc-NaAc)显色法^[16]测定,以芦丁为标准品,在 400 nm 处测定其吸光度;单宁含量

参照陈佩等^[17]的 Folin-Ciocalteu 法测定,以单宁酸为标准品;3 种成分含量的单位均为“mg/g”。

1.4 数据分析

利用 SPSS 18.0 软件计算 3 种成分含量的平均值、标准差、变异系数、极差、百分位数等指标,其中变异系数计算公式为 $CV=\sigma/\mu$ (σ 为标准差, μ 为均值);构建各成分含量的频率分布图,分析其分布规律;利用单因素方差法分析不同地区间各成分含量的差异性,并进行 Tukey HSD 多重比较($P<0.05$ 水平);利用 Pearson 相关分析法分析 3 种成分含量之间的相关性,并利用 Excel 2013 软件进行回归分析;最后根据成分含量对所有资源进行聚类分析,根据分析结果,对各资源进行综合评价及分类。

2 结果与分析

2.1 河南柿叶不同成分含量的差异

河南省各地柿种质资源叶片中总酚、总黄酮和

单宁含量的差异情况(表 2)显示,柿叶中总酚、总黄酮和单宁含量变异程度均较高,变异幅度大,具有丰富的多样性,其中黄酮含量均值为 81.09 mg/g,变异程度最高,变异系数高达 46.85%,变幅为 8.77~200.00 mg/g;总酚含量平均为 122.75 mg/g,变异程度略低于黄酮含量,其变异系数为 30.56%,极小值 6.66 mg/g,极大值 219.03 mg/g;单宁含量平均为 52.15 mg/g,变异程度相对最小,变异系数为 27.58%,变幅为 17.65~92.92 mg/g。百分位数分析结果显示,河南省 50%的柿资源总酚含量集中在 103.87~144.25 mg/g,黄酮含量集中在 54.39~96.93 mg/g,单宁含量集中在 44.91~60.55 mg/g。若确定某一个柿新资源叶片中 3 种成分的含量,即可根据上述百分位数含量值,估测该样品中 3 种成分含量在整体资源中的地位,初步评价资源的利用价值。

表 2 河南省柿种质资源叶片总酚、总黄酮和单宁含量的差异

Table 2 Variation in phenols, flavonoid and tannin contents of persimmon germplasms leaves in Henan

成分 Component	均值/ (mg · g ⁻¹) Mean	标准差/ (mg · g ⁻¹) Std. deviation	变异 系数/% CV	极小值/ (mg · g ⁻¹) Minimum	极大值/ (mg · g ⁻¹) Maximum	极差/ (mg · g ⁻¹) Range	百分位数/(mg · g ⁻¹) Percentile		
							25	50	75
总酚 Phenols	122.75	37.51	30.56	6.66	219.03	212.37	103.87	124.56	144.25
总黄酮 Flavonoid	81.09	37.99	46.85	8.77	200.00	191.23	54.39	80.70	96.93
单宁 Tannin	52.15	14.39	27.58	17.65	92.92	75.27	44.91	51.96	60.55

2.2 河南柿叶不同成分含量的分布规律

图 1 为河南省柿种质资源叶片中总酚、总黄酮和单宁含量的频数分布情况。从图 1 可以看出,3 种成分在不同资源间差异程度大,分布范围广。大部分柿资源叶片中总酚含量集中分布在 100.00~

150.00 mg/g,缺乏含量在 25.00~50.00 mg/g 的资源;总黄酮含量集中分布在 50.00~100.00 mg/g,缺乏含量在 162.50~187.50 mg/g 的资源;单宁含量集中分布在 45.00~65.00 mg/g,频数分布结果与百分位数分析结果基本一致。

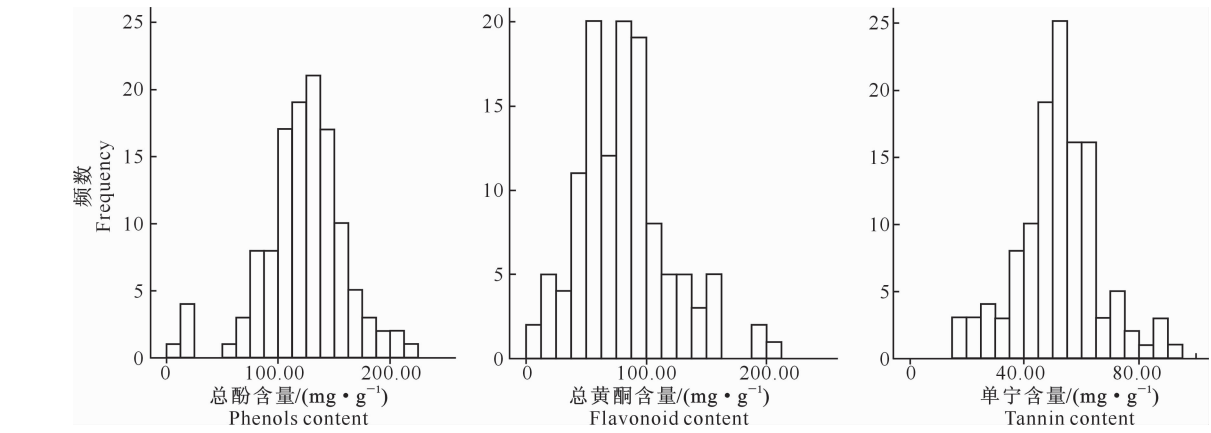


图 1 河南省柿种质资源叶片中 3 种成分含量的分布频数

Fig. 1 Frequency distribution of the three components in persimmon leaves of Henan

