

不同产地土圪儿氨基酸组成及含量分析

黄 钺, 朱 林, 何 艳, 陈安琪, 杨焕明, 沈赢烽, 付顺华*

浙江农林大学, 林业与生物技术学院遗传学科, 浙江 杭州
Email: fushunhua66@163.com

收稿日期: 2020年9月28日; 录用日期: 2020年10月12日; 发布日期: 2020年10月19日

摘 要

为了解土圪儿 *Apios fortunei* Maxim 的氨基酸组成与含量变异规律, 利用 L-8900 全自动氨基酸分析仪, 测定了 4 个不同产地和 2 个不同生长年限的样品氨基酸组成种类和含量。结果表明, 土圪儿块根中含有 15 种氨基酸, 缺少蛋氨酸 (Met) 和半胱氨酸 (Cys), 其中以天冬氨酸 (Asp) 含量最高, 达 20.50~36.50 g·kg⁻¹。必需氨基酸 (EAA) 含量达总氨基酸 (TAA) 含量的 34%。浙江磐安、山东单县的土圪儿氨基酸含量高于云南兰坪、江苏南通的, 生长一年与生长二年的氨基酸含量大小在不同产地 (浙江磐安、山东单县) 表现不一致。研究认为, 土圪儿氨基酸种类多, 含量丰富, 特别是天冬氨酸, 是优良的蛋白质源; 不同产地环境、不同生长年限对氨基酸含量有影响。

关键词

土圪儿, 氨基酸, 天冬氨酸, 必需氨基酸, 产地

Analysis on the Composition and Content of Amino Acid of *Apios fortunei* Maxim of Different Producing Areas

Yue Huang, Lin Zhu, Yan He, Anqi Chen, Huanming Yang, Yingfeng Shen, Shunhua Fu*

Department of Genetics, School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang A&F University, Hangzhou Zhejiang
Email: fushunhua66@163.com

Received: Sep. 28th, 2020; accepted: Oct. 12th, 2020; published: Oct. 19th, 2020

Abstract

In order to understand the variation of amino acid composition and content of *Apios fortunei* Maxim, the L-8900 automatic amino acid analyzer was used to determine the amino acid composi-

*通讯作者。

tion and content of samples from 4 different origins and 2 different growth years. The results showed that there are 15 kinds of amino acids in the tuber roots of *A. fortunei*, lacking methionine (Met) and cysteine (Cys), of which aspartic acid (Asp) has the highest content, reaching 20.50~36.50 g·kg⁻¹. The essential amino acid (EAA) content reaches 34% of the total amino acid (TAA) content. The amino acid content of *A. fortunei* in Pan'an, Zhejiang and Shanxian, Shandong is higher than that in Lanping, Yunnan and Nantong, Jiangsu. The amino acid content of one-year growth and two-year growth is inconsistent in different production areas (Zhejiang Pan'an, Shandong Shanxian). Studies have shown that there are many types of amino acids and rich content of amino acids in *A. fortunei*, especially aspartic acid, which is an excellent source of protein; different production areas and different growth years have an impact on amino acid content.

Keywords

Apios fortunei Maxim, Amino Acid, Asp, Essential Amino Acids, Producing Area

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

土圜儿 *Apios fortunei* Maxim 是豆科土圜儿属的多年生草本植物。史书记载最早可追溯到明代著作《救荒本草》：“土圜儿，一名地栗子。出新郑山野中。细茎延蔓而生。叶似绿豆叶，微尖角，每三叶攒生一处。根似土瓜儿根，微团，味甜，采根食之” [1] [2] [3]。根据《中国植物志》记载，土圜儿属约有 10 种，其中我国分布有 6 种 [4]。世界各国对该属的某些植物种有少量研究 [5] [6] [7] [8]。在我国，土圜儿分布广泛，并且资源丰富。已有部分地区人们将其作为新药食植物资源进行栽培与经济开发 [9] [10] [11] [12] [13]，但大多数处于野生状态，鲜有研究报道。本文利用浙江磐安、山东单县、云南兰坪、江苏南通 4 个不同产地和浙江磐安、山东单县 2 个产地的不同生长年限土圜儿样品，测定了氨基酸种类和含量，分析了不同产地、不同生长年限的土圜儿中氨基酸组成与含量差异，并对土圜儿氨基酸营养进行了评价，为土圜儿资源保护与开发利用提供参考依据。

