

## 栽培型和野生型马齿苋茎叶功能成分分析及抗氧化作用

赵学志, 宋曙辉\*, 张俊倩, 唐小燕 (北京市农林科学院蔬菜研究中心, 农业农村部华北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 农业农村部都市农业(北方)重点实验室, 北京 100097)

**摘要** [目的]研究栽培型和野生型马齿苋茎叶功能成分及抗氧化作用。[方法]以栽培型马齿苋和野生型马齿苋为材料, 分别对2种类型马齿苋茎和叶的主要功能成分进行分析。采用 DPPH·清除试验、黄嘌呤氧化酶抗氧化和二酪氨酸/酪氨酸3种抗氧化方法对其抗氧化作用进行试验。[结果]2种马齿苋多表现为叶中功能成分高于茎。野生型马齿苋多酚、总黄酮和 $\beta$ -胡萝卜素茎叶总含量高于栽培型, 而有机酸和多糖以栽培型马齿苋中总含量高于野生型。栽培型马齿苋抗氧化作用好于野生型马齿苋。[结论]栽培型马齿苋可以作为潜在的抗氧化资源加以利用。

**关键词** 马齿苋; 栽培型; 野生型; 功能成分; 抗氧化作用

中图分类号 R 284 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)20-0210-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.20.056



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Analysis of Functional Components and Antioxidant Effect in Stems and Leaves of Cultivated and Wild Type Purslane

ZHAO Xue-zhi, SONG Shu-hui, ZHANG Jun-qian et al (Beijing Vegetable Research Center of BAAFS, Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops (North China), Key Laboratory of Urban Agriculture (North), Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100097)

**Abstract** [Objective] To study the functional components and antioxidant effects of cultivated and wild-type purslane stems and leaves. [Method] Using cultivated purslane and wild-type purslane as materials, the main functional components of the stems and leaves of the two types of purslane were analyzed. The antioxidant activities were evaluated using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay, Xan-XOD assay and dityrosin/tyrosin assay. [Result] The two kinds of purslane mostly showed that the functional components in the leaves were higher than the stems. The total content of polyphenols, total flavonoids and  $\beta$ -carotene in the stems and leaves of wild-type purslane was higher than that of cultivated ones, while the total content of organic acids and polysaccharides in cultivated-type purslane was higher than that of wild-type purslane. The antioxidant effect of cultivated type purslane was better than that of wild type purslane. [Conclusion] Cultivated purslane can be used as a potential antioxidant resource.

**Key words** Purslane; Cultivated type; Wild type; Functional components; Antioxidant effect

马齿苋(*Portulaca oleracea*), 一年生草本植物, 生长广泛, 世界各地均有栽培, 特别是热带和亚热带地区分布较多<sup>[1]</sup>。马齿苋是药食两用植物。马齿苋不仅含有丰富的营养成分, 还含有黄酮、生物碱、酚酸、萜类、多糖等功能成分, 具有显著的生理作用<sup>[2-6]</sup>。近些年引进的栽培种马齿苋多为荷兰种, 与野生马齿苋在叶片大小、植株形态、种子大小等方面具有较大的差异<sup>[7]</sup>。国内作为药用资源利用的多是野生型马齿苋, 对野生型马齿苋研究报道和利用的多, 对主要作为蔬菜食用的栽培型马齿苋研究还较少。笔者对生长于同一区域内的栽培型和野生型马齿苋茎和叶的几种主要功能成分进行测定, 充分分析和评价马齿苋的功能成分和抗氧化作用, 为马齿苋的进一步开发利用提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 栽培型马齿苋为荷兰引进大叶品种“Holland”。栽培型(Holland)和野生型(Wild)均生长于中心延庆农场露地。同一天采收。采收整株后将茎和叶分开洗净晾干, 真空冷冻干燥高速粉碎机粉碎后过60目筛, 于-20℃冷冻保存, 测定功能成分。每个样品3次重复。抗氧化试验, 以水作为提取剂, 按相比1:20提取马齿苋冻干粉。超声波提取30 min。样品提取液浓度为50 mg/mL。

