不同品种榧树种仁氨基酸组成分析及营养评价

曹永庆¹, 胡文翠², 汪舍平³, 姚小华^{1*} (1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江杭州 311400; 2. 浙江省东阳市香榧研究所, 浙江东阳 322100; 3. 浙江省常山县林业局, 浙江常山 324200)

摘要 [目的]明确不同品种榧树种仁的氨基酸组分和营养品质。[方法]以6个主栽榧树品种为研究对象,分析种仁不同种类氨基酸组分的含量并进行营养评价。[结果]榧树种仁含有17种常见氨基酸,包含人体必需的7种氨基酸,不同品种的总氨基酸及氨基酸组分含量不同。各品种种仁氨基酸含量从高到低依次为东榧2号、丁山榧、东榧3号、龙凤细榧、东榧1号、朱岩榧;氨基酸组分中天冬氨酸和谷氨酸的含量最高,变异系数较低,人体必需氨基酸(E)与氨基酸(T)的比值为0.39,人体必需氨基酸与非必需氨基酸比值(E/N)为0.64,符合WHO/FAO推荐必需氨基酸组成比例标准;人体必需氨基酸(E)、儿童必需氨基酸(CE)、味觉类氨基酸含量与总氨基酸含量间存在显著正相关关系。[结论]总氨基酸含量可作为氨基酸组分特征的代表性指标对不同品种榧树种仁的营养品质进行评价。

关键词 榧树;种仁;氨基酸;营养;评价

中图分类号 S789 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)01-0169-04

Components Analysis and Nutrition Evaluation of Amino Acids in Kernel of Different *Torreya grandis* Varieties

CAO Yong-qing¹, HU Wen-cui², WANG She-ping³ et al (1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Hangzhou, Zhejiang 311400; 2. Torreya Research Institute of Dongyang, Dongyang, Zhejiang 322100; 3. Forestry Bureau of Changshan County, Changshan, Zhejiang 324200)

Abstract [Objective] To clarify the amino acids components and nutrition quality of different *Torreya grandis* Varieties. [Method] The fully ripen seeds from six *Torreya grandis* varieties were selected to measure the amino acids components content and evaluate the nutrition quality. [Result] The results showed that the kernel of *Torreya grandis* contained 17 common amino acids, including 7 human body essential amino acids. The content of amino acids components was different among different varieties and the amino acids content in kernel from high to low was order *Torreya grandis* 'Dong No. 2', *Torreya grandis* 'Ding shan', *Torreya grandis* 'Dong No. 3', *Torreya grandis* 'Long feng', *Torreya grandis* 'Dong No. 1', *Torreya grandis* 'Zhu yan'. The content of aspartic acid and glutamic acid was the highest and lower coefficient of variation was found among different varieties. The ratio of essential amino acids content to total amino acids content was 0.39 and the ratio of essential amino acids to non-essential amino acids was 0.64, which was close to the recommended level of WHO/FAO. In addition, the content of essential amino acids, children essential amino acids and flavor amino acids was significantly positive correlated with the total amino acids. [Conclusion] The total amino acid content can be used as a representative index of amino acid composition characteristics to evaluate the nutritional quality of different varieties.

Key words *Torreya grandis*; Kernel; Amino acids; Nutrition; Evaluation

榧树(*Torreya grandis*)是裸子植物红豆杉科(Taxaceae)榧属(*Torreya* Arn.)常绿乔木,在我国已有1300余年种植历史。榧树种仁营养丰富,坚果种仁含油率为42.67%~61.47%,不饱和脂肪酸含量可达80%,蛋白质含量10%左右,含有7种人体必需氨基酸^[1-3]。作为一种名贵干果,榧树种仁不仅具有丰富的营养价值,还有抗菌、镇咳、抗肿瘤的作用^[4-7],具有较高的经济价值和开发潜力。