2.3 河南不同地区间柿叶成分含量的差异

河南省不同地区间柿叶总酚、总黄酮、单宁含量

差异情况(表 3)显示,柿产地不同,其叶片各成分含量差异程度不同。由均值分析结果可知,3 种成分

含量最高的均为豫北地区,南阳次之,三门峡第 3,总酚和单宁含量以洛阳最小,而总黄酮含量以平顶山最小。变异系数反映了各地 3 种成分含量的变异程度。表 3 结果显示,3 种成分变异程度大小顺序基本一致,即洛阳地区最高,南阳、豫北地区次之,三门峡和平顶山地区相对较小,各地区 3 种成分含量的差异程度与各地样品数量有一定相关性,即随着样品量增加,各成分含量均值随之降低,变异程度随之增大。上述结果一定程度上反映了河南各地柿资源叶片成分含量具有较高的多样性,各地可根据不同用途有针对性地进行资源开发利用。

表 3 河南省不同地区间柿叶总酚、总黄酮、单宁含量的差异

Table 3 Variation in phenols, flavonoid and tannin contents in persimmon leaves from different regions in Henan							
成分 Component	地区 Regions	均值/ (mg · g ⁻¹) Mean	标准差/ (mg · g ⁻¹) Std. deviation	变异系数/% CV	极小值/ (mg · g ⁻¹) Minimum	极大值/ (mg · g ⁻¹) Maximum	极差/ (mg · g ⁻¹) Range
总酚 Phenols	洛阳 Luoyang	115.18 A	41.78	36.27	6.66	204.87	198.21
	南阳 Nanyang	138.41 AB	30.89	22.32	79.65	219.03	139.38
	三门峡 Sanmenxia	126.39 A	18.98	15.02	99.56	161.95	62.39
	平顶山 Pingdingshan	118.32 A	21.43	18.11	89.82	157.52	67.70
	豫北 Northern Henan	166.99 B	31.49	18.86	129.65	200.00	70.35
总黄酮 Flavonoid	洛阳 Luoyang	76.50 A	39.44	51.56	8.77	200.00	191.23
	南阳 Nanyang	90.23 A	38.75	42.95	31.58	191.23	159.65
	三门峡 Sanmenxia	89.00 A	26.03	29.25	52.63	133.33	80.70
	平顶山 Pingdingshan	68.42 A	19.96	29.18	47.37	110.53	63.16
	豫北 Northern Henan	130.88 B	45.39	34.68	70.18	187.72	117.54
单宁 Tannin	洛阳 Luoyang	48.99 A	15.65	31.95	17.65	92.92	75.27
	南阳 Nanyang	57.19 A	11.91	20.83	36.08	89.82	53.74
	三门峡 Sanmenxia	54.01 A	7.09	13.12	43.67	63.03	19.36
	平顶山 Pingdingshan	51.57 A	8.11	15.72	43.98	72.17	28.19
	豫北 Northern Henan	71.95 B	15.97	22.20	52.65	87.19	34.54

注:同列数据后标不同大写字母表示同一成分含量在不同地区间存在极显著差异($P<0.01$)。
Note: Different uppercase letters mean highly significantly difference($P<0.01$) in the same component between different regions.

2.4 河南柿叶各成分含量间的相关性及回归分析

河南柿叶各成分含量之间的相关系数显著性检验结果(表 4)显示,河南省柿资源叶片中总酚、总黄酮、单宁含量两两之间均呈极显著的正相关关系,相关系数均高于 0.85,三者变化趋势一致,即某一成分含量增高,另外 2 种成分含量也随之增高。进一步对总酚、总黄酮及单宁 3 种成分含量进行回归分析,发现两两之间呈较好的一元线性回归,回归方程拟合结果(图 2)显示,方程拟合效果较好,其 R^2 值均大于 0.7,其中单宁与总酚 R^2 值最大,为 0.818。由回归方程同样可以看出,3 种成分含量彼此间呈正相关关系,结果与相关性分析一致,说明在对这些柿资源叶片中的成分进行测定及评价时,可以根据

由表 3 还可以看出,河南省不同地区间柿叶总酚、总黄酮和单宁含量均存在极显著差异($P<0.01$),豫北地区柿叶片中总酚含量显著高于洛阳、三门峡和平顶山地区,而与南阳地区无显著差异;单宁、总黄酮含量则显示除豫北地区外,其他 4 个地区之间无显著差异。深入分析可知,豫北地区处于河南北部太行山区,其他 4 个地区均属于南部秦岭山区,由于豫北纬度相对较高,气温偏低,可能更有利于柿叶中酚类物质的合成与积累,因此造成这些地区柿叶中各成分含量显著高于其他地区。

某一种成分的含量状况预测另外 2 种成分的含量状况。

表 4 河南省柿种质资源叶片总酚、总黄酮、单宁含量间的 Pearson 相关系数

Table 4 Pearson correlation coefficients among phenols, flavonoid and tannin contents in leaves of persimmon germplasms in Henan			
成分 Component	总酚 Phenols	总黄酮 Flavonoid	单宁 Tannin
总酚 Phenols	1		
总黄酮 Flavonoid	0.869**	1	
单宁 Tannin	0.852**	0.852**	1

注: * * 代表相关性极显著。
Note: “* * ” means highly significant correlation.

