

DOI: 10.12101/j.issn.1004-390X(n).202004018

东北不同地区细毛长山药品质分析及 药理活性成分比较*

刘丽杰, 王璐瑶, 孙玉婷, 丁美云, 张东向, 金忠民, 朱 琨
(齐齐哈尔大学 生命科学与农林学院, 黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:【目的】分析东北不同地区细毛长山药的营养品质和药理活性成分。【方法】以黑龙江齐齐哈尔、吉林长春和辽宁沈阳的细毛长山药为材料, 采用灼烧法和常压干燥法测定其灰分和水分含量; 电感耦合等离子体原子发射光谱法测定微量元素含量; 根据国家标准测定营养物质含量; 用高效液相色谱法测定尿囊素的含量, 分光光度法测定薯蓣皂苷及总多酚的含量; 用水提醇沉工艺进行活性多糖的提取, 并计算含量。【结果】沈阳产山药的水分和灰分含量最低, 与长春和齐齐哈尔产山药相比差异显著 ($P<0.05$); 沈阳产山药的营养品质最好, 药理活性成分含量也最高; 其中, 沈阳和长春产山药的可溶性总糖和蛋白质含量的平均值均显著高于齐齐哈尔 ($P<0.05$), 沈阳产山药的总氨基酸含量平均值也显著高于齐齐哈尔 ($P<0.05$), 但与长春相比差异不显著; 淀粉和粗脂肪含量均表现为沈阳>长春>齐齐哈尔, 但差异均不显著; 沈阳产山药的活性多糖、尿囊素、总多酚和薯蓣皂苷含量显著高于长春和齐齐哈尔 ($P<0.05$); 微量元素中 Fe 元素含量在 3 个地区的差异不显著; 沈阳产山药的 Mn 元素平均含量显著高于齐齐哈尔和长春的平均含量 ($P<0.05$), 沈阳和长春产山药的 Pb 含量显著高于齐齐哈尔 ($P<0.05$)。【结论】东北这 3 个地区中沈阳产山药的营养品质和药用保健功能最高, 可为东北高寒地区山药的开发利用提供理论参考。

关键词: 东北地区; 细毛长山药; 品质分析; 药理活性成分

中图分类号: S 632.101

文献标志码: A

文章编号: 1004-390X (2021) 02-0308-06

Quality Analysis and Comparison of Pharmacological Active Components of Yams in Different Areas of Northeast China

LIU Lijie, WANG Luyao, SUN Yuting, DING Meiyun,
ZHANG Dongxiang, JIN Zhongmin, ZHU Kun

(College of Life Science and Agriculture Forestry, Qiqihar University, Qiqihar 161006, China)

Abstract: [Purpose] To analyze the nutritional quality and pharmacological active components of yams in different areas of Northeast China [Method] The ash content and water content of the yams from Qiqihar area of Heilongjiang Province, Changchun area of Jilin Province and Shenyang area of Liaoning Province were determined by burning method and atmospheric drying method; trace elements were determined by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry; the contents of nutrients were determined according to the national standards; the content of allantoin was determined by HPLC; the content of diosgenin and total polyphenols was determined by spectrophotometry;

收稿日期: 2020-04-10

修回日期: 2020-09-29

网络首发时间: 2021-03-25 14:37:33

*基金项目: 黑龙江省省属高等学校基本科研业务费科研项目(植物性食品加工技术特色学科专项)(YST-SXK201877); 黑龙江省教育厅基本业务专项(135209265); 2019 大学生创新创业项目(201910232236, 201910232023); 齐齐哈尔大学青年教师科研启动支持计划项目(2014k-M22)。

作者简介: 刘丽杰(1980—), 女, 黑龙江齐齐哈尔人, 博士, 副教授, 主要从事植物生理与分子生物学方面的研究。E-mail: liulijie2001@163.com

