

薏苡不同部位营养成分分析及评价

王 颖¹, 赵兴娥¹, 王 微¹, 阚建全^{1,*}, 余义筠²

(1.西南大学食品科学学院, 重庆市农产品加工及贮藏重点实验室, 农业部农产品贮藏保鲜质量安全风险评估实验室(重庆), 重庆 400715; 2.重庆君亲食品有限公司, 重庆 400700)

摘 要:以贵州兴仁县产薏苡的不同部位为研究对象, 分析测定其种仁及非种仁部位的营养成分和功能性成分。结果表明: 薏苡6个部位的化学成分含量有一定差异, 种仁的蛋白质和多糖类物质含量较高, 分别为19.33g/100g和2.26g/100g, VE含量为8.66mg/100g; 外壳和种皮的粗纤维含量高; 根中VB₁和VB₂含量较高, 分别为0.61mg/kg和2.96mg/kg; 矿质元素中K、Na、Ca、Mg等常量元素含量较高; 种仁和叶中分析出7种必需氨基酸和10种非必需氨基酸, 其余部位均为7种必需氨基酸和9种非必需氨基酸; 功能性成分分析中, 根的薏苡素和总多酚含量最高, 分别为1.26mg/g和4.53mg/g, 种仁中总黄酮含量最高, 为2.26mg/g。脂肪酸分析中, 种皮、茎、叶的不饱和脂肪酸相对含量达到70%以上。因此, 薏苡不同部位的营养价值和药用价值高, 具有很好的开发前景。

关键词: 薏苡; 营养成分; 氨基酸评价; 功能性成分

Analysis and Evaluation of Nutritional Components in Different Tissues of *Coix lacryma-jobi*

WANG Ying¹, ZHAO Xing-e¹, WANG Wei¹, KAN Jian-quan^{1,*}, YU Yi-jun²

(1. Key Laboratory of Products Processing and Storage of Chongqing, Laboratory of Quality and Safety Risk Assessment for Agro-products on Storage and Preservation (Chongqing), Ministry of Agriculture, College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China; 2. Junqin Food Company of Chongqing, Chongqing 400700, China)

Abstract: Nutritional and functional components were analyzed in different tissues of *Coix lacryma-jobi* grown in Guizhou. Results showed that nutritional factors from different tissues exhibited a difference. Higher contents of proteins and polysaccharides were determined in coix seed kernel, which were up to 19.33 g/100 g and 2.26 g/100 g, respectively. The content of vitamin E in coix seed kernel was 8.66 mg/100 g. Higher contents of total fiber were determined in coix coat and coix shell. Coix root had the highest content of VB₁ and VB₂, which were up to 0.61 mg/kg and 2.96 mg/kg, respectively. Higher contents of potassium, sodium, calcium and magnesium among minerals were also determined. Meanwhile, 7 essential amino acids and 10 non-essential amino acids were detected in coix seed kernel and coix leaf; in addition, 7 essential amino acids and 9 non-essential amino acids were detected in other locations. The contents of coixol and polyphenols revealed the highest levels in root, which were 1.26 mg/g and 4.53 mg/g, respectively. The highest content of flavonoids was determined in coix seed kernel at the level of 2.26 mg/g. The contents of unsaturated fatty acids in coix coat, stem and leaves were more than 70%. Therefore, *Coix lacryma-jobi* has high nutritional value and healthcare function so that it has promising prospects for further development and utilization.