2. 材料与方法

2.1. 仪器与试剂

L-8900 全自动氨基酸分析仪(日本日立公司)、万分位分析天平(梅特勒, 上海)、恒温水浴锅(上海科导)、超纯水仪(Milli-Q, 美国)、超声清洗器(上海科导)。

进口氨基酸分析专用试剂：柠檬酸、柠檬酸锂、氯化锂、氢氧化锂(日本和光公司)。

其他试剂：无水乙醇(优级纯, 上海国药)、丙二醇甲醚(进口分装, 上海国药)、醋酸钠、茛三酮、苯甲醇、冰醋酸、磺基水杨酸(分析纯、上海国药)。

2.2. 供试样品

于 10~12 月土圜儿停止年生长时，采集浙江磐安、山东单县、云南兰坪、江苏南通 4 个产地的土圜儿块根，其中浙江磐安与山东单县分别选取了生长一年与生长二年的土圜儿样品。

将所有样品分别在 60℃ 烘箱内烘干，粉碎，过 60 目筛，置于干燥器中保存备用。

2.3. 样品前处理

依据 GB/T 5009.104-2003《食品中氨基酸测定》[14]确定样品处理方法,精密称取 0.1 g (精确度 0.0001 g),置于水解管中,加 6 mol/L 盐酸 10 mL,密封食用氮气,于 $(110 \pm 1)^\circ\text{C}$ 温度下水解 22 h,将溶液用去离子水定容至 50 mL。量取溶液 1 mL 于 5 毫升定容瓶中,放置于 40℃至 50℃的无空气干燥器中干燥,随后瓶内剩余物用 1~2 mL 水溶解,再干燥,重复 2 次,至蒸干。用 1 mL 柠檬酸钠缓冲液(pH2.2)溶解剩余物,并以 0.22 μm 微孔滤膜过滤后留用。

2.4. 配置氨基酸混标溶液

吸取 Type B、Type AN-II 氨基酸混标(日本和光)各 0.20、0.40、0.60、0.80、1.00 mL,置于 25 mL 容量瓶中,用 0.02 mol/L 盐酸溶液定容,0℃~4℃冷藏保存。分别配置 17 种氨基酸的混标溶液。

2.5. 色谱条件

在日立 L-8009 氨基酸自动分析仪上以外标法进行氨基酸测定,采用梯度洗脱,分析柱柱温 57℃,反应柱柱温 135℃,缓冲液流速 0.35 mL/min,茚三酮流速 0.35 mL/min,通道 1 检测波长 570 nm,通道 2 检测波长 440 nm,进样量 20 μL 。

2.6. 氨基酸含量测定

采用 GB/T 5009.104-2003《食品中氨基酸测定》[14]法测定土圈儿的氨基酸含量。

2.7. 统计与计算

利用 Excel 软件进行统计分析。

氨基酸总量(TAA) (%) = 样品的所有测定氨基酸种类含量之和。

必需氨基酸总量(EAA) (%) = 样品的必需氨基酸(带标记^E)含量之和。

非必需氨基酸总量(NEAA) (%) = 样品的非必需氨基酸(带标记^N)含量之和。

药效氨基酸总量(D) (%) = 样品的药效氨基酸(带标记^{*})含量之和。

氨基酸评分 AAS = 待评粗蛋白质氨基酸含量($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)/评分模式氨基酸含量($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)。

化学评分 CS = 待评粗蛋白质氨基酸含量($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)/鸡蛋粗蛋白氨基酸含量($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)。