目前,关于榧树营养特性研究主要集中于种仁油脂成分、蛋白以及生物活性成分等方面^[8-12],而对种仁氨基酸组分的关注相对较少。黎章炬等^[2]、Yu等^[12]、谢磊^[13]也仅针对细榧(*Torreya grandis* Fort. ex. Lindl)1个品种开展了氨基酸组分的相关研究,针对多个品种间氨基酸组分的比较分析鲜见报道。鉴于此,笔者对榧树6个主栽品种种仁中氨基酸的组成和含量进行了研究,并对其进行营养评价,旨在为进一步了解榧树种仁的营养品质及良种选育、新产品开发提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料 供试材料为龙凤细榧(*Torreya grandis* 'Long

feng')、丁山榧(*Torreya grandis* 'Ding shan')、朱岩榧(*Torreya grandis* 'Zhu yan')、东榧1号(*Torreya grandis* 'Dong No. 1')、东榧2号(*Torreya grandis* 'Dong No. 2')和东榧3号(*Torreya grandis* 'Dong No. 3')6个浙江省榧树主推品种,材料来源于东阳市林业总场林木(香榧)良种基地西甌山分场龙门林区田坤资源收集区,均为嫁接8年的榧树。2016年9月果实充分成熟(假种皮开裂)后采摘,剥皮晒干,每个品种样品0.5 kg。

1.2 氨基酸含量测定方法 参照GB/T 5009.124—2003《食品中的氨基酸的测定》方法,取充分混匀的待测样品2 g,加入10 mL浓盐酸,110℃水解24 h,冷却,定容至50 mL,取1 mL滤液浓缩蒸干,加入pH为2.2的柠檬酸缓冲液稀释过滤,取上清液微孔过滤后用日立L-8800型氨基酸自动分析仪测定17种氨基酸含量。

以异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、苏氨酸、缬氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸含量之和计算必需氨基酸含量,以胱氨酸、组氨酸、精氨酸、丙氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、脯氨酸、丝氨酸、酪氨酸含量之和计算非必需氨基酸含量,以组氨酸、精氨酸含量之和计算儿童必需氨基酸含量,以各氨基酸组分占总氨基酸含量的百分比计算相对含量;通过与WHO/FAO^[14]推荐必需氨基酸组成比例和标准氨基酸模式谱比较进行营养评价。

1.3 数据统计 采用Excel 2007 进行数据分析。

基金项目 浙江省重大科技专项“香榧新品种选育”(2016C02052-12)。

作者简介 曹永庆(1981—),男,山东青州人,助理研究员,博士,从事经济林栽培研究。*通讯作者,研究员,博士生导师,从事经济林培育研究。

收稿日期 2017-10-30

2 结果与分析

2.1 不同品种榧树种仁氨基酸组成 由表1可知,榧树种仁中含有17种氨基酸,其中包括人体必需的7种氨基酸;6个品种种仁的氨基酸总量为10.21%,变幅为9.13%~11.55%,品种间氨基酸总量从高到低依次为东榧2号、丁山榧、东榧3号、龙凤细榧、东榧1号、朱岩榧。在氨基酸组分方面,谷氨酸、天冬氨酸含量较高,分别为1.35%、1.10%;蛋

氨酸、组氨酸、胱氨酸含量则较低,分别为0.07%、0.25%、0.12%;供试6个榧树品种的人体必需氨基酸(E)平均含量为3.98%,非必需氨基酸(N)平均含量为6.23%,儿童必需氨基酸(CE)含量也达到1.02%,约占氨基酸总量的10%;各品种人体必需氨基酸(E)含量和儿童必需氨基酸(CE)含量从高到低依次为东榧2号、丁山榧、东榧3号、龙凤细榧、东榧1号、朱岩榧。

表1 不同品种榧树种仁氨基酸含量及组成
Table 1 Content of amino acid components in kernels of different *Torreya grandis* varieties

