

西藏察隅龙爪稷营养成分、重金属含量与农药残留分析

池福敏¹, 幸塔², 辜雪冬¹, 杨林¹, 罗章¹, 马长中¹, 何丽华¹

1(西藏农牧学院 食品科学学院, 西藏 林芝, 860000) 2(西藏察隅县粮油公司, 西藏 察隅, 860600)

摘 要 以西藏察隅龙爪稷为研究对象, 对其营养成分、重金属含量与农药残留进行测定, 并采用国际通用的评价方法对其营养进行评价。结果表明: 龙爪稷籽粒蛋白质含量 7.31%, 脂肪含量 1.2%; 矿物质元素 K、Ca、Mg、Fe、Zn 含量分别为 3 281.8 mg/100 g、2 259.5 mg/100 g、1 403.9 mg/kg、15.2 mg/kg 与 13.9 mg/kg, 高于普通谷物; 龙爪稷含有 18 种氨基酸, 其中必需氨基酸 8 种, 占氨基酸总量的 39.80%, 必需氨基酸评分 60, 必需氨基酸指数 87.26, 第一限制性氨基酸为赖氨酸; 此外, 龙爪稷中重金属 As、Hg、Pb、Cd 均未检出, 188 种农药未检出, 食用安全性高。

关键词 龙爪稷; 营养成分; 氨基酸评分; 重金属; 农药残留

龙爪稷 (*Eleusine coracana* Gaertn^[1]), 又名鸡爪谷、鸭脚粟、鸭爪稗、穆子、碱谷等^[2], 原产于热带和亚热带地区, 为 1 年生草本植物, 具有耐旱、耐涝和耐盐碱的性能, 因生长适应能力较强, 在西藏察隅、山南、昌都、日喀则和拉萨等地均有种植^[3-4]。龙爪稷不仅生长力强, 产量也较高, 即使在瘠薄的盐碱荒地上, 也可亩产达干草 600 kg、籽粒 100 kg^[5]。

有关龙爪稷的研究报道有很多, 主要有龙爪稷较强的抗旱、抗涝及抗盐碱能力以及在土壤改良方面的应用研究^[6-10], 及龙爪稷干草和籽实的综合利用, 如生产家禽家畜的饲料等^[2,5,11-13]; 宋长铎等人在研究龙爪稷的有关营养成分后, 指出它在食品或其他产品加工方面具有开发前途^[14]。本文对西藏察隅地区的龙爪稷籽粒进行了营养成分与农药残留方面的测定和分析, 旨在进一步开发利用龙爪稷。

1 材料与方法

1.1 供试材料

龙爪稷, 西藏察隅县粮油公司。

1.2 采样方法

采用随机抽样法, 从西藏察隅县粮油公司当年收获入库的龙爪稷籽粒中随机选取并制备 3 份供检样品, 每份样品 200 g。

1.3 测定方法

蛋白质含量: 参照 GB 5009.5-2010。

脂肪含量: 参照 GB/T 5009.6-2003。

氨基酸: 氨基酸分析仪。

Ca: 参照 GB/T 5009.92-2003。

Fe, Mg: 参照 GB/T 5009.90-2003。

Zn: 参照 GB/T 5009.14-2003。

K: 参照 GB/T 5009.91-2003。

总 As: 参照 GB/T 5009.11-2003。

Pb: 参照 GB/T 5009.12-2010。

Hg: 参照 GB/T 5009.17-2003。

Cd: 参照 GB/T 5009.15-2003。

农药残留: 参照 GB/T 19648-2006, GB/T 20770-2008, 使用 GC-MS/LC-MS-MS 仪器。

1.4 营养价值评价

根据 FAO/WHO 建议的氨基酸评分模式与鸡蛋蛋白质氨基酸模式^[15], 对龙爪稷蛋白质营养价值进行评定, 按照以下公式进行氨基酸评分 (AAS)、化学评分 (CS) 和必需氨基酸指数 (EAAI)^[16-17]。

$$AAS = \frac{\text{样品蛋白质中氨基酸含量 (mg/g)}}{\text{FAO 提出模式蛋白质中氨基酸含量 (mg/g)}}$$

$$CS = \frac{\text{样品蛋白质中氨基酸含量 (mg/g)}}{\text{鸡蛋中相应氨基酸含量 (mg/g)}}$$

$$EAAI =$$

$$\sqrt[n]{\frac{\text{异亮氨酸}^t}{\text{异亮氨酸}^s} \times 100 \times \frac{\text{亮氨酸}^t}{\text{亮氨酸}^s} \times 100 \times \dots \times \frac{\text{色氨酸}^t}{\text{色氨酸}^s} \times 100}$$

式中: n 为用于比较的氨基酸数目; t 代表龙爪稷中的氨基酸; s 代表鸡蛋中的氨基酸。

2 结果与分析

2.1 龙爪稷主要营养成分分析

龙爪稷中的主要营养成分含量如表 1 所示。龙爪稷籽实蛋白质含量 7.31%, 与普通稻米蛋白质含

第一作者: 硕士, 讲师, E-mail: chifumin2008@163.com。

收稿日期: 2015-01-02, 改回日期: 2015-02-05

量(7.3%^[18])相当;脂肪含量1.2%,与小麦粉(1.5%)相当。

对比宋长铨^[14]等人的研究结果,发现西藏察隅龙爪稷籽粒中的蛋白质含量与收获自江苏大丰县岗海滩的龙爪稷籽粒中蛋白质含量(8.260%)接近,但在脂质含量上前者的却比后者的脂质含量