3. 结果与分析

3.1. 不同产地的土圈儿氨基酸组成与含量

经试验分析,获得 4 个不同产地土圈儿的氨基酸组成与含量测定结果,见表 1。根据测定结果发现,在所测定的 17 种氨基酸中,4 个产地的土圈儿均含有相同的 15 种氨基酸,而均未检测到蛋氨酸(Met)和半胱氨酸(Cys) 2 种氨基酸。该 15 种氨基酸分别为必需氨基酸 6 种:苏氨酸(Thr)、缬氨酸(Val)、异亮氨酸(Ile)、亮氨酸(Leu)、苯基丙氨酸(Phe)、赖氨酸(Lys),非必需氨基酸 9 种:天冬氨酸(Asp)、丝氨酸(Ser)、谷氨酸(Glu)、甘氨酸(Gly)、丙氨酸(Ala)、酪氨酸(Tyr)、组氨酸(His)、精氨酸(Arg)、脯氨酸(Pro)。其中药效氨基酸 8 种为:亮氨酸(Leu)、苯基丙氨酸(Phe)、赖氨酸(Lys)、天冬氨酸(Asp)、谷氨酸(Glu)、甘氨酸(Gly)、酪氨酸(Tyr)和精氨酸(Arg)。

根据分析得知,土圈儿的氨基酸含量丰富,达 8.86%~11.27%,超过我国人们百余种日常食物的 7 成。不同产地的土圈儿氨基酸总量、药效氨基酸总量有一定差异,按含量大小排列依次为:山东单县 > 浙江磐安 > 云南兰坪 > 江苏南通,必需氨基酸总量按含量大小排列:浙江磐安 > 山东单县 > 江苏南通 > 云南兰坪。

分别对各氨基酸种类进行分析发现, 4 个产地的各种氨基酸含量大小排序不尽一致, 见表 1, 表 2。但含量排第 1 位的均为天冬氨酸(Asp)且含量前 5 位的种类重叠度很高, 山东单县、云南兰坪、江苏南通的前 5 位氨基酸种类完全一致, 浙江磐安的前 5 位中 4 个氨基酸种类与另 3 个产地一致, 仅脯氨酸(Pro)未在前 5 位序列中。云南兰坪产地的土圉儿天冬氨酸(Asp)含量明显高, 为其氨基酸总量的 35.06%, 在 4 个产地间比较列第 2 位, 而其它 4 种氨基酸含量均列产地比较时的末位。

各种类氨基酸含量在 4 个产地间排序不一致, 见表 1。苏氨酸、天冬氨酸、赖氨酸、组氨酸、精氨酸、脯氨酸以山东单县产地为丰富, 列第 1 位。缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、丝氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、酪氨酸以浙江磐安产地为丰富, 列第 1 位。苯丙氨酸含量以江苏南通产地为丰富, 列第 1 位。

Table 1. The amino acids composition and content of different producing area of *Apios fortunei*

