

包艳玲, 高春燕, 卢跃红. 四种野生蔬菜营养成分分析 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(7): 337–341. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020050353

BAO Yanling, GAO Chunyan, LU Yuehong. Analysis of Nutritional Components in Four Wild Vegetables[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(7): 337–341. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020050353

· 营养与保健 ·

四种野生蔬菜营养成分分析

包艳玲, 高春燕, 卢跃红*

(大理大学公共卫生学院, 云南大理 671000)

摘要: 本文选取人们经常食用的四种野生蔬菜(车前草、积雪草、乌点规、芭蕉花), 分析了其中的粗蛋白、氨基酸、粗脂肪、维生素 C 等营养成分, 并与小白菜、生菜和油菜三种常见栽培蔬菜进行比较, 评价其营养价值。结果表明: 四种野生蔬菜水分含量低于三种栽培蔬菜; 粗蛋白和粗脂肪含量明显高于三种栽培蔬菜, 其中, 车前草、积雪草、芭蕉花三种蛋白含量均超过 10%, 芭蕉花中的粗脂肪含量最高; 乌点规的维生素 C 含量最高达到 36.29 mg/100 g 鲜重, 高于三种栽培蔬菜; 总氨基酸含量顺序为: 车前草>积雪草>芭蕉花>乌点规, 车前草中含有丰富的必需氨基酸、支链氨基酸和鲜味氨基酸; 芭蕉花中含有较高的赖氨酸。可见, 四种野生蔬菜的营养丰富, 有较高的食用价值, 具有广阔的开发前景。

关键词: 野生蔬菜, 车前草, 积雪草, 芭蕉花, 乌点规, 营养成分

中图分类号: TS201.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2021)07-0337-05

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2020050353

Analysis of Nutritional Components in Four Wild Vegetables

BAO Yanling, GAO Chunyan, LU Yuehong*

(College of Public Health, Dali University, Dali 671000, China)

Abstract: This paper analyzed the nutritional components including crude protein, amino acid, crude fat and vitamin C from four selected wild vegetables (*Plantago major* L., *Centella asiatica* L. Urban, *Solallum nigium* L., *Musa basjoo* Siebold) which were often eaten by people. The nutritional value of four wild vegetables was evaluated by comparing with three common cultivated vegetables (*Brassica chinensis* L., *Lactuca sativa* L. and *Brassica napus* L.). The results showed that water content of four wild vegetables was lower than that of three cultivated vegetables. The contents of crude protein and crude fat were significantly higher than those of three cultivated vegetables. Among them, protein content in *Plantago major*, *Centella asiatica* and *Musa basjoo* flower was over 10%, and the content of crude fat from *Musa basjoo* Siebold was the highest in four wild vegetables. Vitamin C content in *Solallum nigium* was 36.29 mg/100 g fresh weight, which was higher than those of three cultivated vegetables. The highest amino acid content was found in *Plantago major* in four wild vegetables, followed by *Centella asiatica*, *Musa basjoo* flower and *Solallum nigium*. *Plantago major* was rich in essential amino acids, branched chain amino acids and fresh amino acids, and *Musa basjoo* flower was high in lysine. It is concluded that four wild vegetables are rich in nutrients with high edible value and broad development prospects.

Key words: wild vegetables; *Plantago major* L.; *Centella asiatica* L. Urban; *Solallum nigium* L.; *Musa basjoo* Siebold; nutritional components

云南拥有丰富的自然资源, 素有“植物王国”的美誉。其中, 野生蔬菜资源种类多、分布广^[1]。许多野生蔬菜既是美食, 又具有保健功效, 是云南各少数民族地区常年市售和食用的蔬菜。车前草(*Plantago major* L., 图 1A), 具有清热解毒、利尿通淋和凉血祛

痰的功效^[2]。据报道, 车前草中主要含有苯乙醇糖苷类、生物碱类、黄酮及其苷类、环烯醚萜苷类、甾体类、三萜类等活性成分^[3]。积雪草(*Centella asiatica* L. Urban, 图 1B), 又称马蹄叶, 生长于潮湿环境, 作为蔬菜, 味美清香, 含有较高的蛋白、糖分、维生素及