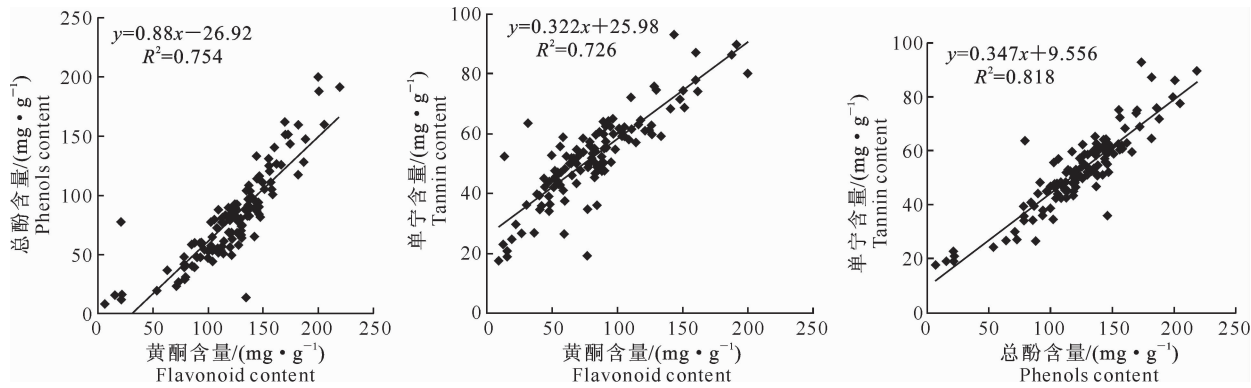


图 2 河南省柿种质资源叶片总酚、总黄酮、单宁含量间的一元线性回归分析
Fig. 2 Unitary linear recursive analysis on phenols, flavonoid and tannin contents in leaves of persimmon germplasms in Henan

2.5 河南柿种质资源基于不同成分含量的聚类结果

122 份柿资源根据总酚含量可以划分为 4 类(图 3),其中 A 类含量最高,均值为 195.13 mg/g,包括小柿 1、豫北 2、洛 11、南 9、大盖柿、南 8、小盖柿和南 1 共 8 份资源,占总数的 6.56%;B 类含量均值为 138.68 mg/g,共 67 份资源,占总数的 54.92%;C 类含量均值为 98.00 mg/g,共 40 份资源,占总数的 32.79%;D 类含量最低,均值仅 28.98 mg/g,共 7 份资源,仅占总数的 5.73%。根据黄酮和单宁含量,所有资源均可划分为 3 类(图 4 和图 5),其中黄酮含量最高的 A 类资源共 11 份,占总数的 9.02%,包括洛 11、大盖柿、冻青柿、尿罐、南 10、石榴柿 2、南 8、小牛心、南 1、豫北 2 和小柿 1,其均值高达 163.00 mg/g;B 类均值为 95.63 mg/g,共 57 份资源(46.72%);C 类均值为 49.06 mg/g,共 54 份资源(44.26%)。单宁含量最高的 A 类均值为 78.14 mg/g,包括豫北 2、大盖柿、石榴柿 2、南 1、小柿 1、洛 11、小牛心、南 10、南 8、大尖尖、大雁过红、尿罐、冻青柿和小盖柿共 14 份资源,占总数的 11.48%;B 类含量中等水平,均值为 53.37 mg/g,共 86 份资源,占总数的 70.49%;C 类含量最低,均值 30.84 mg/g,共 22 份资源,占总数的 18.03%。综合比较 3 种成分含量,均划分在高含量类别的资源共有 6 份,包括小柿 1、豫北 2、洛 11、大盖柿、南 8 和南 1,这些资源可以作为叶用优良种质进行深入开发利用,也是杂交育种的优选种质。此外聚类分析结果同样说明,122 份柿种质叶片中 3 种成分含量具有一定的相关性,这与相关性分析结果一致,并且大部分资源各成分含量处于中等水平,与频率分布结果一致。

2.6 河南柿种质资源叶片成分含量综合评价及分类

根据叶片中总酚、总黄酮、单宁 3 种成分的含量高低对所有资源进行综合评价,聚类分析结果(图 6)显示,122 份柿种质资源可以划分为 4 大类(I~IV),其中第 I 类为高含量类群,包括小雁过红、大尖尖、尿罐、冻青柿、小牛心等 14 份资源;第 II 类成分含量较高,包括大牛心 2、鬼脸青 1、灰子柿 1、血罐、干刺儿、盒柿、大雁过红等 64 份资源;第 III 类成分含量中等,包括大牛心 1、竹子冠、大馍馍 2、南阳红 1、小面黄蛋等 35 份资源;第 IV 类成分含量最低,包括出头 1、镜面、八月黄 3、水葫芦 2 等 9 份资源。

根据聚类结果,对不同类别的柿资源叶片中各成分含量进行深入分析,结果(表 5)显示,122 份柿资源中,I 类资源占 11.48%,总酚含量在 155.31~219.03 mg/g,均值为 181.23 mg/g;单宁含量为 68.45~92.92 mg/g,均值 78.14 mg/g;黄酮含量为 110.53~200.00 mg/g,均值为 154.39 mg/g,此类群中的资源 3 种成分含量综合最高。所有资源中有 50%以上种质属于第 II 类(52.46%),第 III 类资源占总数的 28.69%,说明河南省柿种质叶片中总酚、黄酮、单宁含量集中分布在中等水平,与频率分布结果一致;此外,II、III 类群资源的总酚含量均值分别为 134.39 和 99.73 mg/g,单宁含量均值分别为 55.33 和 43.41 mg/g,黄酮含量均值分别为 89.58 和 50.38 mg/g。第 IV 类群资源总酚含量为 6.66~72.57 mg/g,均值为 38.52 mg/g;黄酮含量为 8.7~77.19 mg/g,均值为 26.12 mg/g;单宁含量为 17.65~29.89 mg/g,均值 23.14 mg/g;此类群柿资源叶片中 3 种成分含量均较低,其比例仅占柿资源总数的 7.38%。

