

# 不同烹饪方式下野生蔬菜中活性成分的比较研究

胡文才<sup>1</sup>, 杨帅<sup>1</sup>, 陈祖明<sup>2</sup>

(1. 乐山职业技术学院旅游系, 四川乐山 614000) (2. 四川旅游学院烹饪学院, 四川成都 610100)

**摘要:** 本文选取马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜为材料, 研究其在微波处理、爆炒、焯制和煮制等不同烹饪方式下的总多酚、总黄酮以及叶酸等活性成分含量的变化, 并以转移率、保存率和损失率等为评价指标, 通过这三种评价指标可以进行对比分析, 得出不同烹饪方式下野生蔬菜中各种活性成分的变化情况。实验结果表明, 爆炒后椿菜总多酚保存率最高; 四种蔬菜经过微波处理后, 总多酚转移率大都高于其他烹饪方式, 煮制是使总多酚转移率最低的烹饪方式; 煮制后, 马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜的实际热损失率较高, 蕨菜可达到 43.37%, 微波条件下均为负数。爆炒方式下百花菜总黄酮保存率处于最高水平, 为 83.14%, 微波是最不利于总黄酮保存的一种烹饪方式; 为保证总黄酮转移率, 宜采用煮制方式; 煮制后的蔬菜实际热损失率整体高于其他烹饪方式。此外, 焯制方式处理后的蔬菜叶酸含量最高。由此可见, 不同烹饪方式下, 野生蔬菜中活性成分的变化各不相同, 需要合理选择烹饪方式。

**关键词:** 不同烹饪方式; 野生蔬菜; 抗氧化活性成分

文章编号: 1673-9078(2019)07-152-157

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.7.021

## Comparative Study on Antioxidant Active Components in Wild Vegetables under Different Cooking Modes

HU Wen-cai<sup>1</sup>, YANG Shuai<sup>1</sup>, CHEN Zu-ming<sup>2</sup>

(1. Department of Tourism, Leshan Vocational and Technical College, Leshan 614000, China)

(2. Sichuan Tourism University Culinary College, Chengdu 610100, China)

**Abstract:** In this paper, *Portulaca oleracea*, *Pteridium fern*, *Chuncaai* and *Broccoli* were used to evaluate the changes of total polyphenols, total flavonoids and folic acid in microwave treatment, stir-frying, cooking and cooking methods. The transfer rate was used to study the change of total polyphenols, total flavonoids and folic acid. The preservative rate and loss rate are the evaluation indexes. Through the comparative analysis of the three evaluation indexes, the changes of various active components in wild vegetables under different cooking methods can be obtained. The results showed that the preservation rate of total polyphenols was the highest after stir-frying, and the transfer rate of total polyphenols was higher than that of other cooking methods after microwave treatment, and cooking was the best way to make the lowest transfer rate of total polyphenols. After cooking, the actual heat loss rates of *Portulaca oleracea*, *Pteridium fern*, *Chuncaai* and cauliflower were higher, and the actual heat loss rate of *Pteridium fern* could reach 43.37%, all of which were negative under microwave conditions. The preservation rate of total flavonoids in *Broccoli* was at the highest level, 83.14%. Microwave was one of the most unfavorable cooking methods for the preservation of total flavonoids. In order to ensure the transfer rate of total flavonoids, the cooking method should be adopted; the actual heat loss rate of the vegetable after cooking is higher than that of other cooking methods. In addition, the highest folic acid content was found in vegetables treated by the system. It can be seen that the changes of active ingredients in wild vegetables are different under different cooking methods, and it is necessary to choose the cooking methods reasonably.