表 1. 不同产地土圉儿氨基酸组成和含量

| 氨基酸种类 | 产地 | 浙江磐安 | 山东单县 | 云南兰坪 | 江苏南通 |
|---------------------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | /g·kg ⁻¹ | /g·kg ⁻¹ | /g·kg ⁻¹ | /g·kg ⁻¹ |
| 苏氨酸(Thr) ^E | | 4.62 | ¹ 4.66 | 4.08 | 4.11 |
| 缬氨酸(Val) ^E | | ¹ 6.73 | 5.83 | 4.70 | 5.33 |
| 异亮氨酸(Ile) ^E | | ¹ 4.34 | 4.05 | 3.18 | 4.04 |
| 亮氨酸(Leu) ^{E,*} | | ¹ 7.24 | 6.62 | 5.12 | 6.67 |
| 苯基丙氨酸(Phe) ^{E,*} | | 5.82 | 5.86 | 5.04 | ¹ 6.19 |
| 赖氨酸(Lys) ^{E,*} | | 4.19 | ¹ 4.61 | 2.94 | 4.30 |
| 天冬氨酸(Asp) ^{N,*} | | 22.94 | ¹ 36.50 | 31.41 | 20.50 |
| 丝氨酸(Ser) ^N | | ¹ 5.35 | 5.02 | 4.51 | 4.90 |
| 谷氨酸(Glu) ^{N,*} | | ¹ 10.45 | 8.25 | 6.76 | 7.87 |
| 甘氨酸(Gly) ^{N,*} | | ¹ 3.92 | 3.90 | 3.18 | 3.64 |
| 丙氨酸(Ala) ^N | | ¹ 5.43 | 5.28 | 4.88 | 5.23 |
| 酪氨酸(Tyr) ^{N,*} | | ¹ 3.14 | 2.55 | 2.28 | 2.32 |
| 组氨酸(His) ^N | | 2.27 | ¹ 4.10 | 2.17 | 3.31 |
| 精氨酸(Arg) ^{N,*} | | 5.05 | ¹ 6.01 | 3.42 | 4.09 |
| 脯氨酸(Pro) ^N | | 4.69 | ¹ 9.44 | 5.91 | 6.15 |
| 蛋氨酸(Met) ^E | | nd | nd | nd | nd |
| 半胱氨酸(Cys) ^{N,*} | | nd | nd | nd | nd |
| TAA | | 96.18 | 112.68 | 89.58 | 88.65 |
| EAA | | 32.94 | 31.63 | 25.06 | 30.64 |
| NEAA | | 63.24 | 81.05 | 64.52 | 58.01 |
| D | | 62.75 | 74.30 | 60.15 | 55.58 |
| EAA/TAA(%) | | 34.20 | 28.07 | 27.97 | 34.56 |
| EAA/NEAA(%) | | 52.02 | 39.02 | 38.83 | 52.81 |
| D/TAA(%) | | 65.24 | 65.94 | 67.15 | 62.70 |

注: 带标记^E为必需氨基酸; 带标记^N为非必需氨基酸; 带标记*为药效氨基酸; 数字左上角带¹的表示该氨基酸含量大小在不同产地间比较排第 1 位。nd 表示该氨基酸未检出。

4个产地的土圉儿均为天冬氨酸含量最丰富(见表1,表2),含量比例在23.14%~35.06%之间,约占总氨基酸含量的1/4~1/3,可以说是富天冬氨酸食源。前5位的氨基酸种类基本相同,含量达50.09%~60.54%,超过总氨基酸含量的一半,可以作为土圉儿的特征性氨基酸种类,为鉴别土圉儿的真伪作参考依据。蛋氨酸(Met)和半胱氨酸(Cys)是人体必需氨基酸,一般植物均含量较少,是限制氨基酸[15][16],在土圉儿中也是如此,本试验中均未检测到。

4个产地的土圉儿谷氨酸含量也较高,是列天冬氨酸之后的第2大高含量氨基酸。而天冬氨酸与谷氨酸是特征性的鲜味氨基酸,其中尤以谷氨酸的鲜味最强。鲜味氨基酸的组成和含量决定了食物的鲜美程度[17][18],土圉儿富含该两种鲜味氨基酸,表明土圉儿食品具有鲜美可口特性。

Table 2. The amino acid proportion and kinds of the top 1 and top 5 on different producing area of *Apios fortunei*

表 2. 各不同产地土圉儿氨基酸含量最多及排序前 5 的种类与比例

| 氨基酸 | 产地 | 浙江磐安 | 山东单县 | 云南兰坪 | 江苏南通 |
|-----------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 含量最多氨基酸种类 | | 天冬氨酸 | 天冬氨酸 | 天冬氨酸 | 天冬氨酸 |
| 占总氨基酸比例(%) | | 23.85 | 32.39 | 35.06 | 23.14 |
| 含量大小排序前 5 氨基酸种类 | | 天冬氨酸、谷氨酸、苯基丙氨酸、亮氨酸、缬氨酸 | 天冬氨酸、谷氨酸、苯基丙氨酸、亮氨酸、脯氨酸 | 天冬氨酸、谷氨酸、苯基丙氨酸、亮氨酸、脯氨酸 | 天冬氨酸、谷氨酸、苯基丙氨酸、亮氨酸、脯氨酸 |
| 占总氨基酸比例(%) | | 55.28 | 59.16 | 60.54 | 50.09 |