**1.2 测定方法** 总黄酮测定采用硝酸铝比色; 总酚测定采用Folin酚比色法<sup>[8]</sup>; 酚酸、黄酮类测定采用高效液相色谱法<sup>[9]</sup>; 多糖测定参照功能食品中多糖的检测方法<sup>[10]</sup>; 类胡萝卜素参照食品中胡萝卜素的测定 GB 5009.83-2016。DPPH·清除试验、黄嘌呤-黄嘌呤氧化酶(Xan-XOD)试验、二酪氨酸/酪氨酸(Dityrosin/Tyrosin)试验这3种抗氧化试验方法参照相关文献<sup>[11]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 马齿苋功能成分含量比较** 马齿苋中类胡萝卜素主要为叶黄素, 栽培型和野生型叶中含量均高于茎, 分别为4.7和4.5倍; 野生型含量高于栽培型。在检出的5种类胡萝卜素中, 栽培型马齿苋茎中含量从高到低依次为叶黄素>新黄质>玉米黄质>紫黄质> $\beta$ -胡萝卜素; 叶中含量从高到低依次为叶黄素>新黄质>玉米黄质> $\beta$ -胡萝卜素>紫黄质。野生型马齿苋茎中含量从高到低依次为叶黄素>新黄质>玉米黄质>紫黄质> $\beta$ -胡萝卜素; 叶中含量从高到低依次为叶黄素>新黄质>玉米黄质>紫黄质> $\beta$ -胡萝卜素(表1)。

有机酸含量栽培型马齿苋高于野生型马齿苋且茎叶中有所不同。马齿苋有机酸含量较高的为柠檬酸和L-苹果酸, 并且栽培型马齿苋茎中柠檬酸是L-苹果酸含量的2.7倍。叶中柠檬酸含量较高且栽培型马齿苋略高于野生型马齿苋(表1)。

栽培型马齿苋多糖含量高于野生型马齿苋, 两者都以叶中含量高于茎。以比色法检测的多酚含量, 栽培型马齿苋叶中

**基金项目** 北京市农林科学院科技创新能力建设专项(KJXC20200113)。

**作者简介** 赵学志(1979-), 男, 河北石家庄人, 助理研究员, 从事蔬菜营养分析检测工作。\*通信作者, 副研究员, 从事蔬菜营养及功能成分分析评价工作。

**收稿日期** 2021-02-20

含量高于茎,是茎的 2.8 倍;野生型马齿苋茎和叶中含量相差不多。总黄酮比较,栽培型马齿苋叶中含量高于茎,是其含量

的 5.4 倍;野生型茎中含量略高于叶片。比较 2 种类型马齿苋叶中多酚和总黄酮含量,都表现为栽培型高于野生型。

表 1 栽培型和野生型马齿苋主要功能成分含量

Table 1 Contents of main functional components of cultivated type and wild type purslane

mg/kg

类型 Type	部位 Part	柠檬酸 Citric acid	L-苹果酸 L-malic acid	富马酸 Fumaric acid	新黄质 Neoxanthin	紫黄质 Violaxanthin	叶黄素 Lutein
栽培型 Cultivated type	茎	1 200±60	323±44	2.35±1.22	2.64±0.15	0.40±0.03	8.27±0.14
	叶	473±60	344±74	1.14±0.35	8.87±2.34	2.88±0.08	38.64±1.01
野生型 Wild type	茎	291±58	340±9	2.57±0.34	3.18±0.17	0.68±0.04	11.49±0.58
	叶	407±30	218±19	4.23±0.82	9.12±1.26	4.48±0.49	51.35±3.76

  

类型 Type	部位 Part	玉米黄质 Zeaxanthin	β-胡萝卜素 β-carotenoid	多糖 Polysaccharide	多酚 Polyphenols	总黄酮 Flavonoids
栽培型 Cultivated type	茎	1.52±0.09	0.30±0.02	1.49±0.41	62.3±2.9	9.8±1.2
	叶	8.07±3.00	6.22±0.43	2.76±0.10	174.9±18.6	53.2±5.2
野生型 Wild type	茎	1.62±0.09	0.60±0.18	1.28±0.06	148.5±14.8	50.3±6.3
	叶	9.10±4.69	0.86±1.43	1.52±0.08	139.0±19.8	47.0±7.7