Key words: *Coix lacryma-jobi*; nutrition constituent; amino evaluation; functional constituent

中图分类号: TS201.4

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)05-0255-05

薏苡(*Coix lacryma-jobi*)是禾本科植物, 其成熟的种仁称为薏苡仁, 又名薏米、苡仁, 是我国重要的作物之一, 大多数地区都有种植, 资源十分丰富。薏苡仁集药用、食用为一体, 营养十分全面丰富。现代医药研究表明, 薏苡仁含蛋白质、多种氨基酸、维生素和矿物质, 其营养价

值在禾本科植物中占第一位。薏苡全身都是宝, 薏苡的根、叶也可入药。但是薏苡的根、茎、叶、种皮、外壳等部位在薏苡仁加工生产时均作为废弃部位弃去, 能否综合利用是值得探讨和研究的课题^[1-2]。

薏苡根收载于《贵州省中药材、民族药材质量标准

收稿日期: 2011-12-26

作者简介: 王颖(1986—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品化学与营养学。E-mail: w-ying1230@163.com

*通信作者: 阚建全(1965—), 男, 教授, 博士, 研究方向为食品化学与营养学、食品生物技术、食品质量与安全。

E-mail: ganjq1965@163.com

(2003年版)》，为贵州少数民族用药。薏苡的茎也为民族用药，但尚未记载，种皮和外壳的利用途径尚未见报道^[3]。本研究拟对薏苡的种仁及外壳、种皮、根、茎、叶等部位进行主要成分分析和营养评价，以期为其进一步开发及资源综合利用提供实验数据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

选用贵州省兴仁县产的贵州纯种小薏苡整个植株作为实验材料。采样地为贵州省兴仁县，土壤湿润。新鲜植株采摘后，手工分离根、茎、叶、种仁、种皮、外壳，清洗，在40~50℃低温下烘干，粉碎后过40目筛，于4℃冰箱保存，用于常规营养成分、氨基酸、微量元素等的测定。水分、VC等采用新鲜样品，清洗、室温下晾干，粉碎后直接测定。

石油醚(沸程30~60℃)、乙酸乙酯、焦性没食子酸、苯酚(均为分析纯)、硫胺素对照品、核黄素对照品(纯度≥95%) 成都市科龙化工试剂厂；甲醇、正己烷、乙腈、无水乙醇(均为色谱纯) 天津四友化工厂；薏苡素标准品(纯度≥99%) 美国Sigma公司。

1.2 仪器与设备

722-可见分光光度计 上海现科仪器有限公司；PF6-3荧光分光光度计 北京普析通用仪器有限公司；LC-20A高效液相色谱仪、GC-MS2010气相质谱联用仪 日本岛津公司；L-8800氨基酸分析仪 日本日立公司。

1.3 分析方法

1.3.1 常规营养成分的测定

水分测定采用直接干燥法^[4]；总灰分测定采用550℃灼烧法^[5]；蛋白质测定采用半微量凯氏定氮法^[6]；粗脂肪测定采用索氏抽提法^[7]；淀粉测定采用酶水解法^[8]；粗多糖测定采用以葡萄糖作标准曲线，比色测定^[9]。

1.3.2 维生素含量的测定

VB₁、VB₂采用荧光分光光度法测定^[10-11]；VE采用高效液相色谱法^[12]；VC采用2,6-二氯酚酚滴定法^[13]；水溶性VB₆、VB₁₂、烟酸、叶酸采用高效液相色谱法^[14]。

1.3.3 矿质元素的测定

测定钾(K)、钙(Ca)、钠(Na)、镁(Mg)、锌(Zn)、铁(Fe)、磷(P)、铜(Cu)、锰(Mn)、铅(Pb)、铬(Cr)、硒(Se)等矿质元素，其中P采用分光光度法^[14]，其余采用原子吸收光谱法。

1.3.4 氨基酸的测定^[15]

准确称取样品100mg于18mm×180mm试管中，加入15mL 6mol/L盐酸，振荡混匀。用酒精喷灯将该试管口下1/3处拉细到4~6mm，抽真空10min后封管。处理过的试管置于(110±1)℃恒温烘箱中沙浴水解22h，拿出冷至室温，摇匀过滤，取1mL滤液于50mL烧杯中，用60℃恒温

水浴蒸干滤液，加入0.02mol/L盐酸稀释2倍(根、叶稀释3倍)，用0.22μm滤膜过滤后，上机进行测定。

分析条件：洗脱液经泵1流过分离柱，泵压12.220MPa，流速0.45mL/min，柱温70℃；茚三酮经泵2流过反应柱(4.6mm×60mm)，泵压1.098MPa，流速0.35mL/min，柱温135℃。