**Key words:** different cooking methods; wild vegetables; antioxidant active ingredients

膳食营养对人体健康具有重要的影响作用, 随着现代社会生活水平不断提高, 纯天然、低污染的野生蔬菜越来越受到消费者喜欢<sup>[1]</sup>。部分野生蔬菜能够提供丰富的膳食纤维和一定量的多酚和黄酮类等活性植物化学物, 从而具有抗氧化、抗过敏、抗肿瘤等多种生理功能, 能够有效预防冠心病等多种心血管疾病,

收稿日期: 2019-03-19

作者简介: 胡文才 (1968-), 男, 讲师, 研究方向: 烹调工艺与营养

被称为“人类健康的第七营养素”<sup>[2,3]</sup>。食品烹饪不仅可以杀毒灭菌, 提高食物品质, 还能完善人体营养吸收。但蔬菜中的多酚、黄酮类物质等抗氧化成分会随着烹饪方式的不同而发生变化<sup>[4]</sup>, 在一定程度上减少蔬菜中的营养成分, 因此, 研究不同烹饪方法下蔬菜的营养物质或抗氧化活性成分的变化, 以认知合理的烹饪方法, 尽可能地降低蔬菜中有益物质的损失, 具有重要的科研价值。

程爱青等<sup>[5]</sup>研究了洋葱、芹菜和卷心菜等蔬菜在爆炒、焯、煮、微波处理等烹饪方式下蔬菜样本的总多酚和总黄酮含量变化情况。马杰等<sup>[6]</sup>研究了豌豆尖不同食用部位的类黄酮、总酚等生物活性物质含量及抗氧化能力进行了分析。任育萱等<sup>[7]</sup>以芥菜、马铃薯等蔬菜为研究对象,采用分光光度法测定了上述蔬菜在不同烹饪处理后的总黄酮、总多酚及亚硝酸盐含量。双全等<sup>[8]</sup>比较分析了金花菜在漂烫、蒸制和油炒等不同烹饪方法下的抗氧化活性。

本文选取马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜为材料,采用福林酚试剂法和铝离子显色法测定上述野生蔬菜在微波处理、爆炒、焯制和煮制等不同烹饪方式下的总多酚、总黄酮含量等抗氧化活性成分,以及转移率、保存率和损失率等评价指标。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜。样品蔬菜均购买于某大型农贸超市,购买后放置于实验室进行冷藏处理,温度设置在5℃以下<sup>[9]</sup>。

没食子酸、福林酚试剂、槲皮素, Sigma 试剂公司;亚硝酸钠、硝酸铝、硝酸铝,国药集团化学试剂有限公司;无水乙醇(分析纯)、氢氧化钠、碳酸钠,南京化学试剂股份有限公司。

### 1.2 主要仪器设备

#### 1.2.1 仪器设备

紫外可见分光光度计,北京普析通用仪器公司;超纯水机,美国密理博 Milli-QA10 超纯水系统;高速冷冻离心机(离心机 3K15 台式高速冷冻离心机),德国 Sigma;分析天平,赛多利斯电子分析天平 BSA124;恒温水浴锅(MP-10C),劳达贸易(上海)有限公司;KM5200DV 超声波仪,昆山美美超声仪器有限公司;真空冷冻干燥机,常州市宙峰化工机械有限公司;电磁炉 WK2012T,浙江苏泊尔股份有限公司;九阳 CLT3257D 炒锅,九阳集团;6414-24i 24 cm 不锈钢深汤锅,米技电子电器(上海)有限公司;美的微波炉 M3-L236E 23L,美的集团;pH 计,美国 Orion 3S TAR 公司。

#### 1.2.2 样品处理

剔除马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜等野生蔬菜不可食部分。采用自来水清洗干净后用蒸馏水清洗,自然晾干并切分;每份蔬菜准确称取 100 g,均分为 5 份,1 份生样对照、4 份烹饪处理。

#### 1.2.2.1 生样对照

不经任何处理作为对照物,称重备用。

#### 1.2.2.2 焯制

将 1 份蔬菜样本放入盛有 1 L 沸水的 6414-24i 型 24 cm 不锈钢深汤锅漂烫的双蒸水中 1 min,捞出于冰水浴中迅速冷却,后将表面水分吸干,称取 4 g 作样品;将焯汤以双蒸水定容至 50 mL,取 4 mL 作待处理汤样。