2.2 马齿苋中黄酮和酚酸种类及含量比较 从表 2 可以看出,在 4 种检测出的酚酸中,2 种类型马齿苋茎和叶中都是以绿原酸和香草酸含量为高,两者合计分别占酚酸总量的 88.8%、95.4%、87.8%、88.4%;叶中含量高于茎中含量;栽培型和野生型马齿苋叶中酚酸含量分别为茎中含量的 10.6 和 5.6 倍,野生型马齿苋略高于栽培型。

从表 2 可以看出,黄酮检测出 8 种,野生型和栽培型的种类略有不同。栽培型马齿苋中,茎和叶都以槲皮苷含量为

最高,茎中含量较高的依次为槲皮苷>高良姜素>白杨素>槲皮素>木樨草苷,叶中含量较高的依次为槲皮苷>木樨草素>槲皮素=芦丁>白杨素,与 Vincenzo 等<sup>[12]</sup>的报道一致。在野生型马齿苋中,茎中以白杨素含量最高,槲皮苷、木樨草素和槲皮素未检出;叶中含量芦丁>木樨草苷>木樨草素>白杨素。栽培型和野生型马齿苋叶中黄酮含量均高于茎中含量,分别为 5.8 和 4.3 倍,且栽培型马齿苋中黄酮含量高于野生型。

表 2 栽培型和野生型马齿苋中黄酮和酚酸种类及含量

Table 2 Types and contents of flavonoids and phenolic acids in cultivated type and wild type purslane

mg/kg

类型 Type	部位 Part	绿原酸 Chlorogenic acid	香草酸 Vanillic acid	丁香酸 Syringic acid	对香豆酸 Coumaric acid	合计 Total	木樨草苷 Cynaroside	芦丁 Rutin
栽培型 Cultivated type	茎	3.28±0.07	1.24±0.08	0.48±0.03	0.08±0.01	5.09±0.10	1.05±0.16	0.16±0.01
	叶	22.26±0.96	29.32±0.91	2.13±0.14	0.34±0.01	54.04±0.98	0.13±0.04	1.75±0.20
野生型 Wild type	茎	4.93±0.24	4.36±0.24	0.51±0.31	0.78±0.02	10.58±0.72	0.16±0.08	0.29±0.12
	叶	33.41±3.07	18.53±2.00	2.00±0.35	4.82±0.57	58.76±5.51	3.86±3.08	5.83±0.61

  

类型 Type	部位 Part	槲皮苷 Quercitrin	木樨草素 Luteolin	槲皮素 Quercetin	异鼠李素 Isorhamnetin	白杨素 Chrysin	高良姜素 Galangin	合计 Total
栽培型 Cultivated type	茎	3.25±0.49	0.19±0.12	1.09±0.32	0.35±0.18	1.61±0.72	2.01±1.34	9.61±2.44
	叶	44.89±2.29	4.22±0.78	1.75±0.27	0.31±0.04	1.66±0.05	0.89±0.21	55.60±2.98
野生型 Wild type	茎	—	—	—	0.93±0.07	1.30±0.16	0.44±0.03	3.55±1.38
	叶	—	2.29±0.67	—	0.61±0.21	2.18±0.15	0.60±0.03	15.17±4.61

注:“—”为未检出

Note: “—” means not detected

2.3 马齿苋抗氧化作用 DPPH·自由基是一种稳定的自由基,若受试物能清除它,则表示受试物具有清除自由基的作用,是一种筛选自由基清除剂的简便方法,国内外将其广泛用于清除自由基的研究。

在黄嘌呤和黄嘌呤氧化酶体系中,先产生超氧阴离子自由基(O<sub>2</sub><sup>-</sup>·),进而在过氧化氢存在条件下,继续反应产生活性更强的羟基自由基(OH·),羟基自由基继续将体系中的盐酸羟胺氧化生成亚硝酸盐。添加外源抗氧化剂后,可以通过抑制黄嘌呤氧化酶的活性,清除以上反应途径中产生的自由基,因而减少了亚硝酸盐的生成,达到抗氧化的目的。栽培