1.3.5 脂肪酸分析

采用GC-MS法。用索氏抽提法提出油脂，甲酯化后用气相色谱质谱联用仪分析。

GC分析条件：色谱柱：DB-FFAP(30m×0.25mm，0.25μm)，进样口温度230℃，柱温140℃，升温速率5℃/min，升至210℃，保持8min，继续升温，升温速率5℃/min，升至230℃，保持5min。吹扫流量3mL/min，柱前压68.2kPa，分流比10:1，溶剂延迟2.5min。

MS分析条件：FTD检测器，接口温度：230℃，离子源温度：250℃。

1.3.6 薏苡素的测定^[16]

采用HPLC法。HPLC色谱条件：乙腈-水(50:50，V/V)，SPD检测器：检测波长232nm，色谱柱：C₁₈色谱柱(4.6mm×250mm，5μm)，流速：1.0mL/min，柱温：25℃，进样量10μL。

1.3.7 总黄酮和总酚的测定

总黄酮的测定采用芦丁绘制标准曲线，分光光度法测定^[17]；总酚测定采用福林-酚法^[18]。

1.4 氨基酸的营养评价方法

参照国际粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)的氨基酸评分标准和全鸡蛋蛋白质的氨基酸评价标准^[19]，按以下公式计算氨基酸评分(AAS)和化学评分(CS)。

$$AAS/\% = \frac{aa}{AA_{(FAO/WHO)}} \times 100 \quad (1)$$

$$CS/\% = \frac{aa}{AA_{(Egg)}} \times 100 \quad (2)$$

式中：aa为实验样品氨基酸含量/%；AA_(FAO/WHO)为FAO/WHO评分标准中同种氨基酸含量/%；AA_(Egg)为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量/%。

1.5 数据处理

每个样品进行3次平行实验，测定结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示，用Excel等软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 薏苡各部位常规营养成分的分析结果

由表1可知，薏苡不同部位的水分、蛋白质、灰分、多糖、淀粉和粗纤维含量等存在一定差异。种仁蛋白质含量较高，为19.33g/100g，高于米、面中的蛋白质含量^[20]。种皮和外壳的粗纤维含量较高，分别为53.56g/100g和45.43g/100g。种仁的多糖和淀粉含量比其他部位高，分

别为2.26g/100g和48.58g/100g。综上所述，薏苡的种仁、种皮、外壳、根、茎、叶均具有一定的营养价值。

表 1 薏苡各部位常规营养成分含量的分析结果
Table 1 Major nutritional components in different tissues of *Coix lacryma-jobi*

部位名称	水分	总灰分	蛋白质	粗纤维	粗脂肪	多糖	淀粉
种仁	10.07±0.10	2.65±0.02	19.33±0.05	2.05±0.01	4.70±0.00	2.26±0.03	48.58±0.12
种皮	3.95±0.07	15.68±0.01	10.85±0.04	53.56±0.08	5.31±0.01	0.65±0.01	3.55±0.05
外壳	3.87±0.03	21.32±0.01	7.56±0.05	45.43±0.03	4.52±0.01	0.52±0.02	4.56±0.02
根	3.01±0.03	5.89±0.05	19.06±0.11	28.78±0.04	7.15±0.01	0.53±0.02	6.78±0.02
茎	4.07±0.04	1.83±0.02	12.07±0.03	43.44±0.06	2.44±0.02	0.28±0.03	8.89±0.01
叶	5.89±0.01	14.70±0.03	18.29±0.03	18.95±0.08	0.38±0.02	0.47±0.01	3.21±0.02

注：水分以鲜质量为基础，其余指标以干质量为基础。

2.2 薏苡各部位维生素含量的测定结果

表 2 薏苡各部位主要维生素含量的测定结果
Table 2 Major vitamin components in different tissues of *Coix lacryma-jobi*