网络首发地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20210323.1148.003.html>



the active polysaccharide was extracted by water extraction and alcohol precipitation process, and the content was calculated. [Result] The water and ash contents of yams from Shenyang was the lowest, and compared with Changchun and Qiqihar, the difference was significant ($P<0.05$); the nutritional quality and the content of pharmacological active components of yams produced in Shenyang were the best. The average contents of total soluble sugar and protein in yam from Shenyang and Changchun was significantly higher than that in Qiqihar ($P<0.05$). The average content of total amino acids in yam from Shenyang was significantly higher than that in Qiqihar ($P<0.05$), but there was no significant difference between Shenyang and Changchun. The starch and crude fat contents in Shenyang area > Changchun area > Qiqihar area, but the differences are not significant. The contents of active polysaccharide, allantoin, total polyphenols and dioscin in yam from Shenyang were significantly higher than those in Changchun and Qiqihar ($P<0.05$). There was no significant difference in the content of Fe in the three regions. The average content of Mn in yam in Shenyang was significantly higher than that in Qiqihar and Changchun ($P<0.05$), and the Pb content was significantly higher in Changchun and Shenyang than in Qiqihar ($P<0.05$). [Conclusion] The highest nutritional quality and medical and health functions of yams produced in Shenyang are found in the three areas of Northeast China, which can provide theoretical reference for the development and utilization of yams in the alpine areas of Northeast China.

Keywords: Northeast China; yams; quality analysis; pharmacological active components

山药也称薯蓣、白山药或土薯,是薯蓣科(Dioscoreaceae)薯蓣属(*Dioscorea* L.)多个种的统称。山药是多年生的草质藤本植物,其形状不同的块茎具有较高的营养价值和药用价值^[1]。山药富含多种维生素、微量元素、蛋白质、氨基酸、糖类和淀粉等,既可食用,也常被用作药材,具有助消化、固肾、健脾、补肺、降血糖、降血脂、抗氧化、抗肿瘤和延缓衰老等作用^[2-5]。山药原产于亚洲和非洲,在中国南北各地均有栽培,主产于陕西、山西、河南和山东等地。

东北地区栽培山药主要集中在辽宁和吉林两省,黑龙江也有种植,但种植面积不大。东北地区的山药生长期短,但产量较高,多数从山东省和河北省引入。辽宁的山药品种主要为群峰山药和牛腿山药;吉林的山药品种主要为细毛长山药(也称棒山药)和麻山药等。吴小玲等^[6]对吉林省不同地区山药的产量品质进行了比较,但目前比较分析东北不同地区山药的品质以及药理活性成分的文献未见报道。因此,本研究以东北黑龙江齐齐哈尔、吉林长春以及辽宁沈阳的细毛长山药为研究对象,测定不同地区山药品种的灰分、水分、Fe、Mn、Cu、Zn、Mo、Cr、Ni、Pb、Cd、淀粉、可溶性总糖、粗脂肪、蛋白质和总氨基酸

含量,以及尿囊素、薯蓣皂苷和总多酚的药理活性,为深入开发东北地区山药的营养价值奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料采集与处理

新鲜细毛长山药样品分别购于黑龙江省齐齐哈尔市星光农贸市场、站前市场及运建园市场,分别标为1~3,确保都产于齐齐哈尔市;购于吉林省长春市春城市场、大通市场及全安市场的标为4~6,确保都产于长春市;购于辽宁省沈阳市大西农贸市场、塔湾北行农贸市场及南五农副产品批发市场标为7~9,确保都产于沈阳市。

将样品带回实验室,用自来水将山药表面冲洗干净,再用蒸馏水反复冲洗,然后将山药表皮削去后切碎,一部分采用灼烧法测定灰分含量,一部分在80℃的鼓风干燥箱中烘干,用粉碎机粉碎,并用60目的尼龙筛过筛,备用。

