



郭晋鸣,付鸿博,杜灵敏,等.毛樱桃果实品质及抗氧化能力测定与分析[J].黑龙江农业科学,2019(7):105-108.

毛樱桃果实品质及抗氧化能力测定与分析

郭晋鸣¹,付鸿博^{1,2},杜灵敏¹,杜俊杰¹,孙晶²,张冬雪²,高佳缘²,张建成¹

(1.山西农业大学园艺学院,山西太谷 030801;2.黑龙江省农业科学院乡村振兴科技研究所,黑龙江哈尔滨 150000)

摘要:为丰富我国寒冷地区果树栽培品种,选取毛樱桃作为试验材料,测定其成熟期单果重、纵横径、可滴定酸、类黄酮、总酚、花色苷的含量及抗氧化能力,并分析果实各性状之间、果实活性物质与抗氧化能力之间的相关性。结果表明:毛樱桃果实单果重为 1.05 g,可滴定酸含量为 0.88%,类黄酮含量为 3.40 mg·g⁻¹,总酚含量为 1.63 mg·g⁻¹,花色苷含量为 23.24 mg·100 g⁻¹,清除 DPPH 自由基的能力较高且高于清除·OH 自由基的能力。可滴定酸含量与总酚和花色苷的含量均呈极显著正相关性。类黄酮含量与清除·OH 自由基的能力呈极显著正相关性,是清除·OH 自由基最主要的活性物质。

关键词:毛樱桃;果实品质;抗氧化能力;相关性分析

毛樱桃在我国东北地区是一种常见的落叶灌木,目前规模化人工栽培很少,多见于野生状态。毛樱桃在东北地区开花早,成熟期也较早,且能够适应东北地区寒冷的气候环境^[1]。目前对其性状研究相对较少,本研究通过对毛樱桃果实品质及抗氧化能力进行综合评价,旨在将其作为一种抗寒早熟型水果为丰富我国寒冷地区果树栽培品种提供一定的依据。

1 材料与方法

1.1 材料

选用黑龙江省农业科学院浆果研究所野生种质资源圃的毛樱桃为试材,树龄 6 年,株行距 2 m×2 m,管理条件一致的 5 株植株进行取材,在成熟期每株摘取 80 粒果实,采后的果实除杂并放于-40℃冰箱中保存备用。

1.2 方法

1.2.1 单果重及纵横径的测定 选取 25 个果实,采用电子天平测定单果重,采用电子数显卡尺测定纵径、横径,果形指数用果实纵径和横径的比值表示。

1.2.2 可滴定酸含量的测定 采用 NaOH 溶液

滴定法:准确称取 5.00 g 果肉,研磨匀浆,转移到 100 mL 容量瓶中,用蒸馏水定容,摇匀。静置 30 min,吸取 20 mL 用 0.01 mol·L⁻¹ 氢氧化钠滴定至初显淡粉色,并在 30 s 内不褪色为终点,记下氢氧化钠的用量,公式计算,重复 3 次。

1.2.3 提取液的制备 参考文献[2-3]等方法,提取时去掉果柄和果核后液氮研磨成粉末,用 40% 的甲醇加入 0.1% 盐酸作为提取液,料液比 1:10(g:mL),漩涡震荡混匀,在不高于 40℃ 的温度下超声提取 30 min(40 kHz),后在 10 000 g 下离心 15 min,重复提取两次,合并滤液,待测定。

1.2.4 类黄酮含量的测定 参考文献[2-3]等的方法,采用 NaNO₂-Al(NO₃)₃ 比色法测定,准确吸取 0.8 mL 提取液溶液于 10 mL 容量瓶,先加 5% 亚硝酸钠溶液 0.3 mL,摇匀,避光静置 6 min,再加 10% 六水硝酸铝溶液 0.3 mL,摇匀,避光静置 6 min 后,加 4% 氢氧化钠溶液 4 mL,用 40% 甲醇定容,摇匀静置 10 min,510 nm 处测定吸光值。以标准品芦丁做标准曲线。

1.2.5 总酚含量的测定 参考 Folin - Ciocalteu 法^[4]测定,准确吸取 0.2 mL 提取液溶液于 10 mL 离心管中,先加入福林酚试剂 0.2 mL,摇匀,静置 4 min,加入 10% 碳酸钠溶液 1 mL,再加入 ddH₂O 6.6 mL,在 35℃ 下水浴 1 h,在 760 nm 处测定吸光值。以标准品没食子酸做标准曲线。