部位名称	VE	VC	VB ₁	VB ₂	VB ₆	VB ₁₂	叶酸	烟酸
种仁	86.61±0.13	0.11±0.00	0.51±0.02	0.62±0.00	8.38±0.05	0.54±0.02	0.12±0.01	12.36±0.06
种皮	106.85±0.26	0.08±0.01	0.56±0.01	0.78±0.00	9.09±0.04	0.66±0.03	—	14.97±0.10
外壳	119.27±0.75	0.12±0.01	0.42±0.01	1.28±0.04	12.66±0.07	—	0.05±0.02	13.21±0.05
根	146.58±0.46	0.26±0.00	0.61±0.00	2.96±0.03	21.64±0.02	1.32±0.01	2.51±0.02	4.92±0.03
茎	109.32±0.10	0.28±0.00	0.44±0.02	1.66±0.01	7.72±0.02	0.43±0.01	1.97±0.01	—
叶	112.36±0.11	0.31±0.01	0.58±0.03	0.99±0.01	40.07±0.05	0.89±0.01	8.85±0.03	3.27±0.02

注：指标测定以干质量为基础。—：未检出。

由表2可知，根中的VE含量最高，种仁中最低，其余部位含量差别不大；叶中的VC含量高于其他部位；根中的VB₂含量明显较高，其次是茎和外壳；6个部位均检出VB₆，叶的VB₆含量最高，茎中的含量最低；VB₁₂在谷物和植物类中含量较少，一般存在于肉类食品中，外壳中未检出；种皮中未检出叶酸，叶中的叶酸含量最高；茎中未检出烟酸，外壳和种皮中烟酸含量较多，这说明全谷类食物比精谷类营养价值高；VE有很好的抗氧化作用，具有改善血液循环及调整生育功能等作用。VC具有很好的抗氧化性，同时能改善Fe、Ca和叶酸的利用，改善脂类代谢，预防心血管疾病。VB₁是人体能量代谢和维持心脏、神经及消化系统正常功能所必需的。VB₂是肌体组织代谢必需的营养素，但无法长时间留在体内，需要饮食补给^[21]。综上所述，薏苡各部位均有一定的营养价值。

2.3 薏苡各部位矿质元素含量的测定结果

由表3可知，薏苡的6个部位均含有较丰富的矿质元素，其中K、Na、Ca、Mg等常量元素含量较高，尤其是K，平均含量达到2500mg/kg以上。K具有维持神经健康、心律正常和降血压等功效，中国营养学会提出每日膳食中K的“安全和适宜的摄入量4岁以上775~2325mg，成年男女为1875~5625mg”^[20]。此外，Ca、Mg、Fe、P的含量也很高，种仁中的P含量达到1933.20mg/kg，而叶中的Ca

和Mg含量分别为15645.02mg/kg和5845.83mg/kg。根中Fe含量较高，可能与种植的土壤有关。Fe作为生物必需的微量元素对人体有直接的影响作用，并参与新陈代谢的过程。Cu的含量较低，根和叶中的Mn较其他部位高，一般非精制的谷物中含有较多的Mn。此外，其中也含有Cr元素，Cr是人体必需的微量元素，在肌体的糖代谢和脂代谢中发挥特殊作用。除茎以外其他部位均含有微量Se，Se是一种重要的营养元素，具有很高的抗氧化能力，被誉为人体微量元素元素的“抗癌之王”。此外，检出Pb含量很高，超出GB 2762—2005《食品中污染物限量》中的要求，经调查发现，产区贵州省兴仁县境内有大量煤矿，煤矿中的铅等物质可能会对当地农作物造成一定的污染。

表 3 薏苡各部位主要矿质元素含量的测定结果
Table 3 Major mineral components in different tissues of *Coix lacryma-jobi*