氨基酸 Amino acids	氨基酸含量 Amino acids contents						平均值 Average
	龙凤细榧 Long feng	丁山榧 Ding shan	朱岩榧 Zhu yan	东榧1号 Dong No. 1	东榧2号 Dong No. 2	东榧3号 Dong No. 3	
天冬氨酸 Asp	1.08	1.17	0.96	1.03	1.25	1.09	1.10
苏氨酸 Thr	0.42	0.46	0.38	0.40	0.47	0.43	0.43
丝氨酸 Ser	0.61	0.68	0.55	0.59	0.72	0.61	0.63
谷氨酸 Glu	1.29	1.46	1.18	1.26	1.56	1.35	1.35
甘氨酸 Gly	0.47	0.51	0.43	0.46	0.55	0.48	0.48
丙氨酸 Ala	0.56	0.60	0.53	0.54	0.67	0.57	0.58
缬氨酸 Val	0.82	0.87	0.75	0.76	0.87	0.83	0.82
胱氨酸 Cys	0.12	0.13	0.13	0.11	0.11	0.14	0.12
蛋氨酸 Met	0.07	0.09	0.06	0.05	0.07	0.08	0.07
异亮氨酸 Ile	0.62	0.66	0.58	0.59	0.72	0.64	0.64
亮氨酸 Leu	0.80	0.87	0.74	0.78	0.95	0.81	0.83
酪氨酸 Tyr	0.40	0.42	0.38	0.40	0.50	0.41	0.42
苯丙氨酸 Phe	0.50	0.51	0.46	0.49	0.56	0.51	0.51
赖氨酸 Lys	0.69	0.75	0.61	0.68	0.78	0.70	0.70
组氨酸 His	0.24	0.26	0.23	0.24	0.30	0.25	0.25
精氨酸 Arg	0.74	0.81	0.67	0.72	0.89	0.76	0.77
脯氨酸 Pro	0.54	0.55	0.49	0.52	0.58	0.53	0.54
氨基酸总量 Total amino acids (T)	9.97	10.80	9.13	9.62	11.55	10.19	10.21
人体必需氨基酸含量 Essential amino acids in human body (E)	3.92	4.21	3.58	3.75	4.42	4.00	3.98
非必需氨基酸含量 Nonessential amino acid content (N)	6.05	6.59	5.55	5.87	7.13	6.19	6.23
儿童必需氨基酸含量 Essential amino acids in children (CE)	0.98	1.07	0.90	0.96	1.19	1.01	1.02
E/N	0.65	0.64	0.65	0.64	0.62	0.65	0.64
E/T	0.39	0.39	0.39	0.39	0.38	0.39	0.39
CE/T	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

由表2可知,在味觉类氨基酸方面,鲜味类氨基酸和甜味类氨基酸的含量较高,平均含量分别为2.45%和2.22%,分别占氨基酸总量的24.00%和21.74%;芳香族氨基酸组分的含量较低,仅为0.92%,占氨基酸总量的9.01%。鲜味类氨基酸含量的变异系数为8.99%,高于甜味类氨基酸和芳香族氨基酸含量的变异系数。从品种差异来看,各类氨基酸含量从高到低依次为东榧2号、丁山榧、东榧3号、龙凤细榧、东榧1号、朱岩榧。

综上所述,品种间总氨基酸含量的高低顺序与必需氨基酸、味觉类氨基酸含量的高低顺序完全一致。相关性分析表明,总氨基酸含量与必需氨基酸、儿童必需氨基酸含量的相关系数达0.99以上,与鲜味类氨基酸、甜味类氨基酸和芳香族氨基酸含量的相关系数达0.94以上,均呈显著正相关关系(表3)。可见,总氨基酸含量越高,其中含有人体必需氨基酸、儿童必需氨基酸以及各味觉类氨基酸组分的含量也

越高。

2.2 榧树种仁氨基酸营养评价 分析表明,人体必需氨基酸与氨基酸的比值(E/T)为0.39,必需氨基酸与非必需氨基酸比值(E/N)为0.64(表1),符合WHO/FAO推荐必需氨基酸组成比例(E/T 0.40左右、E/N 0.60以上)的标准60%^[14]。分别计算苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸+胱氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸占氨基酸总量的相对含量,并与1973年FAO/WHO修订氨基酸模式谱比较,结果见表4。由表4可知,榧树种仁所含的人体必需氨基酸占氨基酸总量的比例符合氨基酸模式谱要求的氨基酸种类有苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸、赖氨酸,不符合的是蛋氨酸+胱氨酸,在7项指标中,6项指标符合氨基酸模式谱,且缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸、赖氨酸5项指标明显高于氨基酸模式谱。可见,榧树种仁氨基酸组成达到理想蛋白质的要求,是一种营养价值较高的干果。

表 2 不同品种味觉氨基酸含量

Table 2 Content of flavor amino acids in kernels of different *Torreya grandis* varieties