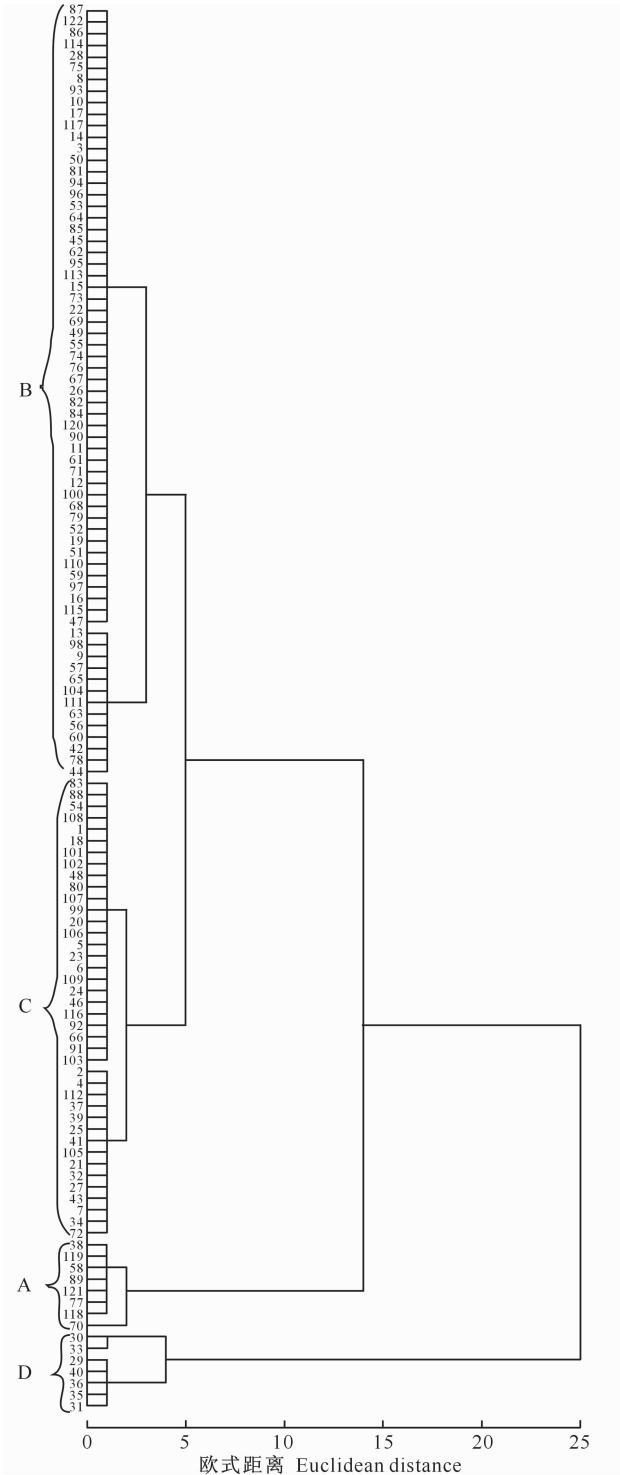


图 3 河南省 122 份柿种质资源基于叶片总酚含量的聚类分析结果

图中柿资源代码与表 1 中对应。下图同

Fig. 3 Cluster analysis on phenols content of 122 persimmon germplasm in Henan based on squared Euclidean distance method

The codes of the persimmon germplasm in the figure are consistent with those in table 1. The same below

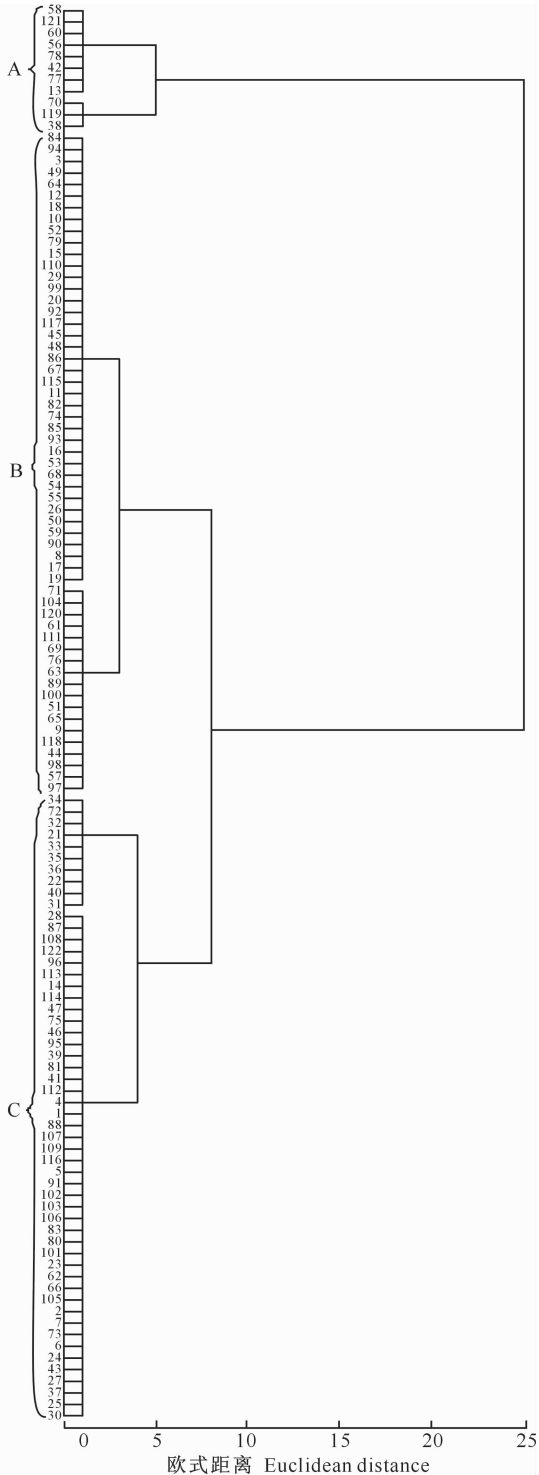


图 4 河南省 122 份柿种质资源基于叶片总黄酮含量的聚类分析结果

Fig. 4 Cluster analysis on flavonoid contents of 122 persimmon germplasm in Henan based on squared Euclidean distance