3.2. 不同生长年限土圉儿氨基酸含量比较

对不同生长年限的土圉儿进行氨基酸含量分析比较,测定结果见表3。由表3测定结果看到,浙江磐安与山东单县的生长一年、生长二年的土圉儿比较,氨基酸含量变异规律性不强。在浙江磐安产地,生长一年与生长二年的土圉儿氨基酸含量相比较,除天冬氨酸(Asp)是明显增加(+25.47%)外,其它所测到的14种氨基酸含量均呈下降(-2.81%~-46.87%)趋势。而在山东单县产地的表现则几乎完全不同,生长二年的比生长一年的土圉儿氨基酸含量除酪氨酸(Tyr)、异亮氨酸(Ile)、亮氨酸(Leu)有下降(-0.75%~-17.20%)外,另外的12种氨基酸含量则是增加的,增加的幅度为+2.53%~+31.36%不等。生长一年与生长二年的土圉儿比较,总氨基酸TAA、必需氨基酸EAA、非必需氨基酸NEAA、药效氨基酸D在浙江磐安均表现下降(-3.27%~-13.84%),在山东单县则均表现上升(+2.24%~+16.29%)。可能是由于土圉儿氨基酸含量与产地间存在较大的交互作用。

Table 3. The amino acids content of different growth years of *Apios fortunei* in Pan'an, Zhejiang Province and Shanxian, Shandong Province

表 3. 浙江磐安与山东单县不同生长年限土圉儿氨基酸含量

| 氨基酸种类 | 生长年限 | 浙江磐安/g·kg ⁻¹ | | | 山东单县/g·kg ⁻¹ | | |
|---------------------------|------|-------------------------|-------|----------------|-------------------------|-------|----------------|
| | | 生长一年 | 生长二年 | 生长二年比生长一年增加(%) | 生长一年 | 生长二年 | 生长二年比生长一年增加(%) |
| 苏氨酸(Thr) ^E | | 4.89 | 4.36 | -10.84 | 4.52 | 4.80 | +6.19 |
| 缬氨酸(Val) ^E | | 7.35 | 6.12 | -16.73 | 5.75 | 5.92 | +2.96 |
| 异亮氨酸(Ile) ^E | | 4.62 | 4.05 | -12.34 | 4.22 | 3.88 | -8.06 |
| 亮氨酸(Leu) ^{E,*} | | 8.06 | 6.41 | -20.47 | 6.65 | 6.60 | -0.75 |
| 苯基丙氨酸(Phe) ^{E,*} | | 6.00 | 5.64 | -6.00 | 5.76 | 5.96 | +3.47 |
| 赖氨酸(Lys) ^{E,*} | | 4.51 | 3.88 | -13.97 | 4.39 | 4.83 | +10.02 |
| 天冬氨酸(Asp) ^{N,*} | | 20.42 | 25.47 | +24.73 | 32.63 | 40.36 | +23.69 |