收稿日期: 2020-06-01

作者简介: 包艳玲(2000-), 女, 本科, 研究方向: 食品质量与安全, E-mail: 3498371614@qq.com。

* 通信作者: 卢跃红(1981-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 食品营养与植物功能活性成分评价, E-mail: 78645515@qq.com。

微量元素^[4]。现代药理研究表明,积雪草含三萜类、挥发油类、多炔烯类、黄酮类、甾醇类等活性成分^[5-6],具有抗癌、抑制瘢痕增生、抗溃疡及抗菌、消炎等功效^[6-7]。乌点规(*Solallum nigium* L., 图 1C),又名少花龙葵,具有清热利湿、凉血解毒功效。据报道,乌点规中主要含有挥发油、多酚、生物碱、萜类内酯、糖及其苷类、皂苷等活性成分^[8-9]。芭蕉花(*Musa basjoo* Siebold, 图 1D),富含粗蛋白、粗脂肪及多酚类物质^[10],其味甘淡、微辛,性凉,具有化痰、活血化瘀、通经及平肝的功效^[11],芭蕉花的乙酸乙酯提取物具有抗氧化作用^[11]。

随着人们生活水平的提高和对“绿色食品”的关注,野生蔬菜倍受人们的推崇,然而国内关于野生蔬菜营养成分方面的报道较少。管颖等^[12]2018 年报道了云南墨江特色野生蔬菜紫五加的营养成分,Kibar 等^[13]2017 年分析了土耳其黑海中部地区 3 种野生蔬菜的营养特性。人们对野生蔬菜营养价值及保健功能方面的信息了解不多。本文选取云南省蒙自市人们经常食用的车前草、积雪草、乌点规和芭蕉花四种野生蔬菜,进行营养成分分析,并与小白菜、生菜和油菜三种常见的栽培蔬菜进行比较,评价野生蔬菜的营养价值,为人们更科学合理地食用野生蔬菜提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

车前草、积雪草、乌点规及芭蕉花均采集于云南省自蒙自市农贸市场,车前草和积雪草取地面部分,乌点规取嫩叶部分,芭蕉花取花苞苞片部分,样品经清洗除杂后,一部分立即用于水分和维生素 C 含量的测定,另一部分进行真空冷冻干燥、粉碎过 60 目筛,密封保存于 4℃ 冰箱用于其它成分的测定;氨基酸标准品 日本和光纯药工业株式会社;维生素 C 标准品 北京百灵威科技有限公司;其它试剂均为分析纯,天津市风船化学试剂科学有限公司。

JA3003 电子天平 上海舜宇恒平科学仪器有限公司;8400 全自动凯氏定氮仪、SOXTEC 2050 全自动脂肪测定仪 美国 FOSS 公司;A300 氨基酸分析仪 德国曼默博尔公司。

1.2 实验方法

1.2.1 水分、灰分、粗脂肪及粗蛋白含量的测定 水分含量按照 GB5009.3-2016《食品中水分的测定》方法

进行测定;灰分根据 GB5009.4-2016 采用灼烧法进行测定;粗脂肪含量按照 GB5009.6-2016《食品中脂肪的测定》采用索氏提取法进行测定;粗蛋白含量按照 GB5009.5-2016《食品中蛋白质的测定》采用凯氏定氮法(N 乘以 6.25)进行测定。

1.2.2 维生素 C 的测定 维生素 C 含量按照 GB5009.86-2016 采用 2,6-二氯酚酚滴定法进行测定。

1.2.3 蛋白质的氨基酸组成分析 按照文献[14]所述采用等电点沉淀法提取样品中的蛋白质得到蛋白质提取物粉末,然后按照 GB5009.124-2016《食品安全国家标准食品中氨基酸的测定》方法测定氨基酸的组成。主要方法为:称取 0.1 g 蛋白质粉末置于水解管,加入 10 mL 6 mol/L 盐酸溶液,充入氮气、封口于(110±1)℃ 水解 22 h,水解液经旋转蒸干、重新溶解、0.22 μm 滤膜过滤后转移至进样瓶,用 A300 型氨基酸分析仪(茚三酮柱后衍生离子交换色谱仪)进行测定。色谱柱为钠离子交换柱(8 μm, 4.6 mm × 200 mm),进样体积 20 μL,运行时间 30 min,除脯氨酸在 440 nm 检测外,其余氨基酸均在 570 nm 检测。氨基酸含量根据各标准品的线性回归方程进行计算,分析结果以克每 100 克(g/100 g)蛋白质表示。