1.2 指标测定方法

1.2.1 水分和灰分含量测定

灰分含量的测定参照国家标准GB/T 5009.4—2010;水分含量采用常压干燥法(GB/T 14074.3.5—2006)测定。

1.2.2 微量元素的测定

微量元素的测定按照陈伟珍等^[7]的方法进行。

1.2.3 营养成分测定

淀粉含量按照国家标准 GB/T 5009.9—2008 测定；可溶性总糖含量按照国家标准 GB/T 5009.8—2008 的要求进行测定；粗脂肪含量按照国家标准 GB/5009.6—2016 测定；蛋白质含量按照国家标准 GB/5009.5—2016 测定；氨基酸含量按照国家标准 GB/5009.124—2016 中的仪器分析法测定。

1.2.4 药理活性成分的测定

尿囊素的测定参照黄瑞平^[8]的方法进行并略做修改。采用高效液相色谱法，取山药样品 1.0 g，在容量瓶中定容到 50 mL，在超声波中，40 ℃ 提取 80 min，在 2 000 r/min 下离心 10 min，取上清液 0.5 mL，用 0.45 μm 微孔滤膜过滤，作为样品溶液；色谱条件为：柱温：室温，流动相为 pH 为 3.0 的磷酸二氢钾，流速：1.0 mL/min，进样量为 10 μL，检测波长为 210 nm。薯蓣皂苷、总多酚及活性多糖含量的测定参考陈运中等^[9]的方法。

2 结果与分析

2.1 不同地区山药的水分和灰分含量

由表 1 可见：齐齐哈尔地区的细毛长山药水分含量高于长春地区，沈阳地区细毛长山药的水分含量最低，并且齐齐哈尔地区和长春地区的细毛长山药水分含量都显著高于沈阳地区 ($P<0.05$)，分别高 8.39% 和 7.02%。与长春相比，齐齐哈尔地区只有购于运建园市场的细毛长山药水分含量显著高于长春地区 ($P<0.05$)，另外 2 个市场的细毛长山药水分含量与长春地区相比差异均不显著。细毛长山药的含水量直接影响其品质、营养和储藏，水分含量越少，微生物的生长繁殖就越少，越能保持细毛长山药的较好的感官性状，使其保存时间更长。

2.2 不同地区细毛长山药元素含量比较

由表 2 可知：齐齐哈尔地区细毛长山药中 Fe、Cu、Mo 和 Cd 含量最高，Pb 含量最低；长春地区 Zn、Cr、Ni 和 Pb 含量最高，Fe 和 Mn 的含量最低；沈阳地区 Mn 含量最高，Cu、Zn、Mo、Cr、Ni 和 Cd 含量最低。总体来看，Fe 元素含量在 3 个地区的差异不显著；沈阳地区细毛长山药的 Mn 元素平均含量显著高于齐齐哈尔和长

表 1 不同产地细毛长山药的水分和灰分含量比较

市场编号 market No.	产地 producing area	水分含量 water content	灰分含量 ash content
1	齐齐哈尔 Qiqihaer	77.22±2.4 ab	3.75±0.3 a
2		76.41±3.1 b	3.79±0.2 a
3		77.91±1.9 a	3.82±0.2 a
平均 mean		77.18±0.5 a	3.79±0.1 a
4	长春 Changchun	75.21±0.5 b	3.42±0.2 a
5		75.72±0.8 b	3.48±0.3 a
6		76.51±0.5 b	3.52±0.4 a
平均 mean		75.81±0.3 b	3.47±0.1 b
7	沈阳 Shenyang	68.22±0.2 c	2.45±0.1 b
8		69.23±0.2 c	2.51±0.2 b
9		68.91±0.5 c	2.42±0.1 b
平均 mean		68.79±0.5 c	2.46±0.1 c

注：每一列不同字母代表差异显著 ($P<0.05$)；下同。

Note: Different letters in each column represent significant differences ($P<0.05$); the same as below.