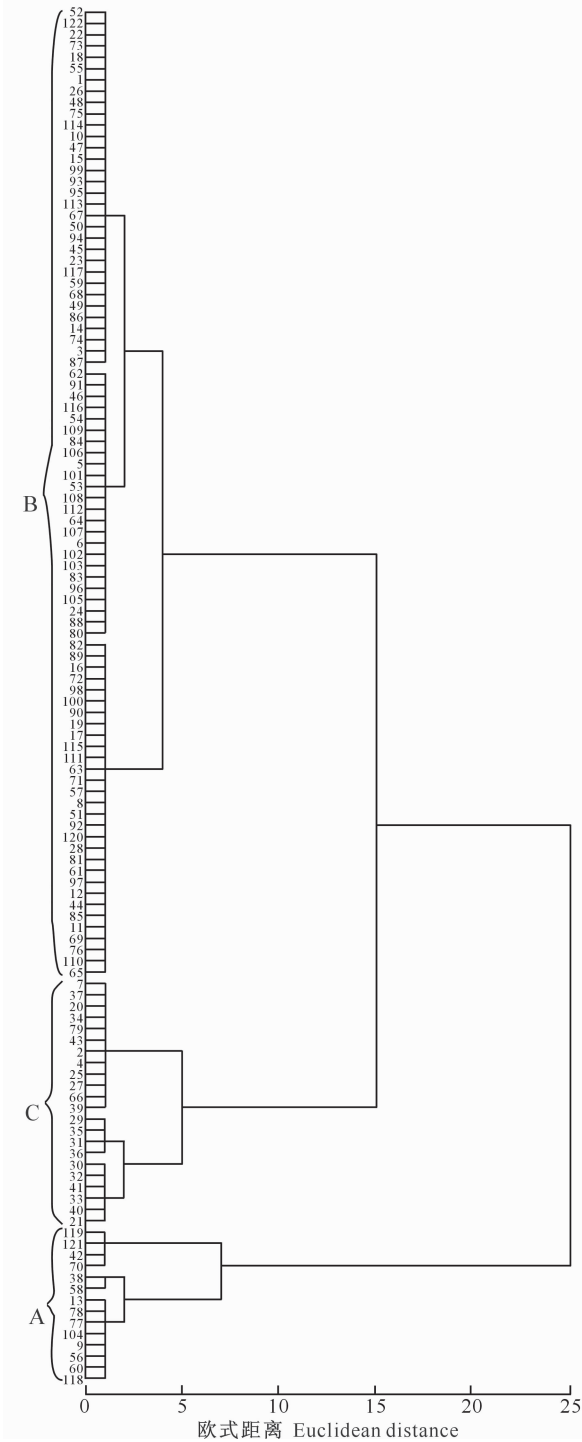


图 5 河南省 122 份柿种质资源基于叶片单宁含量的聚类分析结果

Fig. 5 Cluster analysis on tannin contents of 122 persimmon germplasm in Henan based on squared Euclidean distance method

根据柿资源分类情况,统计河南不同地区不同类型柿资源的分布数量,结果见表 6。由表 6 可以看出,不同类型柿资源在河南各地的数量具有明显差异,且低含量的资源均分布在洛阳地区;南阳、三