#### 1.2.2.3 爆炒

向九阳 CLT3257D 炒锅中加入 5 g 大豆植物油,待油预热后加入野生蔬菜;急火翻炒 1~2 min 适时取出,置于冰水浴中迅速冷却,沥干;采用吸油纸将残留在蔬菜表面的油吸干,称取 4 g 作为样品。

#### 1.2.2.4 煮制

先按照 1.2.2.3 的爆炒法爆炒 1 份蔬菜样本后加入 100 mL 双蒸水煮沸 5 min,取出放入冰水浴中迅速冷却,吸干表面油和水,称取 4 g 作为样品;将煮汤定容至 50 mL,取 4 mL 作待处理汤样。

#### 1.2.2.5 微波处理

将 1 份蔬菜样本放入 100 mL 双蒸水,采用微波炉中高火加热 2 min 后取出,沥干并称取 4 g 为样品;将汤水定容至 50 mL,取 4 mL 作待处理汤样<sup>[10,11]</sup>。

### 1.2.3 测定指标

测定指标为野生蔬菜总多酚和总黄酮含量及相关率的指标。野生蔬菜总多酚保存率、转移率和实际热损失率计算公式如下:

$$\begin{cases} \alpha_{fb} = \frac{F'_{sc}}{F_{sc}} \times 100\% \\ \alpha_{fz} = \frac{F'_t}{F_{sc}} \times 100\% \\ \alpha_{fs} = (100 - \alpha_{fb} - \alpha_{fz})\% \end{cases} \quad (1)$$

式中: $\alpha_{fb}$ 、 $\alpha_{fz}$ 、 $\alpha_{fs}$ 分别为野生蔬菜总多酚保存率、转移率和实际热损失率,%; $F_{sc}$ 为不做任何处理的野生蔬菜总多酚含量,mg/100 g; $F'_{sc}$ 为烹饪处理后野生蔬菜的总多酚含量,mg/100 g; $F'_t$ 为烹饪处理后野生蔬菜汤中总多酚含量,mg/100 g。

野生蔬菜总黄酮保存率、转移率和实际热损失率<sup>[12]</sup>计算公式如下:

$$\begin{cases} \alpha_{hb} = \frac{H'_{sc}}{H_{sc}} \times 100\% \\ \alpha_{hz} = \frac{H'_t}{H_{sc}} \times 100\% \\ \alpha_{hs} = (100 - \alpha_{hb} - \alpha_{hz})\% \end{cases} \quad (2)$$

式中： $\alpha_{hb}$ 、 $\alpha_{hz}$ 、 $\alpha_{hs}$ 分别为野生蔬菜总黄酮保存率、转移率和实际热损失率，%； $H_{sc}$ 为不做任何处理的野生蔬菜总黄酮含量，mg/100 g； $H'_{sc}$ 为烹饪处理后野生蔬菜的总黄酮含量，mg/100 g； $H'_t$ 为烹饪处理后野生蔬菜汤中总黄酮含量，mg/100 g。

### 1.2.4 检测方法

检测方法包括总多酚含量检测、总黄酮含量检测、叶酸含量检测方法。为降低实验误差，实验均在同一环境下进行，保证温湿度等因素相一致，检测室温度保持在 18 ℃，相对湿度保持在 30%~40%，在配置溶液时浓度保持一致状态，进行多次实验改善实验偶然性<sup>[14]</sup>。

#### 1.2.4.1 制作没食子酸标准曲线

将标重 0.10 g 的没食子酸标准品溶解于 100 mL 蒸馏水中，形成浓度为 1.0 mg/mL 的标准品溶液；从中分别提取 1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 mL 标准溶液放入 5 个相同容量的 100 mL 容量瓶，得到 10、20、30、40、50  $\mu\text{g/mL}$  标准液，分别提取 5 份 1.0 mL 标准液到比色管，加入 5.0 mL 蒸馏水、2.0 mL 福林酚试剂和 2.0 mL 质量分数为 10% 的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液，形成 1.0、2.0、3.0、4.0、5.0  $\mu\text{g/mL}$  的溶液，并避光、室温条件静置 2 h。以没食子酸标准品溶液作为参比溶液，采用紫外分光光度计于 765 nm 波长下测定吸光度<sup>[13]</sup>。计算样品中总多酚的没食子酸当量值，以没食子酸浓度为横坐标、吸光度为纵坐标制作标准曲线。