元素	种仁	种皮	外壳	根	茎	叶
K	2165.50±1.72	2294.61±2.12	1987.05±2.78	3714.79±3.63	2468.96±1.97	4175.83±1.92
Ca	305.39±1.33	609.51±1.67	875.69±2.51	1845.33±3.22	1374.30±1.32	15645.02±2.76
Na	1020.42±1.11	1231.67±2.17	1393.59±3.12	877.92±3.89	1060.83±4.76	1904.38±3.09
Mg	1212.29±2.08	1481.48±2.17	1567.37±3.16	2385.63±2.62	2283.13±1.28	5845.83±3.75
Zn	146.83±0.91	88.93±0.85	91.36±0.45	84.01±0.62	20.91±0.83	41.22±0.55
Cu	5.20±0.09	4.98±0.03	6.39±0.02	12.03±0.04	4.02±0.05	7.18±0.03
Mn	13.95±0.08	15.32±0.12	18.47±0.02	44.34±0.12	7.40±0.08	67.29±0.07
Fe	116.23±1.02	107.89±2.21	90.47±1.03	1459.28±4.98	98.92±0.95	367.18±1.34
Pb	15.70±0.09	11.28±0.06	10.25±0.04	20.27±1.03	10.80±0.62	20.04±0.76
Cr	19.46±0.70	20.65±0.08	22.39±0.35	42.37±0.17	14.68±0.09	31.35±0.08
P	1933.20±6.78	323.93±2.39	318.92±2.21	849.51±2.86	391.89±2.99	1405.92±3.67
Se	0.04±0.00	0.09±0.00	0.07±0.01	0.11±0.02	—	0.04±0.00

注：—：未检出。下同。

2.4 薏苡各部位氨基酸的组成测定与营养评价

2.4.1 氨基酸组成的测定结果

表 4 薏苡各部位主要氨基酸组成的分析结果
Table 4 Compositions of essential amino acids in different tissues of *Coix lacryma-jobi*

氨基酸	种仁	种皮	外壳	根	茎	叶
天冬氨酸	0.655	0.233	0.086	1.276	0.435	0.718
苏氨酸	0.371	0.161	0.061	0.267	0.113	0.387
丝氨酸	0.586	0.174	0.068	0.260	0.111	0.401
谷氨酸	2.555	0.295	0.120	0.562	0.231	0.855
甘氨酸	0.333	0.254	0.080	0.281	0.110	0.555
丙氨酸	2.004	0.307	0.101	0.342	0.144	0.663
胱氨酸	0.243	0.196	0.088	0.276	0.231	0.243
缬氨酸	0.767	0.288	0.119	0.394	0.202	0.591
蛋氨酸	0.173	0.136	0.069	0.209	0.175	0.186
异亮氨酸	0.633	0.235	0.100	0.327	0.187	0.462
亮氨酸	2.632	0.418	0.172	0.516	0.280	0.848
酪氨酸	0.320	0.000	—	—	—	0.116
苯丙氨酸	0.716	0.405	0.200	0.714	0.415	0.697
赖氨酸	0.380	0.161	0.149	0.255	0.303	0.347
组氨酸	0.393	0.205	0.114	0.331	0.203	0.341
精氨酸	0.449	0.155	0.069	0.326	0.120	0.408
脯氨酸	1.190	0.181	0.059	0.274	0.135	0.460
总量	14.400	3.804	1.654	6.612	3.394	8.278

由表4可知, 薏苡的种仁和叶中检出常见的17种氨基酸, 其中包括7种必需氨基酸和10种非必需氨基酸; 种皮、根、茎、外壳中检出16种氨基酸。不同部位的氨基酸含量存在差异。根据FAO/WHO中的标准^[19], 必需氨基酸占总氨基酸含量的40%以上, 必需氨基酸与非必需氨基酸比值在3:2以上为优质蛋白质, 由此看来, 以上各部分均不属于优质蛋白质。