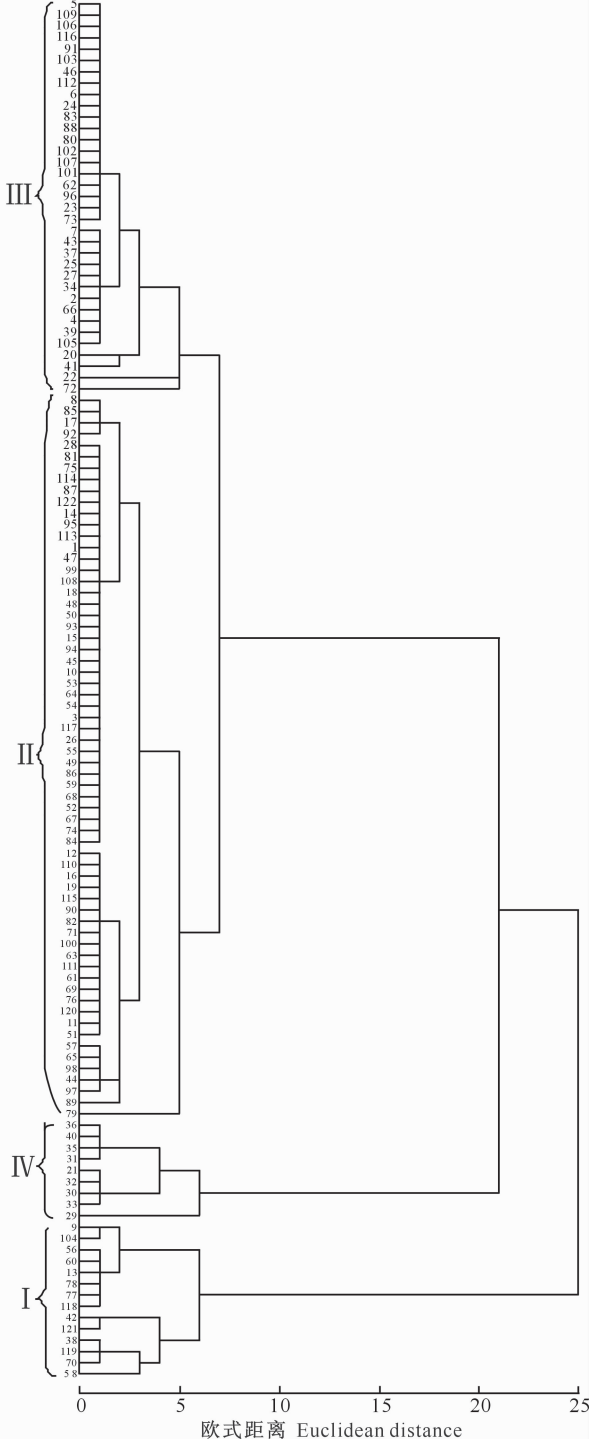


图 6 河南省 122 份柿种质资源基于叶片 3 种成分含量的聚类分析结果

Fig. 6 Cluster analysis on the three components of 122 persimmon germplasm in Henan based on squared Euclidean distance method

门峡、平顶山和豫北地区的柿资源,叶片中 3 种成分含量大多处于中等偏上水平,而且平顶山地区缺乏含量很高的资源类型。各地可根据各自柿资源类型分布状况,有针对性地进行资源的有效开发利用。

洛阳地区柿资源中Ⅱ、Ⅲ类群资源数量分别为 33 份和 19 份,占该地区资源总数的 76.47%,说明该地区柿资源叶片中 3 种成分含量同样集中分布在中等水平,且该地区柿资源数量最多、变异最大、类型最全面。

表 5 河南省柿种质资源不同类别间叶片总酚、总黄酮、单宁含量的差异

Table 5 Variation of phenols, flavonoid and tannin contents of different persimmon germplasm clusters in Henan						
成分 Component	分类号 No. of clusters	数量 Number	比例/% Ratio	均值/(mg·g ⁻¹) Mean	极小值/(mg·g ⁻¹) Minimum	极大值/(mg·g ⁻¹) Maximum
总酚 Phenols	I	14	11.48	181.23	155.31	219.03
	Ⅱ	64	52.46	134.39	105.75	181.42
	Ⅲ	35	28.69	99.73	77.88	134.07
	Ⅳ	9	7.38	38.52	6.66	72.57
	合计 Total	122	100.00	122.75	6.66	219.03
总黄酮 Flavonoid	I	14	11.48	154.39	110.53	200.00
	Ⅱ	64	52.46	89.58	57.89	133.33
	Ⅲ	35	28.69	50.38	14.04	77.19
	Ⅳ	9	7.38	26.12	8.77	77.19
	合计 Total	122	100.00	81.09	8.77	200.00
单宁 Tannin	I	14	11.48	78.14	68.45	92.92
	Ⅱ	64	52.46	55.33	36.08	65.04
	Ⅲ	35	28.69	43.41	26.48	63.19
	Ⅳ	9	7.38	23.14	17.65	29.89
	合计 Total	122	100.00	52.15	17.65	92.92

注:分类号与图 6 中对应。下表同。
Note: The No. of clusters in table 5 is same for Fig. 6. The same is table 6.

表 6 柿不同种质资源类型在河南省不同地区的数量分布状况

Table 6 Number of persimmon germplasms of every cluster in different regions of Henan					
分类号 No. of clusters	洛阳 Luoyang	南阳 Nanyang	三门峡 Sanmenxia	平顶山 Pingdingshan	豫北 Northern Henan
I	7	3	1	0	3
Ⅱ	33	13	7	9	2
Ⅲ	19	5	9	2	0
Ⅳ	9	0	0	0	0

3 讨 论

河南省柿资源叶片中总酚、总黄酮、单宁含量变异程度均较高,变异幅度大,具有丰富的多样性,3 种成分含量均值分别为 122.75,81.09 和 52.15 mg/g。费学谦等^[12]分析了不同甜柿类型及柿近缘野生种叶片的多酚类物质含量,其最高值为 77.22 mg/g;中国传统中药材中槐花多酚含量较高,为 91.33 mg/g^[18],连翘为 7.94 mg/g,金银花为 8.58 mg/g^[19],比较可知河南省柿资源叶片中多酚含量均显著高于其他省区柿资源或者其他常用传统中药材。目前已知黄酮含量较高的中药材有银杏、金银花等,其含量分别为 8.96 和 4.46 mg/g^[20-21],而本研究测定的柿叶黄酮含量是银杏、金银花的 10 倍以上,充分说明柿叶有较高的药用价值,其开发利用潜力巨大。单宁既是抗营养因子,也是影响口感的重要因素之一,柿叶作为饮品原料在开发利用时,单宁含量是重要的考察指标。目前关于柿单宁含量的研