#### 1.2.4.2 野生蔬菜样本中总多酚含量检测

在制作含有样本溶液，采用紫外分光光度计在 765 nm 波长下测定吸光度。利用没食子酸标准曲线计算野生蔬菜样本的总多酚含量。

#### 1.2.4.3 野生蔬菜样本总黄酮含量测定

以芦丁为标准品建立标准曲线，计算样品中总黄酮的芦丁当量值。采用铝离子显色法测定野生蔬菜样本总黄酮含量。

#### 1.2.4.4 叶酸含量测定

取样新鲜蔬菜，测定其叶酸含量变化情况。色谱条件：选用色谱柱，型号为 4.6×150 mm，6  $\mu\text{m}$ ，用 95% 的磷酸盐缓冲液浸泡 5 min，流速为 0.5 mL/min，检测波长为 300 nm。

### 1.2.5 标准曲线

#### 1.2.5.1 没食子酸标准曲线

以没食子酸浓度为横坐标、吸光度为纵坐标制作标准曲线如图 1 所示。

#### 1.2.5.2 芦丁标准曲线

以芦丁浓度为横坐标、吸光度为纵坐标制作标准曲线，如图 2 所示。

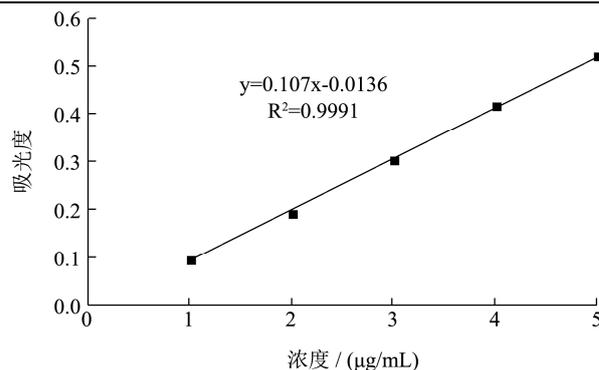


图 1 没食子酸标准曲线

Fig.1 Gallic acid standard curve

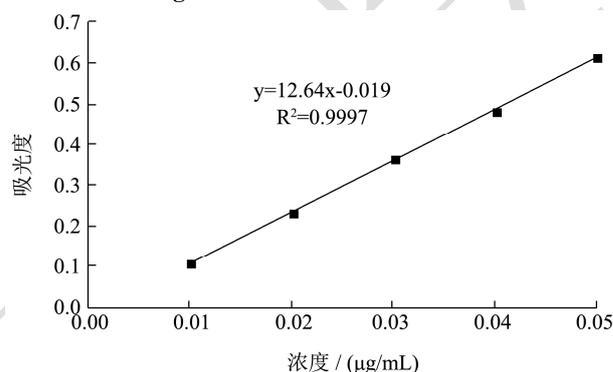


图 2 芦丁标准曲线

Fig.2 Rutin standard curve

### 1.2.6 没食子酸标准曲线制造结果

没食子酸标准曲线如图 1 所示。根据图 1 可知，回归方程为  $y=0.107x-0.0136$ ，且  $R^2=0.9991$ ，表明没食子酸质量浓度与吸光度的线性关系良好；没食子酸标准曲线线性回归方程  $R^2=0.9991$ ，表明没食子酸质量浓度与吸光度的线性关系良好；芦丁标准曲线线性回归方程  $R^2=0.9997$ ，表明芦丁质量浓度与吸光度的线性关系良好<sup>[15]</sup>。