1.3 数据处理

本研究中,所有指标进行 3 次测定,测定的数据采用 SPSS17.0 软件进行处理分析,结果用平均数±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 水分含量

四种野生蔬菜的水分含量测定结果见表 1,由表 1 可知四种野生蔬菜的水分含量范围为 86.88%~91.93%,以乌点规最高(91.93%),芭蕉花最低(86.88%)。与小白菜、生菜和油菜三种常见栽培蔬菜^[15]比较,四种野生蔬菜的水分含量明显低于三种常见蔬菜的水分含量(92.9%~95.8%)。水分含量对蔬菜的口感、质地、感官性状、加工与贮藏、腐败变质等有着重要的影响,水分含量越高,则口感越脆^[16],越不利于保藏。结果表明,四种野生蔬菜的水分含量较低,在烹饪时应尽量减少水分的流失以保证其食用口感。

2.2 灰分含量

由表 1 可知,四种野生蔬菜中,车前草的灰分含



图 1 四种野生蔬菜

Fig.1 Four kinds of wild vegetables

注: A: 车前草, B: 积雪草, C: 乌点规, D: 芭蕉花; 图 2 同。

表 1 四种野生蔬菜与三种常见栽培蔬菜营养成分
Table 1 Nutritional components from four wild vegetables and three common cultivated vegetables

蔬菜名称	水分(FW, %)	灰分(DW, g/100 g)	粗蛋白(DW, g/100 g)	粗脂肪(DW, g/100 g)	维生素C(FW, mg/100 g)
车前草	87.11±0.25 ^b	15.97±0.32 ^a	14.56±2.21 ^a	0.91±0.16 ^c	4.45±2.08 ^b
积雪草	91.17±0.41 ^a	11.73±0.89 ^c	13.27±0.35 ^b	0.77±0.03 ^c	2.32±1.03 ^c
乌点规	91.93±0.20 ^a	13.49±1.15 ^b	3.71±1.20 ^d	1.51±0.11 ^b	36.29±3.12 ^a
芭蕉花	86.88±0.36 ^b	11.05±0.07 ^c	10.51±0.19 ^c	4.24±0.05 ^a	5.43±1.15 ^b
小白菜 ^[15]	94.5	2.1	1.5	0.3	28
生菜 ^[15]	95.8	1.3	1.3	0.3	13
油菜 ^[15]	92.9	2.1	1.8	0.5	36

注: DW表示干重, FW表示鲜重; 同列肩标不同字母表示差异显著($P<0.05$); ^[15]引自中国食物成分表。

量最高为 15.97 g/100 g, 显著高于其余三种野生蔬菜 ($P<0.05$), 芭蕉花最低为 11.05 g/100 g。四种野生蔬菜的灰分含量均明显高于三种常见栽培蔬菜。灰分是样品经过灼烧后残留的无机物, 为各种矿物质元素总和。车前草的灰分含量较高, 说明其含有较丰富的矿物质元素。

2.3 粗蛋白含量

由表 1 可知, 四种野生蔬菜的粗蛋白含量范围为 3.71~14.56 g/100 g, 其中, 车前草、积雪草和芭蕉花三种粗蛋白含量均超过 10%, 车前草含量最高, 显著高于其余三种野生蔬菜 ($P<0.05$)。与三种常见栽培蔬菜相比, 四种野生蔬菜的粗蛋白含量明显较高, 尤其是车前草, 其粗蛋白含量是小白菜的 9.7 倍、生菜的 11.2 倍、油菜的 8.1 倍。本研究中, 车前草的粗蛋白含量与 Kobeasy 等^[17]的研究结果一致。芭蕉花粗蛋白含量略低于马博等^[10]报道的野生芭蕉花含量 (11.9 g/100 g), 这可能与所采样品生长环境土壤养分不同有关。蛋白质在机体内具有提供能量、参与生命活动、构成组织成分等重要生理功能。车前草、积雪草和芭蕉花三种野生蔬菜含有较高的蛋白, 可作人们植物源蛋白质的重要补充。