春地区的平均含量，分别高出 1.74 和 2.31 mg/kg；齐齐哈尔地区和长春地区的 Cu、Zn、Mo 和 Cr 平均含量都显著高于沈阳地区，Cu 含量分别高出 3.00 和 2.87 mg/kg，Zn 含量分别高出 88.80 和 103.40 mg/kg，Mo 含量分别高出 0.59 和 0.28 mg/kg，Cr 含量分别高出 2.10 和 3.60 mg/kg；齐齐哈尔地区的 Cd 含量平均值显著高于长春地区和沈阳地区 ($P<0.05$)，分别高出 0.11 和 0.13 mg/kg；长春地区的 Ni 含量显著高于齐齐哈尔和沈阳地区 ($P<0.05$)，分别高出 0.81 和 0.20 mg/kg；长春和沈阳地区的 Pb 含量显著高于齐齐哈尔地区 ($P<0.05$)，分别高出 0.83 和 0.30 mg/kg。

2.3 不同地区细毛长山药营养成分比较

如表 3 所示：沈阳地区细毛长山药的淀粉、可溶性总糖、粗脂肪、蛋白质及总氨基酸含量最高，分别比齐齐哈尔地区和长春地区高 5.00%~2.80%、0.81%~0.10%、0.04%~0.02%、1.70%~0.80% 和 0.80%~0.30%。沈阳地区和长春地区的可溶性总糖和蛋白质含量的平均值均显著高于齐齐哈尔地区 ($P<0.05$)；沈阳地区总氨基酸含量也显著高于齐齐哈尔地区 ($P<0.05$)，但与长春地区相比差异不显著；淀粉和粗脂肪含量为沈阳地区>长春地区>齐齐哈尔地区，但差异均不显著。

2.4 不同地区细毛长山药药理活性成分比较

3 个地区细毛长山药的药理活性成分按含量

表 2 不同产地细毛长山药样品元素含量比较

Tab. 2 The element contents in yam from different areas

市场编号 market No.	产地 producing area	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo	Cr	Ni	Pb	Cd
1	齐齐哈尔 Qiqihaer	96.61±5.9 ab	3.71±0.3 c	5.71±0.5 c	617.8±20 ab	0.89±0.10 b	7.91±0.5 b	3.41±0.2 b	0.96±0.1 c	0.19±0.020 a
2		96.81±6.8 ab	3.22±0.4 c	7.93±0.7 ab	617.6±30 ab	0.95±0.20 ab	7.92±0.8 b	3.30±0.1 b	0.77±0.2 c	0.19±0.030 a
3		98.31±7.1 a	3.43±0.2 c	8.41±0.9 a	610.1±31 b	0.99±0.20 a	7.83±0.4 b	3.32±0.1 b	0.89±0.1 c	0.13±0.010 b
平均 mean		97.24±0.3 ab	3.45±0.2 b	7.35±1.2 a	615±2 a	0.94±0.10 a	7.89±0.1 b	3.34±0.1 b	0.87±0.1 c	0.17±0.010 a
4	长春 Changchun	84.72±4.7 b	2.51±0.1 c	7.62±0.5 ab	663.3±29 a	0.69±0.10 c	9.52±0.9 a	3.91±0.3 a	1.62±0.3 ab	0.07±0.010 c
5		87.83±5.1 b	3.21±0.3 c	6.81±0.6 b	601.0±19 b	0.58±0.10 d	9.01±0.7 ab	3.90±0.2 a	1.81±0.3 a	0.06±0.010 cd
6		86.21±4.9 b	2.92±0.2 c	7.23±0.7 b	625.1±23 ab	0.61±0.10 d	9.32±0.4 a	4.01±0.4 a	1.71±0.3 ab	0.05±0.010 cd
平均 mean		86.26±1.6 b	2.88±0.4 b	7.22±0.4 a	630±31 a	0.63±0.06 b	9.28±0.3 a	3.94±0.1 a	1.71±0.1 a	0.06±0.010 b
7	沈阳 Shenyang	91.10±5.2 ab	5.62±0.6 a	4.73±0.5 cd	529.0±28 cd	0.29±0.05 f	4.21±0.5 d	3.07±0.3 b	1.30±0.2 b	0.04±0.003 d
8		92.21±4.3 ab	4.74±0.4 a	4.02±0.4 d	551.0±30 c	0.35±0.10 ef	6.92±0.7 c	3.20±0.1 b	1.40±0.3 b	0.04±0.010 d
9		91.92±5.8 ab	5.22±0.5 ab	4.31±0.2 d	499.0±38 d	0.41±0.10 e	6.92±0.7 c	3.11±0.2 b	1.50±0.3 b	0.03±0.001 d
平均 mean		91.74±0.6 ab	5.19±0.4 a	4.35±0.4 b	526±14 b	0.35±0.04 c	6.62±0.5 c	6.62±0.5 c	1.40±0.1 b	0.04±0.002 b