### 1.2.7 芦丁标准曲线

以吸光度为纵坐标、浓度为横坐标，制作芦丁标准曲线如图 2 所示。实验结果表明，回归方程为  $y=12.64x-0.019$ ，且  $R^2=0.9997$ ，表明芦丁质量浓度与吸光度的线性关系良好。

### 1.2.8 统计处理

采用 Excel 2016 软件对试验数据进行统计分析；基于用 SPSS 22.0 软件，采用全因子模型对测定数据进行统计分析， $p<0.05$  为显著性差异。

## 2 结果与讨论

测定不同烹饪方式下野生蔬菜总多酚含量和总黄酮含量。

### 2.1 指标数据

### 2.1.1 不同烹饪方式下野生蔬菜总多酚含量

#### 2.1.1.1 野生蔬菜样本的总多酚含量测定

测定马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜等4种野生蔬菜在不同烹饪条件下的总多酚含量,结果如表1所示。

表1 不同烹饪方式样本总多酚含量

Table 1 Total polyphenol content in different cooking methods

野生蔬菜	烹饪方式	多酚含量/(mg/100 g)
马齿苋	对照	44.30±1.13 <sup>a</sup>
	微波	28.64±1.06 <sup>b</sup>
	焯制	33.42±1.05 <sup>d</sup>
	煮制	30.58±0.85 <sup>b</sup>
蕨菜	爆炒	41.34±1.07 <sup>b</sup>
	对照	23.15±0.79 <sup>a</sup>
	微波	14.74±0.89 <sup>b</sup>
	焯制	12.41±0.96 <sup>c</sup>
椿菜	煮制	10.28±0.83 <sup>b</sup>
	爆炒	13.11±0.97 <sup>b</sup>
	对照	24.07±0.95 <sup>a</sup>
	微波	16.49±0.72 <sup>b</sup>
百花菜	焯制	11.71±0.98 <sup>c</sup>
	煮制	15.33±0.75 <sup>b</sup>
	爆炒	22.68±1.07 <sup>b</sup>
	对照	15.61±0.89 <sup>a</sup>
百花菜	微波	14.32±0.81 <sup>b</sup>
	焯制	11.90±1.06 <sup>c</sup>
	煮制	9.31±0.63 <sup>b</sup>
	爆炒	14.20±0.73 <sup>b</sup>

注:上标a、b、c和d表示各组之间差异性;相同字母表征各结果间差异不显著;不同字母表征结果间差异显著。表3同。

由表1可知,在选取的马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜4种野生型蔬菜中,对照样本总多酚含量从高到低依次为马齿苋、椿菜、蕨菜和百花菜,与参照样本比较,分析微波、焯制、煮制和爆炒等不同烹饪方法对上述四种野生型蔬菜的总多酚含量影响:马齿苋在爆炒条件下总多酚含量最高,微波处理后总多酚含量最低;蕨菜在微波条件下总多酚含量最高,煮制后的总多酚含量最低;椿菜在爆炒条件下总多酚含量最高,在焯制处理后的总多酚含量最低;百花菜在微波条件下总多酚含量最高,在煮制处理后的总多酚含量最低。原因除与蔬菜本身有关外,与烹调方式的特点亦有一定的关联。烹煮处理后,蔬菜的细胞壁结构会产生破坏,导致酚类物质增加溶出,微波是利用热辐射由里至外传递热量,在交频电磁场的作用下,分子的剧烈运动导致植物细胞壁结构破坏,加速酚类等物质溶出,

爆炒过程中因食用油的加入可以增加类胡萝卜素等脂溶性物质的溶出,可在一定程度上保护其他抗氧化物质,因此,爆炒对于酚类等物质影响不大。

#### 2.1.1.2 野生蔬菜样本总多酚保存率、转移率和实际热损失率

如表2所示。

表2 不同烹饪方式样本总多酚保存率和转移率(%)

Table 2 Total polyphenol retention and transfer rate for different cooking methods (%)