1.2.6 花色苷含量的测定 参考文献[5-6]等的方法测定,于 2 个 10 mL 离心管分别准确吸取

收稿日期:2019-01-25

基金项目:山西重点研发计划重点项目(201703D211001-04-04);山西省重点研发计划项目(201703D221028-4);山西省应用基础研究项目(2018D1D121251)。

第一作者简介:郭晋鸣(1996-),男,在读硕士,从事果树学研究。E-mail:578799670@qq.com。

通讯作者:张建成(1974-),男,硕士,副教授,从事果树种质资源创新与利用等研究。E-mail:zjcnd001@163.com。

0.5 mL提取液溶液,2个离心管分别加入 pH1 的氯化钾盐酸缓冲液 4.5 mL 和 pH4.5 的乙酸钠盐酸缓冲液 4.5 mL,静置 10 min,分别在 520, 700 nm处测定吸光值。

1.2.7 抗氧化能力的测定 DPPH 自由基清除力测定。样品组:吸取 0.2 mL 稀释 3 倍的提取液溶液,加入 2.8 mL 0.1 mmol·L⁻¹ 的 DPPH 溶液,室温避光反应 30 min,空白组:用 40% 甲醇替代提取液。于 517 nm 处测定吸光值,蒸馏水调零。以 Trolox 溶液作标准曲线。清除率越高,说明抗氧化能力越强。

DPPH 自由基清除率(%)=(空白组-样品组)/空白组×100。

•OH 自由基清除力测定。样品组:吸取 0.4 mL 稀释 3 倍的提取液溶液,加入 1 mL 9 mmol·L⁻¹ 硫酸亚铁溶液,加入 1 mL 9 mmol·L⁻¹ 水杨酸溶液,加入 2 mL 8.8 mmol·L⁻¹ 双氧水溶液,加入 4.6 mL 蒸馏水,37℃ 下水浴反应 1 h。空白组:用蒸馏水替代提取液。对照组:用蒸馏水替代水杨酸溶液。于 510 nm 处测定吸光值,蒸馏水调零。以 Trolox 溶液作标准曲线。清除率越

高,说明抗氧化能力越强。

羟自由基清除率(%)=[空白组-(样品组-对照组)]/空白组×100。

1.2.8 数据分析 采用 Excel 2007 软件处理数据,采用 SAS 9.2 软件进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 毛樱桃果实品质及抗氧化能力

毛樱桃的单果重为 1.05 g,果形指数为 0.95,可滴定酸含量为 0.88%,类黄酮含量为 3.40 mg·g⁻¹,总酚含量为 1.63 mg·g⁻¹,花色苷含量为 23.24 mg·100 g⁻¹,抗氧化能力指标中,对 DPPH 自由基的清除能力较强,达到了 66.71%;对于•OH 自由基的清除能力较弱,只有 47.81%。

2.2 毛樱桃果实性状之间相关性分析

由表 1 可知,毛樱桃单果重与果形指数呈显著相关性($P<0.05$),说明单果重和果形指数呈现同向增大或减小,毛樱桃可滴定酸与类黄酮呈显著相关性($P<0.05$)、与总酚和花色苷均呈极显著相关性($P<0.01$);花色苷与类黄酮和总酚均呈显著相关性($P<0.05$)。

表 1 毛樱桃果实性状之间的相关性

Table 1 The correlation between fruit traits of *Prunus tomentosa*

项目 Items	单果重 Single fruit weight	果形指数 Fruit shape index	可滴定酸 Titratable acid	类黄酮 Flavonoid	总酚 Polyphenolics	花色苷 Anthocyanin
单果重 Single fruit weight	1.0000					
果形指数 Fruit shape index	0.9514 *	1.0000				
可滴定酸 Titratable acid	-0.2650	-0.4425	1.0000			
类黄酮 Flavonoid	-0.0385	-0.2898	0.9096 *	1.0000		
总酚 Polyphenolics	-0.1687	-0.2952	0.9651 * *	0.8501	1.0000	
花色苷 Anthocyanin	-0.1540	-0.3539	0.9916 * *	0.9481 *	0.9580 *	1.0000

*,** 分别表示差异达 0.05 和 0.01 显著水平。下同。
* and ** indicate significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively. The same below.