表 3 不同产地细毛长山药营养成分 (含量) 比较

Tab. 3 Nutrient composition (contents) comparison of yams from different areas

市场编号 market No.	产地 producing area	淀粉 starch	可溶性总糖 soluble sugar	粗脂肪 crude fat	蛋白质 protein	总氨基酸 total amino acids
1	齐齐哈尔 Qiqihaer	19.61±3.1 ab	0.16±0.02 c	0.06±0.01 c	2.50±0.4 c	1.91±0.3 b
2		18.71±3.5 b	0.18±0.04 c	0.07±0.01 bc	2.62±0.5 c	1.91±0.4 b
3		17.31±2.4 b	0.20±0.03 c	0.08±0.01 bc	2.41±0.3 c	2.01±0.4 b
平均 mean		18.54±0.6 ab	0.18±0.01 c	0.07±0.01 b	2.51±0.1 c	1.94±0.1 c
4	长春 Changchun	20.21±3.1 ab	0.86±0.10 b	0.08±0.01 bc	3.12±0.4 bc	2.32±0.3 ab
5		21.01±3.5 ab	0.92±0.10 b	0.09±0.02 b	3.30±0.6 b	2.40±0.4 ab
6		21.31±2.9 ab	0.89±0.09 b	0.09±0.02 b	3.41±0.2 ab	2.51±0.3 ab
平均 mean		20.84±0.4 ab	0.89±0.03 b	0.09±0.01 ab	3.28±0.1 b	2.41±0.1 ab
7	沈阳 Shenyang	23.11±3.1 ab	0.94±0.09 ab	0.09±0.01 b	4.20±0.3 a	2.71±0.3 a
8		24.01±3.2 a	0.99±0.10 ab	0.11±0.02 ab	4.31±0.5 a	2.82±0.4 a
9		23.81±1.2 a	1.05±0.04 a	0.12±0.03 a	4.12±0.1 a	2.60±0.2 a
平均 mean		23.64±0.5 ab	0.99±0.03 a	0.11±0.01 ab	4.21±0.1 a	2.71±0.1 a

由高到低依次为活性多糖>尿囊素>总多酚>薯蓣皂苷, 活性多糖的含量最高, 总多酚和薯蓣皂苷的含量都较低(表 4)。活性多糖的平均含量沈阳地区最高, 长春地区次之, 齐齐哈尔地区最低, 沈阳地区的活性多糖显著高于长春地区和齐齐哈尔地区 ($P<0.05$), 分别高 1.10% 和 2.60%, 并且长春地区的活性多糖也显著高于齐齐哈尔地区 ($P<0.05$), 高 1.50%。3 个地区尿囊素含量的平均值分别为 0.53%、0.73% 和 1.00%, 沈阳地区细毛长山药中尿囊素含量显著高于长春地区和齐齐哈尔地区 ($P<0.05$), 齐齐哈尔地区细毛长山药的尿囊素含量最低, 与长春地区相比差异达到显著水