野生蔬菜	烹饪方式	保存率	转移率	实际热损失率
马齿苋	微波	64.64	39.53	-4.17
	焯制	75.45	19.90	4.66
	煮制	69.02	8.36	22.61
	爆炒	93.30		6.70
蕨菜	微波	63.66	54.59	-18.25
	焯制	53.60	30.73	15.67
	煮制	44.39	38.32	43.37
	爆炒	56.63	0.00	17.29
椿菜	微波	68.53	37.34	-5.86
	焯制	48.65	49.03	2.33
	煮制	63.67	29.66	6.66
	爆炒	94.23		5.77
百花菜	微波	91.70	14.66	-2.35
	焯制	76.19	10.16	9.65
	煮制	59.64	3.63	36.73
	爆炒	90.95		9.05

分析表2可知,在经过不同烹饪方式处理后,马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜的总多酚保存率、总多酚转移率与实际热损失率如下。

总多酚保存率:爆炒后,马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜的总多酚保存率分别为93.30%、56.63%、94.23%和90.95%,相较于其他三种烹饪方式,总多酚保存率基本处于较高水平,原因在于部分多酚具有水溶性,在烹调过程中已转至汤中,所以含量有所下降;

总多酚转移率:根据上述数据可以看出,马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜四种蔬菜经过微波处理后,总多酚转移率大都高于其他烹饪方式,煮制是使总多酚转移率最低的烹饪方式;

实际热损失率:煮制后,马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜的实际热损失率均处于较高水平,尤其是蕨菜,热损失率可高达43.37%,而微波条件下的蔬菜实际热损失率均为负数,不存在热损失。

### 2.1.2 不同烹饪方式野生蔬菜总黄酮含量

#### 2.1.2.1 野生蔬菜样本总黄酮含量测定

测定马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜等4种野生蔬

菜在不同烹饪条件下的总黄酮含量,结果如表3所示。

表3 不同烹饪方式样本总黄酮含量

Table 3 Total flavonoids in different cooking methods

野生蔬菜	烹饪方式	黄酮含量/(mg/100 g)
马齿苋	对照	34.08±1.12 <sup>d</sup>
	微波	8.20±0.84 <sup>b</sup>
	焯制	16.63±0.81 <sup>c</sup>
	煮制	11.12±0.88 <sup>b</sup>
	爆炒	28.20±1.03 <sup>a</sup>
蕨菜	对照	15.43±0.98 <sup>d</sup>
	微波	8.09±0.92 <sup>b</sup>
	焯制	7.72±0.72 <sup>c</sup>
	煮制	6.33±0.64 <sup>b</sup>
	爆炒	9.71±0.33 <sup>a</sup>
椿菜	对照	17.19±0.96 <sup>d</sup>
	微波	6.66±0.88 <sup>b</sup>
	焯制	7.36±0.62 <sup>c</sup>
	煮制	6.50±0.54 <sup>b</sup>
	爆炒	8.58±0.41 <sup>a</sup>
百花菜	对照	12.01±1.15 <sup>c</sup>
	微波	2.64±0.74 <sup>b</sup>
	焯制	6.02±0.61 <sup>b</sup>
	煮制	5.50±0.83 <sup>b</sup>
	爆炒	9.99±0.36 <sup>a</sup>

由表3可知,对照样本的总黄酮含量,从高到低依次为马齿苋、椿菜、蕨菜和百花菜,原因在于马齿苋含有生物碱、黄酮和有机酸等多种成分。

### 2.1.2.2 野生蔬菜样本总黄酮保存率、转移率和实际热损失率

通过分析表4得出不同烹饪方式下野生蔬菜的总黄酮保存率、转移率和实际热损失率情况。

总黄酮保存率:观察表4可以看出,爆炒方式下的总黄酮保存率总是处于最高水平,热烹调处理使蔬菜中部分黄酮和多酚发生降解,爆炒处理能最大限度的保留蔬菜中的多酚和黄酮,总结其他方式来看,微波是最不利于总黄酮保存的一种烹饪方式;

总黄酮转移率:可以明显看出,微波条件下的总黄酮转移率处于最高水平,均在40.00%以上,煮制方式下的总黄酮转移率相对较少;