究多集中在果实方面,叶片中单宁含量的研究尚未见系统报道,本研究系统比较了河南省柿资源叶片中单宁含量的差异,为柿叶开发利用提供了理论依据。单宁、黄酮类化合物在分类上均属于多酚,本研究结果显示,河南省柿资源叶片中总酚、总黄酮、单宁含量彼此间呈极显著的正相关关系,回归分析证实其一元线性回归效果较好,因此在资源开发利用时,通过测定其中 1 种成分的含量即可预测另外 2 种成分的含量,既节约时间、成本,也提高工作效率。柿树体可生长为高大乔木,枝叶繁茂,除了利用果实,其叶片也是开发利用的重要资源,目前市场上虽然已有柿叶茶销售,但数量极少,规模也小,叶片需求量微乎其微,绝大部分柿树叶均自然脱落,未有效利用,造成极大浪费。本研究系统分析了河南省各地柿资源叶片中多酚类化合物含量的差异性,结果显示 80%以上的柿资源叶片中多酚类物质含量集中分布在中等偏上水平,根据总酚、总黄酮、单宁 3 种成分含量高低对所有资源进行综合评价,初步

筛选出了综合含量较高的资源 14 份,这些资源分布在河南不同地区,可作为后期开发利用的优良叶用品种进行深入研究,也是杂交育种工作的优选种质资源。

此外,河南省柿资源集中分布于西南部及北部丘陵山区,各地资源数量差异较大,尤以洛阳地区资源数量最多,其变异程度最高,所含类型最全面,分析发现洛阳大部分地区处于秦岭东脉伏牛山区,属于温带季风气候,适宜柿树生长发育,且柿本身根系发达、耐瘠薄干旱,适合山区种植,作为古老的木本粮食树种,在当地已有 2 000 多年的栽培历史^[22],百年以上大树数量极多。综上所述,该地区发展柿产业具有绝对优势,应注重加强该地区柿资源的收集与保存工作,加大扶植力度,促进当地柿资源有效开发利用。

[参考文献]

[1] 何 方,胡芳名. 经济林栽培学 [M]. 2 版. 北京:中国农业出版社,2004:383.
He F, Hu F M. Nonwood forest cultivation [M]. 2nd ed. Beijing: China Agriculture Press, 2004: 383. (in Chinese)

[2] 王 燕. 柿叶中黄酮类化合物的研究进展 [J]. 亚太传统医药, 2011, 7(4): 173-174.
Wang Y. The progress of flavonoids from persimmon leaves [J]. Asia-Pacific Traditional Medicine, 2011, 7(4): 173-174. (in Chinese)

[3] 林娇芬,林远芳,林河通,等. 安溪油柿叶茶的营养成分研究初报 [J]. 热带作物学报, 2010, 31(7): 1177-1180.
Lin J F, Lin Y F, Lin H T, et al. Preliminary study on the nutritional components of An'xi persimmon leaf tea [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2010, 31(7): 1177-1180. (in Chinese)

[4] Bei W J, Zang L Q, Guo J, et al. Neuroprotective effects of a standardized flavonoid extract from *Diospyros kaki* leaves [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2009, 126(1): 134-142.

[5] 董晓宁,陶 蕾,赵 强,等. 柿叶化学成分及药理作用研究进展 [J]. 中兽医医药杂志, 2011(3): 23-25.
Dong X N, Tao L, Zhao Q, et al. The research progress of chemical component in persimmon leaves and pharmacologic action [J]. Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine, 2011(3): 23-25. (in Chinese)

[6] 姜红波,赵卫星,冯国栋,等. 柿叶的主要有效成分及药理作用研究进展 [J]. 化工时刊, 2010(6): 38-44.
Jiang H B, Zhao W X, Feng G D, et al. The development of main active ingredients and pharmacological effects of persimmon leaf [J]. Chemical Industry Times, 2010(6): 38-44. (in Chinese)

[7] 马新博,宫汝飞. 柿叶黄酮药理作用研究进展 [J]. 中医药学报, 2012, 40(4): 130-132.

Ma X B, Gong R F. The development of flavone pharmacologic action in persimmon leaves [J]. Acta Chinese Medicine and Pharmacology, 2012, 40(4): 130-132. (in Chinese)

[8] 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.
Zhang J J, Sun P, Zhou D S, et al. High efficiency determination of vitamin C in persimmon leaf by reversed phase liquid chromatography [J]. Computers and Applied Chemistry, 2013, 30(11): 1379-1382. (in Chinese)

[9] 卫静莉,翟怀建,肖 俊. 超声波-生物酶协同萃取柿叶黄酮类化合物工艺研究 [J]. 中成药, 2013, 35(10): 2265-2268.
Wei J L, Zhai H J, Xiao J. Study on ultrasonic bio-enzyme synergic solvent extraction of flavonoid from persimmon leaves [J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2013, 35(10): 2265-2268. (in Chinese)

[10] 刘田田,夏霜慧,周瑞金. 柿叶茶的保健功能及其制作工艺 [J]. 中国食物与营养, 2013, 19(10): 54-55.
Liu T T, Xia S H, Zhou R J. Health function and fabrication process of the persimmon leaf tea [J]. Food and Nutrition in China, 2013, 19(10): 54-55. (in Chinese)

[11] 马新博,宫汝飞,石学魁,等. 柿叶黄酮对阿霉素肾病鼠肾组织转化生长因子- β 1 和结缔组织生长因子表达的影响 [J]. 广东医学, 2013, 34(12): 1809-1812.
Ma X B, Gong R F, Shi X K, et al. The effects of persimmon leaf flavonoid on the expression of transforming growth factor- β 1 and connective tissue growth factor in kidneys of rats with adriamycin nephropathy [J]. Guangdong Medical Journal, 2013, 34(12): 1809-1812. (in Chinese)

[12] 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(5): 616-622.
Fei X Q, Zhou L H, Gong B C. The variations of vitamin C and phenolics contents in leaves of *Diospyros* L. [J]. Forestry Research, 2004(5): 616-622. (in Chinese)

[13] 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.
Lu T, Li M J, Pu F, et al. Diversity of ascorbate and glutathione content in leaves of persimmon germplasm [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2008, 36(7): 45-50. (in Chinese)

[14] 杨 勇,阮小凤,王仁梓,等. 柿种质资源及育种研究进展 [J]. 西北林学院学报, 2005, 20(2): 133-137.
Yang Y, Ruan X F, Wang R Z, et al. Advances in research of germplasm resources and breeding of *Dispyros kaki* L. [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2005, 20(2): 133-137. (in Chinese)

[15] Li X C, Wu X T, Huang L. Correlation between antioxidant activities and phenolic contents of radix *Angelicae sinensis* (Danggui) [J]. Molecule, 2009, 14: 5349-5361.