2.4 粗脂肪含量

由表 1 可知, 四种野生蔬菜粗脂肪含量范围为 0.77~4.24 g/100 g, 芭蕉花的含量最高, 显著高于其余三种野生蔬菜 ($P<0.05$); 乌点规含量显著高于车前草和积雪草 ($P<0.05$); 车前草与积雪草之间无显著性差异 ($P>0.05$)。四种野生蔬菜的粗脂肪含量均高于三种常见栽培蔬菜, 尤其是芭蕉花, 其含量是小白菜和生菜的 14.1 倍, 是油菜的 8.5 倍。本研究结果芭蕉花粗脂肪含量略低于马博等^[10]报道的野生芭蕉花含量 (4.72 g/100 g), 这可能与所采样品的生长环境、土壤养分、光照等有关。

2.5 维生素 C 含量

四种野生蔬菜的维生素 C 含量测定结果见表 1, 可见, 乌点规含量 (36.29 mg/100 g) 显著高于其余三种野生蔬菜 ($P<0.05$)。与三种常见蔬菜相比, 乌点规维生素 C 含量与油菜相当, 高于小白菜和生菜; 车前草、积雪草和芭蕉花的含量明显低于三种常见栽培

蔬菜。维生素 C 是一种与组织愈合和促进关键神经递质释放有关的必需营养素^[18], 四种野生蔬菜中, 乌点规含有丰富的维生素 C, 可以作为维生素 C 的良好蔬菜来源。

2.6 氨基酸组成

四种野生蔬菜的蛋白质氨基酸色谱见图 2, 氨基酸组成见表 2。由表 2 可知, 除色氨酸因水解被破坏未作测定外, 共检测了 17 种氨基酸。车前草、乌点规和芭蕉花中, 共检测出人体所需的 7 种必需氨基酸 (EAA), 未检出半胱氨酸; 积雪草中共检测出 5 种必需氨基酸, 未检出半胱氨酸、缬氨酸、赖氨酸和组氨酸。氨基酸总含量 (TAA) 最高的是车前草, 达到 13.16 g/100 g 蛋白, 显著高于其余三种 ($P<0.05$); 其次为积雪草, 显著高于芭蕉花和乌点规 ($P<0.05$); 含量最低是乌点规。这与前面的研究结果粗蛋白含量车前草>积雪草>芭蕉花>乌点规一致。四种野生蔬菜 EAA/TAA 范围为 28.740%~38.584%, EAA/NEAA 范围为 61.416%~71.260%。其中, 车前草的 EAA/TAA 为 38.584%、EAA/NEAA 为 61.416%, 与 WHO/FAO^[19]提出的理想蛋白模式 EAA/TAA=40%、EAA/NEAA=60% 非常接近, 其配比较为合理。

为进一步分析四种野生蔬菜中氨基酸的营养价值, 将其必需氨基酸与 WHO/FAO 修正的理想蛋白质中人体必需氨基酸的模式谱^[19]进行比较。比较结果见表 3, 四种野生蔬菜中, 车前草、芭蕉花及乌点规中除蛋氨酸 + 半胱氨酸外, 其余 6 种必需氨基酸的相对含量均超过或接近 WHO/FAO 模式谱, 特别是车前草中的异亮氨酸和亮氨酸含量、芭蕉花中的赖氨酸含量明显超过 WHO/FAO 模式谱。赖氨酸是谷类食物中容易缺乏的氨基酸, 因此野生芭蕉花可以和谷物类主食搭配食用, 互补蛋白质, 提高蛋白质的生物价, 具有较高的食用价值。积雪草中的苏氨酸、异亮氨酸和亮氨酸含量明显超过 WHO/FAO 模式谱。

支链氨基酸 (BCAA) 是由异亮氨酸、亮氨酸以及缬氨酸组成的一类必需氨基酸。据报道, 补充支链氨基酸可改善与衰老相关的疾病, 如肌肉减少症、胰岛素抵抗、II 型糖尿病和心血管疾病等^[20-21]。四种野生蔬菜支链氨基酸含量最高的是车前草, 高达 2.97 g/100 g 蛋白, 占其氨基酸总量的 22.53%, 显著