实际热损失率:马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜均处于不同程度的热损失,变化状况无明显规律,整体看来,煮制后的蔬菜实际热损失率相对较高,尤其表现在椿菜和百花菜两者上。

表4 不同烹饪方式样本总黄酮保存率和转移率(%)

Table 4 Total flavonoid preservation rate and transfer rate of different cooking methods (%)

野生蔬菜	烹饪方式	保存率	转移率	实际热损失率
马齿苋	微波	24.06	40.45	35.49
	焯制	48.79	34.91	16.30
	煮制	32.62	35.38	32.00
	爆炒	82.74		17.26
	对照			
蕨菜	微波	52.43	44.71	2.87
	焯制	50.05	40.80	9.15
	煮制	40.99	36.22	22.79
	爆炒	62.91		37.09
	对照			
椿菜	微波	38.76	48.88	12.36
	焯制	42.83	33.98	23.19
	煮制	37.82	21.85	40.33
	爆炒	49.92		50.08
	对照			
百花菜	微波	21.98	46.87	31.15
	焯制	50.12	35.61	14.27
	煮制	45.79	13.53	40.67
	爆炒	83.14		16.86
	对照			

### 2.1.2.3 野生蔬菜样本叶酸含量测定

野生蔬菜样本中叶酸含量测定结果如图3所示:

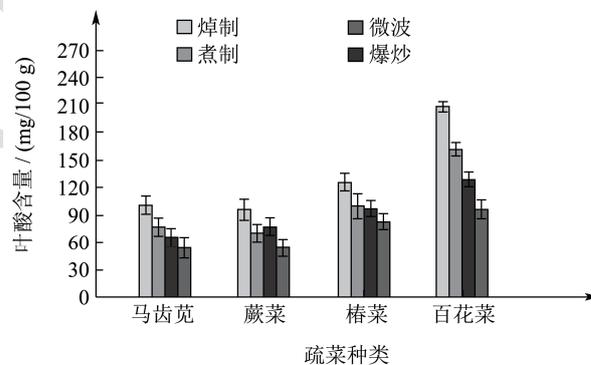


图3 不同烹饪方法中蔬菜叶酸含量变化

Fig.3 Changes of folic acid content in vegetables in different cooking methods

根据图3可知,四种烹饪方式中,焯制方式处理后的蔬菜叶酸含量最高,相对比微波烹饪方式,高出约47.00%。煮制后叶酸含量有所下降,爆炒次之,微波烹饪之后的蔬菜叶酸含量最低,原因在于叶酸属于水溶性B族维生素,以水为加热介质的烹调方式会对叶酸含量产生一定的影响。

## 3 结论

本文选取马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜为材料,

采用福林酚试剂法和铝离子显色法测定上述野生蔬菜在微波处理、爆炒、焯制和煮制等不同烹饪方式下的总多酚、总黄酮含量和叶酸含量等抗氧化活性成分,以及转移率、保存率和损失率等评价指标;最后采用Excel 2016 软件对试验数据进行统计分析和SPSS 22.0 软件的全因子模型对测定数据进行统计分析。对照样本总多酚含量从高到低依次为马齿苋、椿菜、蕨菜和百花菜。焯制方式处理后的蔬菜叶酸含量最高。通过本次对马齿苋、蕨菜、椿菜和百花菜等野生蔬菜在不同烹饪方法下蔬菜的营养物质、抗氧化活性成分和叶酸含量的变化,从营养学角度而言,建议采取非烹制以及煮制的烹调方法,对于可以生食的蔬菜可不进行热加工处理,从而较好的保留蔬菜中原有的多酚以及黄酮含量,为选取合理的烹饪方法提供了一定参考。