平 ($P<0.05$)。这 3 个地区的总多酚和薯蓣皂苷的含量与其他地区不同品种的细毛长山药相比含量相对较低, 但在这 3 个地区相比, 仍然是沈阳地区含量最高, 其次为长春地区, 齐齐哈尔地区的最低, 3 个地区之间相比, 差异分别都达到显著水平 ($P<0.05$)。

3 讨论

中国山药资源丰富, 种类繁多。山药主要产于河南、山东、河北、浙江和湖南等地, 目前以广西、河北和河南等地为主的几大产地构成了国内主要山药栽培区。近几年, 经过引种驯化栽

表 4 不同产地细毛长山药药理活性成分含量比较

Tab. 4 Comparison of pharmacological active component contents of yams from different areas %

市场编号 market No.	产地 producing area	尿囊素 allantoin	薯蓣皂苷 diosgenin	总多酚 total polyphenols	活性多糖 active polysaccharide
1	齐齐哈尔 Qiqihaer	0.51±0.03 d	0.10±0.01 g	0.10±0.01 e	5.91±0.2 c
2		0.62±0.05 cd	0.20±0.03 f	0.10±0.01 e	6.22±0.4 c
3		0.50±0.07 d	0.20±0.02 f	0.20±0.02 f	6.30±0.3 c
平均 mean		0.54±0.03 d	0.17±0.05 fg	0.13±0.02 ef	6.14±0.2 c
4	长春 Changchun	0.71±0.10 c	0.30±0.01 e	0.40±0.10 d	7.42±0.3 b
5		0.81±0.09 bc	0.50±0.04 c	0.50±0.09 c	7.70±0.5 b
6		0.71±0.04 c	0.40±0.03 d	0.50±0.08 c	7.81±0.3 b
平均 mean		0.74±0.10 c	0.40±0.10 d	0.47±0.50 cd	6.14±0.2 c
7	沈阳 Shenyang	1.02±0.10 ab	0.81±0.08 a	0.70±0.08 b	8.71±0.4 a
8		1.10±0.09 a	0.70±0.03 b	0.80±0.04 a	8.60±0.5 a
9		0.91±0.10 b	0.70±0.06 b	0.80±0.05 a	8.92±0.3 a
平均 mean		1.01±0.10 ab	0.74±0.06 ab	0.77±0.05 a	8.74±0.1 a

培，开发出了适应东北高寒地区的优质栽培技术，使得山药在东北地区栽培成功，但主要集中在吉林和辽宁两省，黑龙江省的种植面积不大。对不同地区山药的营养成分进行研究，为合理开发利用及品种研究提供一定依据，使其产生更大的经济价值和社会效益^[10]。

在本研究中，沈阳地区的细毛长山药含水量最低 (68.79%)，表现出不易折断、粉性足，久煮不散等特性，这与吴小玲等^[6]的研究结果基本一致。而齐齐哈尔地区的细毛长山药水分含量最高，使其不容易保存，容易被微生物分解导致其腐烂变质，这与袁辉等^[11]对不同品种细毛长山药的水分研究结果相似。虽然齐齐哈尔地区细毛长山药的含水量最高，平均为 77.18%，但没有高于规定标准 (72%~78%)^[12]。灰分含量的多少常与食品中的常量元素和微量元素有关，在一定范围内，食品中可溶性灰分含量越多，矿物质的含量越丰富，营养价值越高^[12]，齐齐哈尔地区和长春地区的细毛长山药灰分含量也显著高于沈阳地区，分别高 1.33% 和 1.01% ($P<0.05$)，说明齐齐哈尔和长春地区的细毛长山药矿质含量可能更丰富。

不同产地的山药中微量元素的含量具有一定的差异，这与山药的品种、种植地的土壤以及种植环境密切相关^[13]，也与地下水与土壤水分具有天然联系，山药吸收土壤水分的同时，也吸收地下水中的化学元素，所以地下水的化学组成对山药微量元素的含量以及山药的品种有重要的影