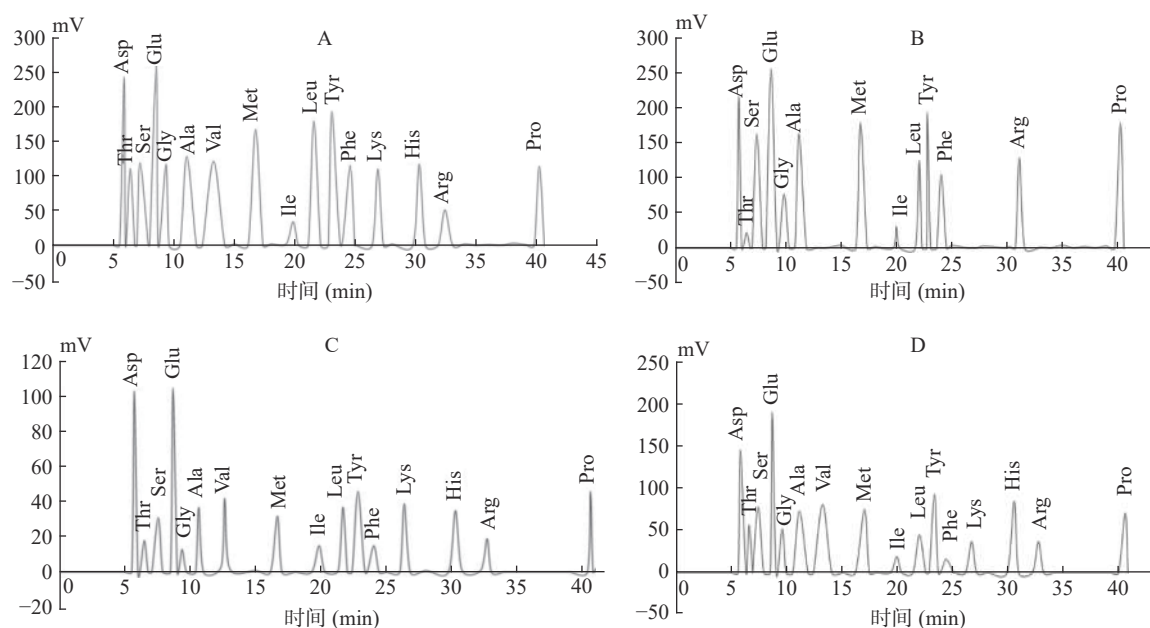


图 2 四种野生蔬菜蛋白质氨基酸色谱图

Fig.2 Chromatograms of amino acid from four wild vegetables protein

表 2 四种野生蔬菜蛋白质氨基酸组成(g/100 g 蛋白)

Table 2 Amino acid composition from four wild vegetables protein (g/100 g protein)

氨基酸名称	车前草	积雪草	乌点规	芭蕉花
天冬氨酸Asp [#]	1.82±0.11 ^a	1.66±0.07 ^a	0.58±0.06 ^b	0.80±0.03 ^b
苏氨酸Thr [*]	0.62±0.04 ^a	0.84±0.03 ^a	0.10±0.03 ^c	0.32±0.05 ^b
丝氨酸Ser	0.61±0.02 ^a	0.84±0.04 ^a	0.13±0.03 ^c	0.38±0.06 ^b
谷氨酸Glu [#]	1.95±0.05 ^a	1.97±0.01 ^a	0.54±0.03 ^c	1.36±0.03 ^b
脯氨酸Pro	0.63±0.05 ^a	0.44±0.05 ^{ab}	0.09±0.05 ^c	0.31±0.05 ^b
甘氨酸Gly	0.70±0.06 ^a	0.86±0.04 ^a	0.13±0.06 ^c	0.41±0.02 ^b
丙氨酸Ala	0.74±0.03 ^b	0.92±0.03 ^a	0.15±0.04 ^d	0.42±0.07 ^c
半胱氨酸Cys	未检出	未检出	未检出	未检出
缬氨酸Val ^{*Δ}	0.86±0.07 ^a	未检出	0.12±0.01 ^c	0.41±0.03 ^b
蛋氨酸Met [*]	0.13±0.02 ^a	0.13±0.05 ^a	0.06±0.02 ^b	0.03±0.01 ^b
异亮氨酸Ile ^{*Δ}	0.92±0.20 ^a	0.72±0.05 ^b	0.11±0.05 ^d	0.33±0.05 ^c
亮氨酸Leu ^{*Δ}	1.19±0.53 ^a	1.29±0.04 ^a	0.17±0.03 ^c	0.53±0.09 ^b
酪氨酸Tyr	0.62±0.02 ^a	0.56±0.04 ^a	0.09±0.03 ^c	0.17±0.04 ^b
苯丙氨酸Phe [*]	0.68±0.04 ^a	0.73±0.05 ^a	0.13±0.04 ^c	0.31±0.05 ^b
赖氨酸Lys [*]	0.68±0.02 ^a	未检出	0.12±0.04 ^c	0.44±0.17 ^b
组氨酸His	0.30±0.04 ^a	未检出	0.06±0.04 ^b	0.19±0.08 ^{ab}
精氨酸Arg	0.71±0.08 ^a	0.91±0.08 ^a	0.24±0.08 ^b	0.40±0.06 ^b
必需氨基酸EAA	5.08±0.92 ^a	3.71±0.22 ^b	0.81±0.21 ^d	2.37±0.45 ^c
非必需氨基酸NEAA	8.08±0.46 ^a	8.15±0.36 ^a	2.00±0.42 ^c	4.42±0.39 ^b
支链氨基酸BCAA	2.97±0.62 ^a	2.00±0.09 ^b	0.41±0.08 ^d	1.27±0.17 ^c
酸味和鲜味氨基酸	3.77±0.20 ^a	3.63±0.11 ^a	1.13±0.12 ^c	2.16±0.11 ^b
总氨基酸TAA	13.16±1.38 ^a	11.86±0.85 ^b	2.80±0.63 ^d	6.79±0.84 ^c
EAA/TAA(%)	38.584	31.273	28.740	34.889
EAA/NEAA(%)	61.416	68.727	71.260	65.111