%

品种 Variety	鲜味类 Umami class			甜味类 Sweet class				芳香族 Aromatic group			
	天冬氨酸 Asp	谷氨酸 Glu	总量 Total	甘氨酸 Gly	丙氨酸 Ala	丝氨酸 Ser	脯氨酸 Pro	总量 Total	酪氨酸 Tyr	苯丙氨酸 Phe	总量 Total
龙凤细榧 Long feng	1.08	1.29	2.37	0.47	0.56	0.61	0.54	2.18	0.40	0.50	0.90
丁山榧 Ding shan	1.17	1.46	2.63	0.51	0.60	0.68	0.55	2.34	0.42	0.51	0.93
朱岩榧 Zhu yan	0.96	1.18	2.14	0.43	0.53	0.55	0.49	2.00	0.38	0.46	0.84
东榧 1 号 Dong No. 1	1.03	1.26	2.29	0.46	0.54	0.59	0.52	2.11	0.40	0.49	0.89
东榧 2 号 Dong No. 2	1.25	1.56	2.81	0.55	0.67	0.72	0.58	2.52	0.50	0.56	1.06
东榧 3 号 Dong No. 3	1.09	1.35	2.44	0.48	0.57	0.61	0.53	2.19	0.41	0.51	0.92
平均 Average	1.10	1.35	2.45	0.48	0.58	0.63	0.54	2.22	0.42	0.51	0.92
变异系数 Variation coefficient			8.99					7.51			7.31

表 3 不同品种榧树种仁总氨基酸(T)、必需氨基酸(E)、儿童必需氨基酸(CE)和味觉类氨基酸含量的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of total amino acids, essential amino acids, children essential amino acids and flavor amino acids in kernels of different *Torreya grandis* varieties

指标 Index	T	E	CE	鲜味类氨基酸 Delicate flavor amino acids	甜味氨基酸 Sweet flavor amino acids	芳香族氨基酸 Fragrant flavor amino acids
T	1.000 0					
E	0.996 4	1.000 0				
CE	0.992 1	0.978 6	1.000 0			
鲜味类氨基酸 Delicate flavor amino acids	0.998 8	0.996 4	0.987 9	1.000 0		
甜味类氨基酸 Sweet flavor amino acids	0.996 3	0.987 7	0.994 4	0.993 8	1.000 0	
芳香族氨基酸 Fragrant flavor amino acids	0.949 8	0.927 4	0.977 7	0.937 3	0.958 7	1.000 0

表 4 不同品种榧树种仁氨基酸组成比例与氨基酸模式谱比较

Table 4 Comparison of amino acids composition and standard amino acids pattern of different *Torreya grandis* varieties

%

品种 Variety	苏氨酸 Thr	缬氨酸 Val	蛋氨酸+胱氨酸 Met + Cys	异亮氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	苯丙氨酸+酪氨酸 Phe + Tyr	赖氨酸 Lys
龙凤细榧 Long feng	4.21	8.22	1.91	6.22	8.02	9.03	6.92
丁山榧 Ding shan	4.26	8.06	2.00	6.11	8.06	8.61	6.95
朱岩榧 Zhu yan	4.16	8.21	2.09	6.35	8.10	9.20	6.68
东榧 1 号 Dong No. 1	4.15	7.89	1.70	6.13	8.10	9.25	7.07
东榧 2 号 Dong No. 2	4.07	7.53	1.58	6.23	8.22	9.18	6.75
东榧 3 号 Dong No. 3	4.22	8.15	2.15	6.28	7.95	9.03	6.87
平均 Average	4.18	8.01	1.91	6.22	8.08	9.05	6.87
氨基酸模式谱 amino acids pattern	4.00	5.00	3.50	4.00	7.00	6.00	5.50

2.3 不同品种榧树种仁氨基酸组分相对含量的变化 由表 5 可知,天冬氨酸和谷氨酸的相对含量均达到了 10.00% 以上,变异系数较低,分别为 1.06% 和 1.83%;其次是缬氨酸、亮氨酸和精氨酸,含量达 8.00% 左右,变异系数分别为 3.01%、1.05% 和 1.49%;胱氨酸和蛋氨酸的相对含量最低,仅为 1.22% 和 0.69%,变异系数最高,分别达到 12.70% 和 11.71%。