型马齿苋在该评价体系中抗氧化性能强于野生型马齿苋。

酪氨酸是组成生物大分子——蛋白质的氨基酸之一。氨基酸的氧化和结构变化会直接影响到蛋白质的功能。生物体内产生的自由基如果不能及时清除,会直接攻击蛋白质等与生命息息相关的大分子和组织器官,造成它们功能的改变,从而对生物体产生不利的影响,这也是许多疾病产生的根源。二酪氨酸/酪氨酸试验系统即模拟自由基攻击蛋白质的生理过程,通过添加外源抗氧化剂来减少甚至消除这一有害反应,保护大分子正常的生理功能。在该试验中,栽培型马齿苋叶的水提取物浓度为 1.228 mg/mL 时,可抑制 50%的

交联酪氨酸。

IC<sub>50</sub>值越低表明抗氧化效果越好。从该试验的3种抗氧化试验结果(表3)来看,栽培型马齿苋的茎和叶抗氧化效果好于野生型马齿苋,其中在二酪氨酸/酪氨酸抗氧化系统中,栽培型马齿苋茎和叶 IC<sub>50</sub>值分别为野生型马齿苋的51.6%和39.4%。

表3 栽培型和野生型马齿苋茎叶抗氧化作用

类型 Type	部位 Part	IC <sub>50</sub>		
		DPPH·	黄嘌呤 氧化酶 Xan-XOD	二酪氨酸/酪氨酸 Dityrosin/ tyrosin
栽培型 Cultivated type	茎	2.104	1.842	1.313
	叶	2.575	1.653	1.228
野生型 Wild type	茎	2.589	1.510	2.544
	叶	2.597	3.333	3.114

### 3 讨论与结论

通常作为药用的马齿苋为野生型马齿苋,栽培型马齿苋近些年从国外引进种植,也多作为蔬菜食用,其功能成分的含量和抗氧化等与野生型进行比较的文献较少。野生型马齿苋和栽培型马齿苋在生物学上有较大差异。野生型马齿苋为四倍体,种子千粒重约为0.08 g,茎细叶小,植株匍匐生长;而栽培型马齿苋为六倍体,千粒重约为0.48 g,茎粗叶大,植株直立生长<sup>[13]</sup>。2个类型的马齿苋在栽培、抗逆方面均有一定的差异。该试验中比较了2种类型马齿苋茎和叶的几种主要功能成分,结果显示,2种类型的马齿苋β-胡萝卜素、黄酮、多糖等功能成分都以叶中的含量高于茎中含量;栽培型马齿苋茎中有机酸含量明显高于叶。栽培型马齿苋中多糖略高于野生型;栽培型马齿苋中黄酮种类多于野生型马齿苋;总黄酮和多酚含量、β-胡萝卜素含量野生型马齿苋略高

(上接第199页)

度也是枉然,所以要想从根本上提高调拨烟叶质量,应该从生产实际出发,把烟叶生产的各个阶段管控好<sup>[12]</sup>,采取必要的控制措施,比如合理密植、科学水肥管理、合理打顶留叶以及提高烟叶成熟度等,科学制定实施方案,大胆推行新技术<sup>[13]</sup>,提高烟叶的可用性、安全性和品质,使我国烟叶产业实现跨越式发展<sup>[14]</sup>。

(2)通过“四级验收模式”使河北中烟工业有限责任公司调拨烟叶的等级纯度获得了提高,但与企业的要求仍存在一定的差距。如果过分强调质量,往往会造成采购不到烟叶,造成“巧妇难为无米之炊”的问题<sup>[15]</sup>,因此在推行“四级验收模式”时需要注意质量与调拨烟叶数量之间的平衡。

### 参考文献

- [1] 刘璟.如何提高烟叶质量[J].中国农资,2013(40):164.
- [2] 李春燕.烟叶等级质量的影响因素及提升方法分析[J].农家科技,2018(8):73.
- [3] 丁俊芬.筒析烟叶二次分选提高原料可用性[J].云南科技管理,2017,30(2):29-31.