从氨基酸总量来看, 种仁中氨基酸含量最高, 为14.400g/100g; 氨基酸含量最低的是外壳, 仅有1.654g/100g; 种仁中的谷氨酸和丙氨酸含量较高, 谷氨酸和丙氨酸属于呈鲜味的特征氨基酸, 而且谷氨酸是脑组织生化代谢中的重要氨基酸, 参与多种生理活动; 此外, 薏苡的6个部位的亮氨酸含量都较高。亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸都是支链氨基酸, 它们有助于促进训练后的肌肉恢复^[22]。

2.4.2 氨基酸的营养评价

表5 薏苡各部位氨基酸的评分结果
Table 5 Amino acid evaluation scores in different tissues of *Coix lacryma-jobi*

		%						
指标	苏氨酸	蛋氨酸+胱氨酸	缬氨酸	苯丙氨酸+酪氨酸	异亮氨酸	亮氨酸	赖氨酸	
FAO推荐值	34	25	35	63	28	66	58	
鸡蛋蛋白	51	59	69	98	63	88	70	
种仁	AAS	68	104	137	103	141	249	41
	CS	45	44	69	66	63	187	34
种皮	AAS	30	83	51	40	52	39	17
	CS	20	35	26	26	23	30	14
外壳	AAS	11	39	21	20	22	16	16
	CS	8	17	11	13	10	12	13
根	AAS	49	121	70	71	73	49	27
	CS	33	51	36	46	32	37	23
茎	AAS	21	102	36	41	42	27	33
	CS	14	43	18	26	19	20	27
叶	AAS	71	107	106	81	103	80	37
	CS	49	45	54	52	46	60	31

由表5可见, 种仁中的亮氨酸氨基酸评分和化学评分均最高, 大大高于FAO推荐值和鸡蛋蛋白的值; 种仁中蛋氨酸+胱氨酸、缬氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸和异亮氨酸的氨基酸评分均超过100%, 同时也高于FAO推荐值; 根的蛋氨酸+胱氨酸的氨基酸评分高于FAO推荐值。外壳的几种氨基酸评分均小于FAO推荐值。其余各部分氨基酸评分均与FAO推荐值和鸡蛋蛋白的值差别不大。

2.5 薏苡各部位脂肪酸的分析结果

由表6可见, 种仁和根中主要检测出6种脂肪酸, 以棕榈酸、油酸、亚油酸为主; 种皮、外壳、茎和叶中主要检测出5种脂肪酸, 其中油酸和亚油酸为不饱和脂肪酸。种仁中不饱和脂肪酸相对含量达到67.12%, 种皮、茎和叶中不饱和脂肪酸相对含量均在70%以上。不饱和

脂肪酸具有调节血脂和调节免疫的作用。油酸是单不饱和脂肪酸, 亚油酸是多不饱和脂肪酸, 但亚油酸不能在人体中合成, 必须从饮食中获得。因此, 以上各部位油脂均有一定的保健作用。

表6 薏苡各部位脂肪酸的含量
Table 6 Fatty acid components in different tissues of *Coix lacryma-jobi*

脂肪酸	种仁	种皮	外壳	根	茎	叶
棕榈酸	14.57	8.42	10.52	8.42	9.53	7.93
棕榈油酸	0.59	—	—	1.36	—	—
硬脂酸	5.64	2.35	1.96	3.35	2.12	2.93
油酸	40.59	43.55	21.17	26.74	43.87	46.11
亚油酸	26.53	31.18	14.49	18.78	29.88	33.47
二十烷酸	1.10	1.04	0.90	0.75	0.87	1.24

2.6 薏苡各部位功能性成分的分析结果

表7 薏苡各部位功能性成分的含量
Table 7 Functional components in different tissues of *Coix lacryma-jobi*

部位	薏苡素	总黄酮	总酚
种仁	0.14±0.00	2.26±0.01	0.27±0.00
种皮	0.25±0.01	0.13±0.01	1.89±0.02
外壳	0.23±0.01	0.09±0.00	1.04±0.01
根	1.26±0.04	0.21±0.01	4.53±0.02
茎	0.34±0.00	0.44±0.00	3.07±0.04
叶	0.34±0.01	2.13±0.02	3.15±0.01