Tianshui apricot yield under the climate resources change background in recent 30 years [J]. *Arid Land Geography*, 2015, 38 (4): 684-691. (in Chinese)

[9] 欧阳海, 郑步忠, 王雪娥, 等. 农业气候学 [M]. 北京: 气象出版社, 1990: 38-42.

Ou Y H, Zheng B Z, Wang X E. Agro-climatic study [M]. Beijing: Meteorological Press, 1990: 38-42. (in Chinese)

[10] 潘瑞炽, 董愚得. 植物生理学(下册) [M]. 北京: 高等教育出版社, 1988: 98-101.

Pan R Z, Dong Y D. Plant physiology (Next list) [M]. Beijing: Higher Education Press, 1988: 98-101. (in Chinese)

[11] 常立民. 花蕾期冻害对中、晚熟苹果坐果率的影响 [J]. *山西果树*, 1998(2): 11-12.

Chang L M. Impact of frozen injury on set percentage of middle and later mature apple [J]. *Shanxi Fruits*, 1998(2): 11-12. (in Chinese)

[12] 张 星, 郑有飞, 周乐照. 农业气象灾害灾情等级划分与年景评估 [J]. *生态学杂志*, 2007, 26(3): 418-421.

Zhang X, Zheng Y F, Zhou L Z. Grade classification and annual case assessment of agro-meteorological disasters in Fujian Province [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2007, 26(3): 418-421. (in Chinese)

[13] 霍治国, 李世奎, 王素艳, 等. 主要农业气象灾害风险评估技术及其应用研究 [J]. *自然资源学报*, 2003, 18(6): 692-703.

Huo Z G, Li S K, Wang S Y, et al. The main agro-meteorological disaster risk assessment study of technology and its applications [J]. *Journal of Natural Resources*, 2003, 18(6): 692-703. (in Chinese)

[14] 冯秀藻, 陶炳炎. 农业气象学原理 [M]. 北京: 气象出版社, 1991: 107-112.

Feng X Z, Tao B Y. Principles of agricultural meteorology [M]. Beijing: Meteorological Press, 1991: 107-112. (in Chinese)

[15] 段海来, 王春林, 唐力升, 等. 华南地区晚稻洪涝灾害风险评估 [J]. *生态学杂志*, 2014, 33(5): 1368-1373.

Duan H L, Wang C L, Tang L S, et al. Risk assessment of late rice flood disaster in south China [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2014, 33(5): 1368-1373. (in Chinese)

(上接第 148 页)

[16] 范杰明. 柿叶中有效成分的提取与分离研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2006.

Fan J M. Extraction and separation of effective constituents from persimmon leaves [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2006. (in Chinese)

[17] 陈 佩, 李 平, 郝艳宾, 等. 柿果成熟过程中可溶性果胶和单宁含量的变化 [J]. *中国农业大学学报*, 2012, 17(1): 88-92.

Chen P, Li P, Hao Y B, et al. The change of soluble pectin and tannic during maturation of persimmon fruit [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2012, 17(1): 88-92. (in Chinese)

[18] Zhang L, Ravipati A S, Koyyalamudi S R, et al. Antioxidant and anti-inflammatory activities of selected medicinal plants containing phenolic and flavonoid compounds [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2011, 59(23): 12361-12367.

[19] 欧阳玉祝, 吴道宏, 李 勇. 几种药用植物总多酚含量及其抗氧化活性比较 [J]. *中国野生植物资源*, 2012, 31(2): 20-23.

Ouyang Y Z, Wu D H, Li Y. Comparison of the total polyphenol content and antioxidant activation for several kinds of medicinal plants [J]. *Chinese Wild Plant Resources*, 2012, 31(2): 20-23. (in Chinese)

[20] 梁 莹, 张建军, 梁永锋. 金银花中黄酮提取工艺研究及野生与人工种植金银花中黄酮含量的比较 [J]. *中南药学*, 2013, 11(3): 173-175.

Liang X, Zhang J J, Liang Y F. Extraction of flavonoids and flavonoid content in wild and artificial planting honeysuckle from different areas [J]. *Central South Pharmacy*, 2013, 11(3): 173-175. (in Chinese)

[21] 仲凤维, 王 迎, 万 晓, 等. 6 个银杏新品种叶片黄酮内酯含量的测定 [J]. *山东林业科技*, 2013(5): 20-22.

Zhong F W, Wang Y, Wan X, et al. Analysis of ecological indicators of six Ginkgo new varieties [J]. *Shandong Forestry Science and Technology*, 2013(5): 20-22. (in Chinese)

[22] 丁向阳, 凌晓明, 王 欣, 等. 河南柿品种资源与生产现状 [J]. *河南林业科技*, 2001(3): 6-8.

Ding X Y, Ling X M, Wang X, et al. The variety resource of persimmon of Henan province and product situations [J]. *Journal of Henan Forestry Science and Technology*, 2001(3): 6-8. (in Chinese)