响。在本研究中，3 个地区的山药品种相同，但可能因为种植地的环境及土壤或地下水不同，导致其微量元素的含量也不同。

与其他品种山药相比，这 3 个地区的细毛长山药的可溶性总糖高于太谷山药，但比铁棍山药、日本白山药、花籽山药以及嵩县野山药的含量都低；淀粉的平均含量比这 5 种山药的都高，较高的淀粉含量可开发为淀粉副产品^[14-15]；总蛋白和总氨基酸的含量也较高，与上述 5 种山药相比，也排在前列^[16]，可见东北地区的山药营养品质比较好。

山药中的活性多糖是其重要的活性成分之一，具有多种生物学功效，如免疫增强活性、抗病毒活性、保肝活性、胃黏膜保护作用、抗氧化、突变活性以及降血糖和调节胃肠道活性^[17]。这 3 个地区细毛长山药中较高含量的活性多糖为其药用提供了一定的保障。尿囊素具有抑菌消炎和镇痛等作用，在治疗多种角化皮肤病等方面有广泛地应用^[18]。与其他地区的不同品种山药相比，这 3 个地区的细毛长山药尿囊素含量高于铁棍山药和佛手山药，但低于陈集山药和南阳山药^[18]。总多酚类化合物使山药具有抗氧化活性，因此多酚类化合物可作为抗氧化活性的一个主要指标^[19]。山药中的薯蓣皂苷具有消炎、解毒、抗溃疡和镇静等生理活性，还具有抗病毒、抗癌以及防止脂肪肝和冠心病的功效。但是这 3 个地区的细毛长山药总多酚和薯蓣皂苷的含量与其他地区不同品种山药相比含量相对较低，但在这 3 个

地区中,仍然以沈阳地区含量最高,其次为长春地区,齐齐哈尔地区的最低。

4 结论

本试验通过对黑龙江省齐齐哈尔市、吉林省长春市和辽宁省沈阳市3个地区细毛长山药的研究比较发现:沈阳产细毛长山药的含水量和灰分含量最低,长春次之,齐齐哈尔最高;沈阳产细毛长山药的营养品质最好,淀粉、可溶性总糖、粗脂肪、蛋白质和总氨基酸含量最高;药理活性成分尿囊素、薯蓣皂苷、总多酚以及活性多糖的含量也最高;长春产细毛长山药营养物质含量和药理活性成分含量都居中,齐齐哈尔产细毛长山药的营养物质含量及药理活性成分含量都最低;但是沈阳地区细毛长山药的微量元素只有Mn含量最高,长春地区也有4种微量元素含量最高,分别为Zn、Cr、Ni和Pb,齐齐哈尔地区的也有4种含量最高,分别为Fe、Cu、Mo和Cd。总之,这3个地区中沈阳产山药的营养品质和药用保健功能最高。

[参考文献]