Continued

| | | | | | | |
|-------------------------|-------|------|--------|-------|-------|--------|
| 丝氨酸(Ser) ^N | 5.65 | 5.05 | -10.62 | 4.70 | 5.33 | +13.40 |
| 谷氨酸(Glu) ^{N*} | 12.44 | 8.47 | -31.91 | 7.98 | 8.52 | +6.77 |
| 甘氨酸(Gly) ^{N*} | 4.19 | 3.65 | -12.89 | 3.66 | 4.14 | +13.11 |
| 丙氨酸(Ala) ^N | 5.81 | 5.06 | -12.91 | 5.02 | 5.53 | +10.16 |
| 酪氨酸(Tyr) ^{N*} | 3.24 | 3.03 | -6.48 | 2.79 | 2.31 | -17.20 |
| 组氨酸(His) ^N | 2.39 | 2.15 | -10.04 | 3.54 | 4.65 | +31.36 |
| 精氨酸(Arg) ^{N*} | 5.12 | 4.98 | -2.73 | 5.93 | 6.08 | +2.53 |
| 脯氨酸(Pro) ^N | 5.02 | 4.36 | -13.15 | 8.66 | 10.22 | +18.01 |
| 蛋氨酸(Met) ^E | nd | nd | - | nd | nd | - |
| 半胱氨酸(Cys) ^{N*} | nd | nd | - | nd | nd | - |
| TAA(%) | 9.97 | 9.27 | -7.02 | 10.62 | 11.91 | +12.15 |
| EAA(%) | 3.54 | 3.05 | -13.84 | 3.13 | 3.20 | +2.24 |
| NEAA(%) | 6.43 | 6.22 | -3.27 | 7.49 | 8.71 | +16.29 |
| D(%) | 6.40 | 6.15 | -3.91 | 6.98 | 7.88 | +12.89 |

注：带标记^E为必需氨基酸；带标记^N为非必需氨基酸；带标记*为药效氨基酸。

3.3. 土圉儿蛋白质营养价值评价

一般的，蛋白质营养价值是被评价对象的氨基酸组成中所含的必需氨基酸(essential amino acid, EAA)组成比例越接近人体需要，则其质量越优。以1973年FAO/WHO提出的蛋白质营养价值评价的必需氨基酸模式和以鸡蛋蛋白为参考的氨基酸模式对蛋白质营养价值进行评价，计算氨基酸评分AAS和化学评分CS值，见表4。

Table 4. The CS, AAS of amino acids of different places of *A. fortunei*

表 4. 不同产地土圉儿必需氨基酸评分 AAS、CS

| 必需氨基酸 | FAO/WHO /g·kg ⁻¹ | 鸡蛋 /g·kg ⁻¹ | 浙江磐安 | | 山东单县 | | 云南兰坪 | | 江苏南通 | |
|----------|--------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | AAS | CS | AAS | CS | AAS | CS | AAS | CS |
| 异亮氨酸 | 0.25 | 0.33 | 1.21 | 0.92 | 1.06 | 0.80 | 1.04 | 0.79 | 1.28 | 0.96 |
| 亮氨酸 | 0.44 | 0.53 | 1.15 | 0.95 | 0.99 | 0.81 | 0.95 | 0.79 | 1.20 | 0.99 |
| 赖氨酸 | 0.34 | 0.44 | 0.86 | 0.66 | 0.89 | 0.69 | 0.71 | 0.55 | 1.00 | 0.77 |
| 苏氨酸 | 0.25 | 0.29 | 1.29 | 1.11 | 1.22 | 1.05 | 1.34 | 1.15 | 1.30 | 1.11 |
| 缬氨酸 | 0.31 | 0.41 | 1.52 | 1.15 | 1.23 | 0.93 | 1.24 | 0.94 | 1.36 | 1.03 |
| 苯丙氨酸+酪氨酸 | 0.38 | 0.57 | 1.65 | 1.11 | 1.45 | 0.98 | 1.58 | 1.06 | 1.77 | 1.19 |