于栽培型马齿苋。该试验中选用了3种抗氧化方法进行马齿苋抗氧化作用的评价,3种方法结果都显示栽培型马齿苋在抗氧化作用方面优于野生型马齿苋,且叶的抗氧化能力较强。由此可见,栽培型马齿苋不仅可以作为蔬菜食用,也可作为一种抗氧化资源进行开发利用。

因不同气候种植条件等会影响马齿苋功能成分的积累。该试验只选用了一年的数据进行比较,可能会产生一定的偏差。但此试验中,2种类型的马齿苋在相邻地块种植、采收,生长期和采收期基本一致,结果有一定的参考性。

### 参考文献

- [1] ZHOU Y X, XIN H L, RAHMAN K, et al. *Portulaca oleracea* L.: A review of phytochemistry and pharmacological effects[J]. BioMed Research International, 2015, 2015: 1-11.
- [2] 丁怀伟,姚佳琪,宋少江.马齿苋的化学成分和药理活性研究进展[J].沈阳药科大学学报,2008,25(10):831-838.
- [3] 杨金磊.马齿苋多糖的分离纯化及结构分析[D].长春:东北师范大学,2019.
- [4] 徐芳琴,杜小波,姚敏娜,等.马齿苋水提物对溃疡性结肠炎保护作用的实验研究[J].现代生物医学进展,2016,16(32):6239-6243,6260.
- [5] 扈本荃,徐明,高苏亚,等.不同产地马齿苋总生物碱的含量测定[J].应用化工,2014,43(12):2310-2312.
- [6] 叶梅荣,王晓鹏,刘爱荣,等.药食两用植物马齿苋的研究进展[J].安徽农业科学,2017,45(32):140-141,164.
- [7] 杜建梅,云晶晶,杨颜颜,等.野生型和栽培型马齿苋的种源、鉴定及生物学特性与生态适应性比较[J].种子,2016,35(1):6-10,14.
- [8] 周新勇.紫山药的功能性成分检测及体外抗氧化作用的研究[D].北京:北京科技大学,2010.
- [9] 杨建兴.特种蔬菜的营养与抗氧化功能评价[D].银川:宁夏大学,2009.
- [10] 白鸿.保健食品功效成分检测方法[M].北京:中国中医药出版社,2011:73-76.
- [11] 宋曙辉,张丽梅,鲍善芬,等.朝鲜薹叶提取物的体外抗氧化作用[J].食品研究与开发,2011,32(5):41-45.
- [12] VINCENZO S, LOIZZO M R, TUNDIS R, et al. *Portulaca oleracea* L. (Purslane) extracts display antioxidant and hypoglycaemic effects[J]. Journal of applied botany and food quality, 2018, 91: 39-46.
- [13] 杨子仪.野生型和栽培型马齿苋种子的萌发特性和抗逆性比较[D].南京:南京师范大学,2014.
- [4] 汤若云.提高湖南烟叶工商交接等级质量的对策[J].湖南烟草,2012(2):20.
- [5] 胡兴书.提高烤烟工商交接等级质量的措施[J].轻工科技,2012,28(7):138-140.
- [6] 闫新甫,马建伟,王英元,等.工商交接备货烟叶等级质量分析[J].中国烟草科学,2006,27(3):28-31.
- [7] 沈雪婷,李彦辉,卢迪,等.浅谈如何提高烟叶工商交接等级质量[J].经济与社会发展研究,2020(27):268,279.
- [8] 范嵘,莫燕.提高烟叶等级纯度的措施研究[J].乡村科技,2018(26):49-50.
- [9] 杨红柯.烟叶等级质量的影响因素及提升措施[J].现代农业科技,2017(20):46-47,50.
- [10] 国家技术监督局.烤烟:GB 2635—1992[S].北京:中国标准出版社,1992.
- [11] 王艳萍,赵秋蓉,李力群,等.烤烟工商交接现状与提高烟叶等级合格率措施的探讨[J].内蒙古农业科技,2010,38(6):18-19.
- [12] 梁伟.基地烟叶工商交接等级质量的提高途径探析[J].广东农业科学,2011,38(22):18-20.
- [13] 滕咏忠.曲靖:与国际接轨建烟叶强市[R].中国烟草在线,2003.
- [14] 闫新甫,马建伟,王英元,等.全国烟叶工商交接等级质量分析[J].中国烟草科学,2006,27(4):1-5.
- [15] 李维静,程森,唐宇,等.关于烟叶工商交接成交样品运作模式的探讨[J].中国烟草科学,2014,35(2):126-130.