2.3 毛樱桃果实活性物质与抗氧化能力相关性分析

由表 2 可知,毛樱桃类黄酮与•OH 清除能力呈极显著相关性($P<0.01$),但与 DPPH 清除能力无显著相关性,说明类黄酮是清除•OH 自由基主要活性物质但清除 DPPH 自由基的能力却很弱。总酚与 DPPH 清除能力呈显著相关性($P<$

0.05)但与•OH 清除能力无显著相关性,说明总酚对 DPPH 自由基有一定的清除能力,但清除•OH 自由基的能力较弱,这与类黄酮正好相反。花色苷和可滴定酸分别与•OH 和 DPPH 清除能力呈显著相关性($P<0.05$)。4 种活性物质均未与 DPPH 清除能力有极显著相关性($P<0.01$),说明其均不是清除 DPPH 自由基的主要物质。

表 2 毛樱桃果实活性物质与抗氧化能力的相关性

Table 2 The correlation between the active substance content and the antioxidant capacity in *Prunus tomentosa* fruit

项目 Items	类黄酮 Flavonoid	总酚 Polyphenolics	花色苷 Anthocyanin	可滴定酸 Titratable acid
DPPH 清除能力 DPPH scavenging ability	0.8516	0.9478 *	0.9356 *	0.9110 *
•OH 清除能力 •OH scavenging ability	0.9836 * *	0.8125	0.9347 *	0.8874 *

3 结论与讨论

果实的大小与外观形态是果实品质非常重要的指标,毛樱桃的单果重为 1.05 g,与其它毛樱桃品种相比相差无几,米热古丽·亚森等^[7]从中亚地区引进的 21 种毛樱桃的单果重在 0.852~1.844 g;但与甜樱桃相比,毛樱桃单果重明显偏低,王琴等^[8]分析的 11 个甜樱桃品种的单果重在 4.44~11.70 g;红灯等 4 个甜樱桃品种单果重在 6.87~13.18 g^[9];吴澎等^[10]分析的 24 个甜樱桃品种单果重在 6.24~12.65 g。毛樱桃的果形指数为 0.95,纵径要略小于横径,王琴等^[8]分析的 11 个甜樱桃品种的果形指数在 0.83~1.17,虽然甜樱桃的单果重大于毛樱桃,但两者之间的果形指数差别不大。毛樱桃单果重与果形指数呈显著相关性($P<0.05$),说明单果重和果形指数呈现同向增大或减小,这与米热古丽·亚森等^[11]分析的毛樱桃单果重与纵径、横径都分别呈现极显著正相关($P<0.01$)的研究结果基本相一致,王琴等^[8]也分析了甜樱桃单果重与果形指数的相关性,但两者之间并无显著相关性,这一结论可能主要是由于甜樱桃果实重量远大于毛樱桃,但果形指数却与毛樱桃基本一致而造成的。

植物果实中含有的维生素、有机酸、氨基酸、酚类、黄酮类及超氧化物歧化酶(SOD)等多种活性物质对于人体抗氧化反应、清除体内自由基并在抗衰老、抗辐射和抗肿瘤等过程发挥重要作用^[12]。同时这些活性物质本身在植物细胞内就具有较强的清除自由基和抗氧化能力。毛樱桃的可滴定酸含量为 0.88%,略高于红灯等 20 多个甜樱桃品种,它们的可滴定酸范围为 0.43~0.72^[9-10]。

自由基几乎与人类的大部分疾病有关,如动

脉粥样硬化、血栓的形成、心肌缺血再灌注损伤、糖尿病以及致癌,促癌和癌的形成过程中均有自由基的产生或参与^[13-14]。自由基可严重损害人体的细胞、组织,进而引起慢性疾病及衰老效应,适量的补充抗氧化食品是清除人体自由基、增强抗氧化防御系统、延缓衰老、预防疾病的最佳保健方法。目前以高抗氧化活性的植物材料开发的抗氧化食品受到广泛的重视,也是植物资源利用的新趋势^[15]。毛樱桃对于 DPPH 自由基的清除能力较强,达到了 66.71%;对于•OH 自由基的清除能力为 47.81%。可以开发利用具有抗氧化能力的食品。

本研究对毛樱桃果实品质、抗氧化能力及相关性进行了初探,毛樱桃果实单果重为 1.05 g,可滴定酸含量为 0.88%,类黄酮含量为 3.40 mg·g⁻¹,总酚含量为 1.63 mg·g⁻¹,花色苷含量为 23.24 mg·100 g⁻¹,清除 DPPH 自由基的能力为 66.71%。类黄酮清除•OH 自由基最主要的活性物质。这些都为后续毛樱桃果实活性物质成分分析及对抗氧化能力贡献提供一定的依据,并为定向选育樱桃新品种奠定基础。

参考文献:

[1] 高宝宁,秦岳,魏立敏.寒地多功能果树毛樱桃的种植优势[J].农业与技术,2017,37(6):40.