- [1] 李明军. 提高山药商品性栽培技术问答[M]. 北京: 金盾出版社, 2013.
- [2] MA F Y, ZHANG Y, YAO Y, et al. Chemical components and emulsification properties of mucilage from *Dioscorea opposita* Thunb[J]. Food Chemistry, 2017, 228(1): 315. DOI: [10.1016/j.foodchem.2017.01.151](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.151).
- [3] 胡青, 王莹, 高倩倩, 等. ICP-AES测定山药与红薯中的微量元素[J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版), 2011, 29(4): 553. DOI: [10.3969/j.issn.1673-5862.2011.04.022](https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-5862.2011.04.022).
- [4] CHANG Y T, JIANG S J. Determination of As, Cd and Hg in emulsified vegetable oil by flow injection chemical vapour generation inductively coupled plasma mass spectrometry[J]. Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 2008, 23(1): 140. DOI: [10.1039/B712390F](https://doi.org/10.1039/B712390F).
- [5] 孙晓生, 谢波. 山药药理作用的研究进展[J]. 中药新药与临床药理, 2011, 22(3): 353. DOI: [10.19378/j.issn.1003-9783.2011.03.033](https://doi.org/10.19378/j.issn.1003-9783.2011.03.033).
- [6] 吴小玲, 李春雷, 段进潮, 等. 吉林省不同地区山药生长发育状况与产量品质的比较[J]. 人参研究, 2013, 25(1): 19. DOI: [10.3969/j.issn.1671-1521.2013.01.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-1521.2013.01.007).
- [7] 陈伟珍, 杨桂珍. 廉江平坦淮山薯与河南铁棍山药中10种元素的比较与分析[J]. 保鲜与加工, 2018, 18(1): 113.
- [8] 黄瑞平. 福建参薯类山药资源尿囊素含量的测定比较[J]. 热带农业科学, 2012, 32(6): 58. DOI: [10.3969/j.issn.1009-2196.2012.06.013](https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-2196.2012.06.013).
- [9] 陈运中, 陈俊彰. 四种山药的药理活性成分比较研究[J]. 时珍国医国药, 2014, 25(10): 2390. DOI: [10.3969/j.issn.1008-0805.2014.10.032](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0805.2014.10.032).
- [10] 王彦平, 汤高奇, 谢克英, 等. 紫山药主要活性成分提取纯化技术研究进展[J]. 食品工业科技, 2016, 37(17): 356. DOI: [10.13386/j.issn1002-0306.2016.17.062](https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2016.17.062).
- [11] 袁辉, 梁宏玲. 3个山药品种主要营养成分的比较分析[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(35): 13744. DOI: [10.3969/j.issn.0517-6611.2013.35.116](https://doi.org/10.3969/j.issn.0517-6611.2013.35.116).
- [12] 周玥, 郭华, 周洁. 铁棍怀山药中主要营养成分的研究[J]. 中国食物与营养, 2011, 17(3): 69. DOI: [10.3969/j.issn.1006-9577.2011.03.020](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-9577.2011.03.020).
- [13] 张重义, 谢彩侠. 怀山药无机元素的特征分析[J]. 特产研究, 2003, 25(1): 41. DOI: [10.3969/j.issn.1001-4721.2003.01.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-4721.2003.01.015).
- [14] 马建华, 杜平, 阮心玲. 河南惠楼山药营养成分分析[J]. 食品与生物技术学报, 2014, 33(4): 438. DOI: [10.3969/j.issn.1673-1689.2014.04.018](https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-1689.2014.04.018).
- [15] 蒋方程, 李傲然, 何静仁, 等. 不同品种山药的营养成分分析及其水提物的体外抗氧化能力研究[J]. 食品工业科技, 2018, 39(4): 6. DOI: [10.13386/j.issn1002-0306.2018.04.002](https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2018.04.002).
- [16] 王飞, 刘红彦, 鲁传涛, 等. 5个山药品种资源的农艺性状和营养品质比较[J]. 河南农业科学, 2005(3): 58. DOI: [10.3969/j.issn.1004-3268.2005.03.018](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-3268.2005.03.018).
- [17] 关倩倩, 张文龙, 杜方岭, 等. 山药多糖生物活性及作用机理研究进展[J]. 中国食物与营养, 2018, 24(3): 11. DOI: [10.3969/j.issn.1006-9577.2018.03.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-9577.2018.03.002).
- [18] 付小雨. 不同产地山药营养品质和药理活性成分的比较[D]. 武汉: 武汉工业学院, 2012.
- [19] LIU H Y, QIU N X, DING H H, et al. Polyphenols contents and antioxidant capacity of 68 Chinese herbals suitable for medical or food uses[J]. Food Research International, 2008, 41(4): 363. DOI: [10.1016/j.foodres.2007.12.012](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.12.012).

责任编辑: 何承刚