注: *表示必需氨基酸; Δ表示支链氨基酸; #表示酸味和鲜味氨基酸; 同行肩标不同字母表示差异显著(P<0.05)。

高于其余三种野生蔬菜(P<0.05)。因此,车前草具有开发功能性食品的潜力。

天冬氨酸和谷氨酸是食品中的酸味和鲜味氨基酸^[22],四种野生蔬菜中的酸味和鲜味氨基酸十分丰富,尤其以车前草和积雪草中含量最高,分别达到 3.77、

3.63 g/100 g 蛋白,这可能是其味道鲜美的原因之一。并且,天冬氨酸能够有效防止鲜切土豆的酶促褐变^[23],还具有降血压、抗疲劳、保护心脏、增强免疫等功效^[24];谷氨酸有助于调节神经衰弱、护肝等功效^[25],说明四种野生蔬菜具有较高的保健及应用价值。

表 3 四种野生蔬菜必需氨基酸占总氨基酸的质量分数(%)
Table 3 The percentage ratios of essential amino acids in total amino acids of four wild vegetables (%)

氨基酸名称	车前草	积雪草	乌点规	芭蕉花	WHO/FAO 模式谱 ^[19]
苏氨酸	4.711	7.068	3.499	4.711	4
缬氨酸	6.542	—	4.427	6.021	5
蛋氨酸 + 半胱氨酸	0.957	1.130	2.071	0.501	3.5
异亮氨酸	6.975	6.039	4.034	4.814	4
亮氨酸	9.011	10.846	6.105	7.817	7
苯丙氨酸 + 酪氨酸	5.197	6.190	4.463	4.564	6
赖氨酸	5.159	—	4.141	6.404	5.5

3 结论

车前草、积雪草和芭蕉花属于高蛋白野生蔬菜;芭蕉花粗脂肪含量较高;乌点规的维生素 C 含量达到 36.29 mg/100 g 鲜重;车前草中含有丰富的必需氨基酸、支链氨基酸和鲜味氨基酸;芭蕉花中含有较高的赖氨酸。四种野生蔬菜营养成分丰富,食用和保健价值高,具有广阔的开发前景。

参考文献

[1] 刘发万,秦荣,李卫芬,等.云南少数民族野生蔬菜资源及利用[J].长江蔬菜,2020,498(4): 62–65.

[2] 秦惠珍,邹蓉,唐健民,等.12 种清热解暑类药食两用植物研究进展[J].广西科学院学报,2019,35(1): 24–29.

[3] 宋秀青.车前草及白牵牛子的化学成分及活性研究[D].济南: 济南大学,2019: 3–4.