[2] 白东海.欧李果实类黄酮物质提取、组分鉴定及抗氧化能力研究[D].太谷:山西农业大学,2015.

[3] Li W,Li O,Zhang A,et al.Genotypic diversity of phenolic compounds and antioxidant capacity of Chinese dwarf cherry (*Cerasus humilis* (Bge.) Sok.) in China[J].Scientia Horticulturae,2014,175(1):208-213.

[4] 蔡文国,吴卫,邵金凤,等.Folin-Ciocalteu 法测定鱼腥草多酚的含量[J].食品科学,2010,31(14):201-204.

[5] Álvaro S L,Soares C M F,Paltram R,et al.Extraction and consecutive purification of anthocyanins from grape pomace

- using ionic liquid solutions[J]. Fluid Phase Equilibria, 2017, 451: S0378381217302984.
- [6] Lee J, Durst R W, Wrolstad R E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study[J]. Journal of AOAC International, 2005, 88(5): 1269-1278.
- [7] 米热古丽·亚森, 周斌, 古丽尼沙·热合曼, 等. 中亚地区引进的几种毛樱桃生长规律及果实品质的评价[J]. 中国林副特产, 2017(6): 15-20.
- [8] 王琴, 王建友, 韩宏伟, 等. 南疆地区甜樱桃品种果实品质测定与评价[J/OL]. 食品工业科技: 1-9[2018-12-16]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1759.TS.20181107.1123.004.html>.
- [9] 阿布来克·尼牙孜. 三个甜樱桃品种在南疆地区的引种表现观察和抗寒性鉴定[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2016.
- [10] 吴澎, 贾朝爽, 范苏仪, 等. 樱桃品种果实品质因子主成分分析及模糊综合评价[J]. 农业工程学报, 2018, 34(17): 291-300.
- [11] 米热古丽·亚森, 周斌, 古丽尼沙·热合曼, 等. 中亚地区引进的几种毛樱桃果实品质的相关性[J]. 南方农业, 2017, 11(18): 118-119.
- [12] Agati G, Cerovic Z G, Marta A D, et al. Optically-assessed preformed flavonoids and susceptibility of grapevine to *Plasmopara viticola* under different light regimes[J]. Functional Plant Biology, 2008, 35(1): 77-84.
- [13] 吴正双. 蜂胶提取物中酚类化合物分析及其抗氧化和抗肿瘤活性研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2011.
- [14] Babbar N, Oberoi H S, Uppal D S, et al. Polyphenolics content and antioxidant capacity of extracts obtained from six important fruit residues[J]. Food Research International, 2011, 44(1): 391-396.
- [15] Lunet N, Lacerda-vieira A, Barros H. Fruit and vegetables consumption and gastric cancer: a systematic review and meta-analysis of cohort studies[J]. Nutritional Cancer, 2005, 53(1): 1-10.

Determination and Analysis of Fruit Quality and Antioxidant Capacity of *Prunus tomentosa*

GUO Jin-ming¹, FU Hong-bo^{1,2}, DU Ling-min¹, DU Jun-jie¹, SUN Jing², ZHANG Dong-xue², GAO Jia-yuan², ZHANG Jian-cheng¹

(1. College of Horticulture, Shanxi Agriculture University, Taigu 030801, China; 2. Rural Revitalization Science and Technology Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150000, China)

Abstract: In order to enrich the cultivars of fruit trees in cold regions of China, this study selected *Prunus tomentosa* as experimental materials to determine the single fruit weight, vertical and horizontal diameter, titratable acid, flavonoids, total phenols, anthocyanins content and antioxidant capacity at maturity, and to analyze the correlation between fruit properties, active substances and antioxidant capacity. The results showed that the single fruit weight was 1.05 g, titratable acid content was 0.88%, flavonoid content was 3.40 mg·g⁻¹, total phenol content was 1.63 mg·g⁻¹, anthocyanin content was 23.24 mg·100 g⁻¹. The ability of scavenging DPPH free radicals was higher than that of scavenging ·OH free radicals. The titratable acid content was positively correlated with the total phenol and anthocyanin content. The content of flavonoids was positively correlated with the ability of scavenging ·OH free radicals, and was the main active substance for scavenging ·OH free radicals.

Keywords: *Prunus tomentosa*; fruit quality; antioxidant capacity; correlation analysis

致 读 者

为适应我国信息化建设,扩大本刊及作者知识信息交流渠道,本刊现被《中国学术期刊网出版总库》及CNKI等系列数据库收录,其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意文章被收录,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。

《黑龙江农业科学》编辑部