由表7可见, 经分析检测, 薏苡的各部位均含有薏苡素、黄酮和多酚。根中的薏苡素含量明显高于其他部位, 为1.26mg/g; 种仁和叶中黄酮含量较高, 分别为2.26mg/g和2.13mg/g。根、茎、叶中的多酚含量总体大于种仁、种皮和外壳。据报道薏苡素对癌细胞具有抑制作用, 对中枢神经系统具有镇静、镇痛作用。黄酮类和多酚类化合物具有保护心血管活性, 抗菌及抗病毒、抗氧化自由基活性。

3 结 论

薏苡种仁的蛋白质和多糖类物质较高, 外壳和种皮的总纤维含量高。根中的VE、VB₁、VB₂、VB₆含量都较高, 种仁中的VB₁和VB₂含量均高于大米。薏苡的6个部位均含有较丰富的矿质元素, 其中K、Na、Ca、Mg等常量元素含量较高。薏苡的种仁和叶中含有常见的17种氨基酸, 其中包括7种必需氨基酸和10种非必需氨基酸; 种皮、根、茎、外壳中含有16种氨基酸。脂肪酸分析中, 种皮、茎、叶的不饱和脂肪酸相对含量达到70%以上。此外, 薏苡中还含有薏苡素、黄酮、多酚等功能性成分, 具有一定的药用价值。

参考文献:

- [1] 回瑞华, 侯冬岩, 郭华, 等. 薏米中营养成分的分析[J]. 食品科学, 2005, 26(8): 375-377.
- [2] 杨爽, 王李梅, 王姝麒, 等. 薏苡化学成分及其活性综述[J]. 中药材, 2011, 34(8): 1306-1311.
- [3] 张明昶, 麻秀萍, 徐文芬, 等. HPLC法测定薏苡非种仁部位薏苡素的含量[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(28): 15586-15587.
- [4] 中华人民共和国卫生部. GB 5009.3—2010 食品中水分的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [5] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 22510—2008 谷物、豆类及副产品灰分含量的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [6] 中华人民共和国卫生部. GB 5009.5—2010 食品中蛋白质的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [7] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 5512—2008 粮食中粗脂肪含量测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [8] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 5009.9—2008 食品中淀粉的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [9] 中华人民共和国农业部. NY/T 1676—2008 食用菌中粗多糖含量的测定[S]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [10] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 7628—2008 谷物中维生素B₁测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [11] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 7629—2008 谷物中维生素B₂测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [12] OKARTER N, LIU Changshu, LIU Ruihai, et al. Phytochemical content and antioxidant activity of six diverse varieties of whole wheat[J]. Food Chemistry, 2010, 119(1): 249-257.
- [13] 国家技术监督局. GB 6195—1986, 水果、蔬菜维生素C含量测定法(2, 6-二氯酚酚滴定法)[S]. 北京: 中国标准出版社, 1986.
- [14] AOAC. Official Methods of Analysis[S]. 16th ed. USA: Association of Official Analytical Chemists, 1995.
- [15] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 5009.124—2003食品中氨基酸的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [16] 李厚聪, 刘圆, 袁玮, 等. RP-HPLC法测定薏苡中薏苡素的含量[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2009, 31(11): 154-157.
- [17] WOLFE K, WU Xianzhong, LIU Ruihai. Antioxidant activity of apple peels[J]. Food Chemistry, 2003, 51(3): 609-614.
- [18] PALACIOS I, LOZANO M, MORO C, et al. Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms[J]. Food Chemistry, 2011, 128(3): 674-678.
- [19] FAO/WHO. Energy and protein requirements (Technical Report SeriesNo 52)[S]. Geneva: Switzerland, 1973.
- [20] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000: 405.
- [21] 盛占武, 马蔚红, 高锦合, 等. 巴西蕉花蕾不同部位营养成分分析及评价[J]. 食品科学, 2010, 31(9): 263-267.
- [22] 王莉. 食品营养学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 34-36.