### 参考文献

- [1] 刘敏,葛红娟.吉林地区山野菜中维生素C及黄酮含量的测定[J].吉林医药学院学报,2017,38(1):27-29  
LIU Min, GE Hong-juan. Determination of vitamin and flavonoids in wild vegetables from Jilin province [J]. Journal of Jilin Medical College, 2017, 38(1): 27-29
- [2] 曹叶霞,尹爱萍.野生蕨菜中总黄酮的提取及其抗氧化活性[J].江苏农业科学,2017,45(23):194-197  
CAO Ye-xia, YIN Ai-ping. Extraction and antioxidant activity of total flavonoids from wild bracken [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2017, 45(23): 194-197
- [3] 张洒洒,王昊.我国野生蔬菜资源及其开发利用潜力研究[J].北方园艺,2018,16:177-184  
ZHANG Sa-sa, WANG Hao. Research on wild vegetable resources and their development and utilization potential in China [J]. Northern Horticulture, 2018, 16: 177-184
- [4] 何湘漪,何洪巨.烹调方法对3种叶菜中类黄酮和类胡萝卜素的影响[J].中国食品学报,2016,16(7):276-282  
HE Xiang-yi, HE Hong-ju. Effects of cooking methods on flavonoids and carotenoids in three leafy vegetables [J]. Chinese Journal of Food Science, 2016, 16(7): 276-282
- [5] 程爱青,尉万聪.烹调对蔬菜中总多酚和总黄酮含量的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2017,1:90-94  
CHENG Ai-qing, WEI Wan-cong. Effects of cooking on content of total polyphenols and flavonoids in vegetables [J]. Journal of Hunan Agricultural University, 2017, 1: 90-94
- [6] 马杰,孙勃.豌豆尖主要营养成分、生物活性物质及抗氧化能力分析[J].食品与机械,2016,4:47-51  
MA Jie, SUN Bo. Analysis of main nutrients, bioactive substances and antioxidant capacity of pea tips [J]. Food and Machinery, 2016, 4: 47-51
- [7] 任育萱.不同烹饪方式对4种蔬菜中抗氧化成分的影响[J].粮食流通技术,2016,10:109-113  
REN Yu-xuan. Effects of different cooking methods on antioxidant components in four vegetables [J]. Food Circulation Technology, 2016, 10: 109-113
- [8] 双全,张海霞,卢宇,等.野生黑果枸杞化学成分及抗氧化活性研究[J].食品工业科技,2017,4:52-58  
SHANG Quan, ZHANG Hai-xia, LU Yu, et al. The research on chemical component and antioxidant activity of wild *Lycium ruthenicum* [J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 4: 52-58
- [9] 程万兴.不同烹饪方法对金花菜食用品质与营养成分的影响[J].食品安全导刊,2018,3:123-123  
CHENG Wan-xing. Effects of different cooking methods on edible quality and nutritional composition of cauliflower [J]. China Food Safety Magazine, 2018, 3: 123-123
- [10] 赵海田,生加根,陈弘健.RBAC模型在食品安全溯源平台中的应用[J].电子设计工程,2017,25(7):49-52  
ZHAO Hai-tian, SHENG Jia-gen, CHEN Hong-jian. RBAC model in the application of food safety traceability platform [J]. Electronic Design Engineering, 2017, 25(7): 49-52
- [11] 危革,刘周斌,欧立军.辣椒野生和栽培种子萌发特性比较研究[J].北方园艺,2017,14:8-12  
WEI Ge, LIU Zhou-bin, OU Li-jun. Germination characteristics of wild and cultivated pepper [J]. Northern Horticulture, 2017, 14: 8-12
- [12] 陈志玺,康三江,张海燕,等.我国野生蔬菜资源加工利用研究进展[J].农产品加工:下,2017,4:53-57  
CHEN Zhi-xi, KANG San-jiang, ZHANG Hai-yan, et al. Research progress on processing and utilization of wild vegetable resources in China [J]. AEM Roducts Rocessing, 2017, 4: 53-57
- [13] 何进祥,宁德富.西双版纳野生蔬菜资源研究成果分析[J].热带农业科学,2018,38(4):12-24  
HE Jin-xiang, NING De-fu. Analysis of the research results of wild vegetables resources in Xishuangbanna [J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2018, 38(4): 12-24

(下转第 23 页)