[4] 多本加.不同产地积雪草中微量元素的因子分析[J].微量元素与健康研究,2010(4): 13–14.

[5] 张蕾磊,王海生,姚庆强,等.积雪草化学成分研究[J].中草药,2005(12): 1761–1763.

[6] 李辉标,唐洪梅,陈新林,等.积雪草主要化学成分及治疗消化系统疾病的研究进展[J].今日药学,2019,29(7): 71–74.

[7] 赵良辰,李晶,陈婷,等.积雪草药理研究及抗肿瘤等临床应用[J].中医肿瘤学杂志,2019,1(2): 91–95.

[8] 热萨莱提·伊敏,买买提·吐尔逊,塔伊尔·麦孜尼.HPLC 同时测定新疆少花龙葵中绿原酸和芦丁的含量[J].中国现代中药,2014,16(11): 38–40.

[9] 朱慧.少花龙葵叶挥发油成分的鉴定[J].西南农业学报,2011,24(1): 108–114.

[10] 马博,苏仕林,黄娇丽.野生芭蕉花与假茎的营养成分分析[J].食品工业,2018,39(6): 320–323.

[11] 周银丽,王晓云,白建波,等.芭蕉花中总黄酮的最佳提取工艺[J].江苏农业科学,2013,41(6): 257–259.

[12] 管颖,郭艳东,陈果,等.紫五加的营养成分分析与评价[J].食品安全质量检测学报,2018,9(5): 1021–1025.

[13] Kibar B, Kibar H. Determination of the nutritional and seed properties of some wild edible plants consumed as vegetable in the Middle Black Sea Region of Turkey[J]. South African Journal of Botany, 2017(108): 117–125.

[14] Lu Y H, Huang J H, Li Y C, et al. Variation in nutritional compositions, antioxidant activity and microstructure of *Lycopus*

lucidus Turcz. root at different harvest times[J]. Food Chemistry, 2015(183): 91–100.

[15] 杨月欣,中国疾病预防控制中心营养与健康所.中国食物成分表 2018[M].北京: 北京大学医学出版社,2018.

[16] 王春林,张博,贾学明.子午峻林区常见野生蔬菜营养成分分析[J].长江蔬菜,2015(2): 46–49.

[17] Kobeasy M I K, Fatah O M A, Salam S M A, et al. Biochemical studies on *Plantago major* L. and *Cyamopsis tetragonoloba* L.[J]. International Journal of Biodiversity and Consevation, 2011(3): 83–91.

[18] Reynolds P S, Fisher B J, McCarter J., et al. Interventional vitamin C: A strategy for attenuation of coagulopathy and inflammation in a swine multiple injuries model[J]. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2018, 85: 57–67.

[19] FAO/WHO. Protein quality evaluation. Report of the joint FAO/WHO expert consultation[J]. FAO Food and Nutrition Paper, 1991: 51.

[20] Solerte S B, Fioravanti M, Locatelli E, et al. Improvement of blood glucose control and insulin sensitivity during a long-term (60 weeks) randomized study with amino acid dietary supplements in elderly subjects with type 2 diabetes mellitus[J]. American Journal of Cardiology, 2008a, 101(11): 82–88.

[21] Solerte S B, Gazzaruso C, Bonacasa R, et al. Nutritional supplements with oral amino acid mixtures increases whole-body lean mass and insulin sensitivity in elderly subjects with sarcopenia[J]. American Journal of Cardiology, 2008b, 101(11): 69–77.

[22] Kirimura J, Shimizu A, Kimizuka A, et al. Contribution of peptides and amino acids to the taste of foods[J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 1969, 17(4): 689–695.

[23] Feng Y Y, Liu Q Q, Shi J Y, et al. Aspartic acid can effectively prevent the enzymatic browning of potato by regulating the generation and transformation of brown product[J]. Postharvest Biology and Technology, 2020(166): 111209.

[24] Gong Q Y, Yang D X, Jiang M, et al. L-aspartic acid promotes fish survival against *Vibrio alginolyticus* infection through nitric oxide-induced phagocytosis[J]. Fish and Shellfish Immunology, 2020(97): 359–366.

[25] 姚翱,陶宁萍,王锡昌.宝石鱼肉氨基酸组成及营养评价[J].现代食品科技,2009,25(4): 447–450.