3 结论与讨论

(1) WHO/FAO 氨基酸模式谱是开展营养评价的重要标准,已被广泛应用于各种水果、坚果等食品的营养评价分析^[15-18]。该研究结果表明,参试的 6 个品种榧树种仁的氨基酸种类丰富,均含有 17 种常见氨基酸,其中人体必需的 7 种氨基酸齐全,人体必需氨基酸与氨基酸的比值为 0.39,必需氨基酸与非必需氨基酸比值为 0.64,符合 WHO/FAO 推荐

必需氨基酸组成比例标准,且人体必需氨基酸占氨基酸总量的比例,除蛋氨酸+胱氨酸外,其他 6 项指标均超过氨基酸模式谱要求,优于龙眼、澳洲坚果等^[15-16],具有较高的营养价值;不同氨基酸组分含量变异系数分析表明,虽然蛋氨酸和胱氨酸的含量相对较低,但品种间的变异系数较高,这为进一步选育高蛋白氨基酸含量及具备理想氨基酸组成的优良品种提供了可能。

(2) 该研究测定的 17 种氨基酸组分中,谷氨酸和天冬氨酸平均含量最高,分别达到 1.35% 和 1.10%,谷氨酸具有降低血氨解毒等功能^[19],天冬氨酸能治疗肝脏病和胆汁分泌障碍^[20]。分析表明,谷氨酸和天冬氨酸在品种间的变异系数较低,性状较为稳定,这对榧树功能性食品的开发具有重要的指导意义。

表5 不同榧树种仁中各种氨基酸组分的相对含量及变异系数

Table 5 The relative content of amino acids components and their variation coefficient of different *Torreya grandis* varieties

%

氨基酸 Amino acids	相对含量 Relative content						平均 Average	标准差 Standard deviation	变异系数 Variation coefficient
	龙凤细榧 Long feng	丁山榧 Ding shan	朱岩榧 Zhu yan	东榧1号 Dong No. 1	东榧2号 Dong No. 2	东榧3号 Dong No. 3			
天冬氨酸 Asp	10.83	10.83	10.51	10.71	10.82	10.70	10.73	0.11	1.06
苏氨酸 Thr	4.21	4.26	4.16	4.16	4.07	4.22	4.18	0.06	1.45
丝氨酸 Ser	6.12	6.30	6.02	6.13	6.23	5.99	6.13	0.11	1.77
谷氨酸 Glu	12.94	13.52	12.92	13.10	13.51	13.25	13.21	0.24	1.83
甘氨酸 Gly	4.71	4.72	4.71	4.78	4.76	4.71	4.73	0.03	0.59
丙氨酸 Ala	5.62	5.56	5.81	5.61	5.80	5.59	5.66	0.10	1.77
缬氨酸 Val	8.22	8.06	8.21	7.90	7.53	8.15	8.01	0.24	3.01
胱氨酸 Cys	1.20	1.20	1.42	1.14	0.95	1.37	1.22	0.15	12.70
蛋氨酸 Met	0.70	0.80	0.67	0.56	0.63	0.78	0.69	0.08	11.71
异亮氨酸 Ile	6.22	6.11	6.35	6.13	6.23	6.28	6.22	0.08	1.33
亮氨酸 Leu	8.02	8.06	8.11	8.11	8.23	7.95	8.08	0.08	1.05
酪氨酸 Tyr	4.01	3.89	4.16	4.16	4.33	4.02	4.10	0.14	3.42
苯丙氨酸 Phe	5.02	4.72	5.04	5.09	4.85	5.00	4.95	0.13	2.58
赖氨酸 Lys	6.92	6.94	6.68	7.07	6.75	6.87	6.87	0.13	1.85
组氨酸 His	2.41	2.41	2.52	2.49	2.60	2.45	2.48	0.07	2.70
精氨酸 Arg	7.42	7.50	7.34	7.48	7.71	7.46	7.48	0.11	1.49
脯氨酸 Pro	5.42	5.09	5.37	5.41	5.02	5.20	5.25	0.16	2.96

(3) 榧树不同品种的总氨基酸及氨基酸组分含量不同, 供试6个品种种仁氨基酸含量从高到低依次为东榧2号、丁山榧、东榧3号、龙凤细榧、东榧1号、朱岩榧, 这主要是由品种间遗传基因的不同所致。相关性分析表明, 总氨基酸含量与必需氨基酸、儿童必需氨基酸和味觉类氨基酸含量间存在显著正相关关系。可见, 氨基酸总量可作为氨基酸组分特征的代表性指标对不同品种(无性系)的营养品质进行评价。