从表1、表3分析，土圉儿是氨基酸含量丰富的植物，达88.65~112.68 g·kg⁻¹，其中药效氨基酸含量高，为55.58~74.30 g·kg⁻¹，占氨基酸总量的62.70%~67.15%；人体必需氨基酸(EAA)含量为25.06~32.94 g·kg⁻¹，占氨基酸总量的27.97%~34.56%；非必需氨基酸(NEAA)含量为58.01~81.05 g·kg⁻¹。天冬氨酸(Asp)和谷氨酸(Glu)含量是排名前2位的氨基酸，它们不仅是重要的鲜味氨基酸，而且都具有增强人们记忆的功能。本试验未检测到土圉儿块根中的蛋氨酸(Met)和半胱氨酸(Cys)含量(表1、表3)，故蛋氨酸(Met)和半胱氨酸(Cys)是土圉儿的第一限制性氨基酸，单独食用土圉儿时也许其营养功能无法全面体现。但这并不意味着土圉儿蛋白质没有营养价值，如配以其它适量比例的蛋氨酸(Met)或半胱氨酸(Cys)食物，则可以发挥土圉儿高蛋白质营养功能。

不同产地土圉儿的各种必需氨基酸评分上看(表 4), AAS 值除赖氨酸(全部产地)和亮氨酸(部分产地)外,均大于 1.00,说明其所含这些必需氨基酸可满足人体需要,最高值是江苏南通的苯丙氨酸+酪氨酸,评分值为 1.77。CS 值比 AAS 值有所减小,为 0.55(云南兰坪,赖氨酸)~1.19(江苏南通,苯丙氨酸+酪氨酸)。赖氨酸的氨基酸评分值是比较低的,无论 AAS 值(0.71~1.00)和 CS 值(0.55~0.77),在不同产地均处于限制性氨基酸的水平(江苏南通的 AAS 值达到 1.00)。提示我们在利用土圉儿过程中,除了补充蛋氨酸(Met)或半胱氨酸(Cys)外,还要注意适当补充赖氨酸含量,土圉儿食物的蛋白质营养功能才比较充分发挥。

依据 FAO/WHO 标准,某食物的必需氨基酸 EAA/TAA 值为 40%和 EAA/NEAA 值为 60%是理想的。从表 1 看到,4 个不同产地的土圉儿氨基酸 EAA/TAA 值、EAA/NEAA 值为 27.97%、38.83% (云南兰坪),28.07%、39.02% (山东单县),34.20%、52.02% (浙江磐安)和 34.56%、52.81% (江苏南通)。浙江磐安和江苏南通两产地的土圉儿接近 FAO/WHO 标准,而云南兰坪和山东单县产地的土圉儿与 FAO/WHO 标准有差距。

4. 结论与讨论

氨基酸组成和含量是评价资源植物作为药食开发利用潜力的重要指标[19][20][21]。土圉儿块根含有 15 种氨基酸,含量丰富,氨基酸总量占 8.86%~11.27%,超过七成以上的日常食物氨基酸含量。其中药效氨基酸含量为 5.56~6.28%,人体必需氨基酸(EAA)含量为 2.51%~3.30%,是良好的蛋白质源。尤其天冬氨酸含量很高,谷氨酸含量也较高,意味着土圉儿食物鲜味可口。而天冬氨酸可补充人体的微量元素,还能降低血氨,是生产心血管药物的中间体并有利尿作用,同时也是制成高能量太空食品的主要成分[22],为土圉儿的药食两用开发提供了思路。

不同产地的土圉儿氨基酸总量有差异,各氨基酸种类的含量排序也不一致。不同产地氨基酸总量、药效氨基酸总量大小依次为:山东单县 > 浙江磐安 > 云南兰坪 > 江苏南通。在生产上需要注意产地对含量品质的影响,在育种和引种中要注意优质种源的选择。

不同生长年限的土圉儿氨基酸含量在不同产地变化规律不明显。生长一年与生长二年的土圉儿氨基酸含量相比较,在浙江磐安产地除天冬氨酸(Asp)外,其它 14 种氨基酸含量均呈下降,而在山东单县产地的表现则几乎完全不同,除少数几个氨基酸含量表现有下降外,另 12 种氨基酸含量呈增加趋势。可能是由于土圉儿氨基酸含量与产地间存在较大交互作用引起的。