参考文献

- [1] 韩宁林, 王东辉. 香榧栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 1-2.
- [2] 黎章矩, 骆成方, 程晓建, 等. 香榧种子成分分析及营养评价[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(5): 540-544.
- [3] 李红, 张露, 刘延奇, 等. 香榧子油的理化性质及脂肪酸组成分析[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(5): 65-69.
- [4] 于美, 张川, 曾茂茂, 等. 香榧坚果中油脂和蛋白质的研究进展[J]. 食品科学, 2016, 37(17): 252-256.
- [5] 徐超, 王鸿飞, 邵兴锋, 等. 香榧子油抗氧化活性及降血脂功能研究[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(8): 43-47.
- [6] 李兴飞, 郝海燕, 陈杭君, 等. 香榧坚果生物活性成分与抗氧化研究进展[J]. 食品科学, 2012, 33(7): 341-345.
- [7] YU Y J, NI S, WU F, et al. Chemical composition and antioxidant activity of essential oil from *Torreya grandis* cv. merrillii Arils[J]. Journal of essential oil bearing plants, 2016, 19(5): 1170-1180.
- [8] HE Z Y, ZHU H D, LI W L, et al. Chemical components of cold pressed

- kernel oils from different *Torreya grandis* cultivars[J]. Food chemistry, 2016, 209: 196-202.
- [9] 牛丽影, 吴晓琴, 张英. 香榧籽油的脂肪酸及不皂化物组成分析[J]. 中国粮油学报, 2011, 26(6): 52-55.
- [10] SAEED M K, DENG Y L, PARVEEN Z, et al. Studies on the chemical constituents of *Torreya grandis* Fort. ex Lindl[J]. Journal of applied sciences, 2007, 7(2): 269-273.
- [11] 王焕弟. 香榧子化学成分、抗氧化活性及可溶性蛋白研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2008: 41-49.
- [12] YU M, ZENG M M, QIN F, et al. Physicochemical and functional properties of protein extracts from *Torreya grandis* seeds[J]. Food chemistry, 2017, 227: 453-460.
- [13] 谢磊. 香榧中蛋白氨基酸成分分析[J]. 食品研究与开发, 2003, 24(3): 106-107.
- [14] FAO/WHO. Energy and protein requirements. FAO nutrition meeting report series[R]. Roma: FAO, 1973: 52-63.
- [15] 姜帆, 陈秀萍, 胡文舜, 等. 32份龙眼种质资源花氨基酸的分析评价[J]. 福建农业学报, 2015, 30(1): 26-32.
- [16] 杜丽清, 曾辉, 邹明宏, 等. 澳洲坚果果仁氨基酸含量的差异性分析[J]. 经济林研究, 2008, 26(4): 49-52.
- [17] 张泽煌, 钟秋珍, 林旗华. 杨梅果实氨基酸组成及营养评价[J]. 热带作物学报, 2012, 33(12): 2279-2283.
- [18] 胡晓航, 吴玉梅, 王哲玮. 不同品种(系)甜菜氨基酸主成分分析与营养综合评价[J]. 中国农学通报, 2016, 32(27): 69-75.
- [19] 张丽梅, 陈菁琪, 黄玉吉, 等. 山药品种间氨基酸含量的差异性研究[J]. 氨基酸和生物资源, 2008, 30(2): 12-15.
- [20] 钟惠民, 袁理, 辛宝玲, 等. 黄山药中氨基酸及营养成分[J]. 氨基酸和生物资源, 2002, 24(4): 15-16.

名词解释

扩展引用刊数: 引用被评价期刊的期刊数, 反映被评价期刊被使用的范围。

扩展学科扩散指标: 指在统计源期刊范围内, 引用该刊的期刊数量与其所在学科全部期刊数量之比。

$$\text{扩展学科扩散指标} = \frac{\text{引用刊数}}{\text{所在学科期刊数}}$$

扩展学科扩散指标: 指期刊所在学科内, 引用该刊的期刊数占全部期刊数量的比例。

$$\text{扩展学科扩散指标} = \frac{\text{所在学科内引用被评价期刊的数量}}{\text{所在学科期刊数}}$$