土圉儿蛋白质丰富,但属于不完全蛋白质。缺乏蛋氨酸(Met)和半胱氨酸(Cys),故蛋氨酸(Met)和半胱氨酸(Cys)是土圉儿的第一限制性氨基酸,单独食用土圉儿将无法发挥其营养功能,需要配以其它适量比例氨基酸成分。依据 FAO/WHO 食物营养标准,浙江磐安和江苏南通两产地的土圉儿接近标准要求,而云南兰坪和山东单县两产地不够满足。

土圉儿资源丰富,野生分布范围广,但目前开发利用水平低,人工栽培规模效应不足,很多药用、食用新功能尚未被人们认识,需要大力加强研究,提高开发力度,让这一资源植物更好地服务人类,为人类健康作出更大贡献。

参考文献

- [1] 姚振生,彭余开,杨武亮.《救荒本草》中的豆科药用植物[J].江西中医学院学报,1994,6(4):32.
- [2] 江苏省南通植物研究所,中国医学科学院药物研究所,中国科学院昆明植物研究所.新华本草纲要.第2册[M].上海:上海科学技术出版社,1990:92.
- [3] 袁鑫,张水利,詹敏.《本草拾遗》土芋的本草考证[J].中国中药杂志,2010,35(9):1204-1208.
- [4] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志.第41卷[M].北京:科学出版社,1995:1995.
- [5] Duke, J.A. (1984) Properties of the Groundnut. In: Hemenway, D., Ed., *The International Permaculture Species Yearbook*, Yankee Permaculture, Orange, 27-29.

- [6] Vietmeyer, N. (1986) The Wild Groundnut. The Next Potato. *Apios Tribune*, **1**, 2-5.
- [7] Walter, W.M., Croom, E.M., Catignani, G.L., *et al.* (1986) Compositional Study of *Apios priceana* Tubers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **4**, 39-41. <https://doi.org/10.1021/jf00067a010>
- [8] Pellett, P.L. and Yong, V.R. (1980) Nutritional Evaluation of Protein Foods. The United National University Publishing Company, Tokyo, 26-29.
- [9] 王冉冉. 土圪儿根化学成分研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东中医药大学, 2015.
- [10] 孔艳芹, 侯银昌. 罗汉参(香芋)及其丰产栽培技术[J]. 华夏星火, 2003(7): 59.
- [11] 韩同长, 周亭英. 香芋无公害栽培技术[J]. 山东蔬菜, 2002(4): 23.
- [12] 刘圣田, 李素真, 丰美久. 香芋的开发利用价值及栽培技术要点[J]. 山东农业科学, 2001(3): 19.
- [13] 姜淑敏. 香芋[J]. 上海农业科技, 1981(4): 40.
- [14] GB/T 5009. 104-2003 《食品中氨基酸测定》 [Z].
- [15] 刘志皋. 食品营养学[M]. 第二版. 北京: 中国轻工业出版社, 2004: 78.
- [16] 周文化, 刘绍. 食品营养与卫生学[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2012: 47.
- [17] 张升利, 孙向军, 张欣, 姜志强, 苏建通, 梁拥军, 杨璞. 长吻鮠含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 大连海洋大学学报, 2013, 28(1): 83-88.
- [18] 陈海强, 胡汝晓, 彭运祥, 等. 食用菌鲜味物质研究进展[J]. 现代生物医学进展, 2011, 11(19): 3783-3786.
- [19] 宋曙辉, 刘庞源, 何伟明, 王文琪. 菜用土圪儿的营养成分分析[J]. 营养学报, 2013, 35(6): 618-619.
- [20] China Academy Preventive Medicine Standard (1992) Compilation of National Standards of Food Hygiene. Beijing Standards Press of China, Beijing, 133-206.
- [21] 赵峰, 宋超, 施兆鸿, 等. 野生银鲳幼鱼主要营养成分的测定与评价[J]. 营养学报, 2008, 30(4): 425-426.
- [22] 崔建新. 各种氨基酸的作用与食物来源[EB/OL]. 道客巴巴 DOC88.COM, 2010: 2. <http://www.doc88.com/p-97736514947.html>