(20.60%)明显要低,原因有待研究。
另外,从表1还可看出,龙爪稷矿物元素K、Ca、Mg含量分别为3 281.8 mg/100 g、2 259.5 mg/100 g与1 403.9 mg/kg,含量较高;微量元素Fe、Zn含量则分别为15.2 mg/kg与13.9 mg/kg。

表1 龙爪稷的主要营养成分含量
Table 1 Contents of nutritional components in *E. coracana*

项目	蛋白质/ [g·(100g) ⁻¹]	脂肪/ [g·(100g) ⁻¹]	K/ (mg·kg ⁻¹)	Ca/ (mg·kg ⁻¹)	Mg/ (mg·kg ⁻¹)	Fe/ (mg·kg ⁻¹)	Zn/ (mg·kg ⁻¹)
含量	7.31	1.2	3281.8	2259.5	1403.9	15.2	13.9

进一步将龙爪稷所含的K、Ca、Mg等矿质元素含量与稻米、牛乳等食物相比较,如表2所示。从表2中可以看出,龙爪稷中K元素的含量为普通稻米的5倍多,比小米与玉米均要高;Ca元素与Mg元素含量也远远高于稻米、小米、小麦粉、玉米面等普通谷物,且Ca含量为牛乳、鸡蛋的2倍以上,Mg含量为牛乳

鸡蛋的10倍以上;Fe含量与普通稻米相近,比其他谷物要低,Zn含量则与表中所列谷物相近。
由此说明,食用龙爪稷,可较好的补充人体所需的K、Ca、Mg元素,并适量补充人体所需的其他基本营养物质。

表2 龙爪稷与稻米、牛乳等食物中矿物质元素含量的比较
Table 2 Comparison of mineral element contents in *E. coracana* and other food like rice and milk

矿物质 名称	各食物矿物质含量/(mg·g ⁻¹) ^[18]						
	龙爪稷	稻米(梗、特)	小麦粉(标)	小米	玉米面	牛乳	鸡蛋(白皮)
K	328.18	58	190	284	249	109	98
Ca	225.95	24	31	41	22	104	48
Mg	140.39	25	50	107	84	11	14
Fe	1.52	0.9	3.5	5.1	3.2	0.3	2
Zn	1.39	1.39	1.64	1.87	1.42	0.42	1

2.2 龙爪稷氨基酸组成及评价

龙爪稷中组成蛋白质的氨基酸种类及含量如表3所示。

表3 龙爪稷中氨基酸的组成与含量
Table 3 Amino acid composition of protein in *E. coracana*

种类	名称	含量/ [mg·(100g) ⁻¹]	种类	名称	含量/ [mg·(100g) ⁻¹]
非必需氨基酸	天门冬氨酸 Asp	420	必需氨基酸	异亮氨酸 Ile	320
	组氨酸 His	140		亮氨酸 Leu	750
	丝氨酸 Ser	360		赖氨酸 Lys	240
	谷氨酸 Glu	1510		苯基氨酸 Phe	430
	甘氨酸 Gly	240		色氨酸 Trp	100
	丙氨酸 Ala	440		苏氨酸 Thr	300
	半胱氨酸 Cys	180		缬氨酸 Val	480
	精氨酸 Arg	270		蛋氨酸 Met	210
	酪氨酸 Tyr	340		必需氨基酸总量	2 830
	脯氨酸 Pro	380		合计	
	非必需氨基酸				
	总量合计	4 280			

龙爪稷含有人体必需的8种必需氨基酸及多种非必需氨基酸;其中必需氨基酸总量为2 830 mg/100 g,非必需氨基酸总量为4 280 mg/100 g。
非必需氨基酸中,谷氨酸含量最高,达到1 510 mg/100 g,为与普通稻米(谷氨酸含量6%)的10倍;必需氨基酸中亮氨酸含量较高,达到750 mg/100 g,赖氨酸含量达到240 mg/100 g。

对比宋长铨^[14]等人研究的江苏龙爪稷的氨基酸组成及其比例,发现两者在氨基酸种类上有所差异,西藏察隅龙爪稷籽粒中含有18种氨基酸,而江苏大丰县岗海滩的却含有19种氨基酸,其中半胱氨酸为前者含有, γ -氨基丁酸、鸟氨酸则为后者所有;除了这3中氨基酸不同,其余共同拥有的17种氨基酸在含量上则差异不大。

2.3 龙爪稷蛋白质营养价值评价

龙爪稷蛋白质中必需氨基酸组成与评价结果如

表4所示。从表4中可看出,以FAO/WHO模式为标准进行比较时,龙爪稷中各必需氨基酸的AAS除赖氨酸为0.6外,其他7种氨基酸的AAS均大于1,说明较符合FAO/WHO模式;而以鸡蛋蛋白模式进行比较时,则发现除赖氨酸的化学评分CS小于0.5外,其余均大于0.5,且与鸡蛋模式非常接近。由此也可

看出,赖氨酸为龙爪稷蛋白质的第一限制氨基酸,据此得到龙爪稷最终氨基酸评分为60。

另外,从表4中还可知道,龙爪稷必需氨基酸指数EAAI值高达87.26,表明龙爪稷氨基酸组成平衡,必需氨基酸之间比例合适,有利于人体吸收。

表4 龙爪稷蛋白质中必需氨基酸组成与评价

Table 4 Essential amino acid composition and evaluation of protein in *E. coracana*

氨基酸种类	龙爪稷/ (mg·g ⁻¹)	FAO模式/ (mg·g ⁻¹)	鸡蛋蛋白/ (mg·g ⁻¹)	AAS	CS	最终氨基酸 评分	EAAI
异亮氨酸	43.78	40	54	1.09	0.81	60	87.26
亮氨酸	102.60	70	86	1.47	1.19		
赖氨酸*	32.83	55	70	0.60	0.47		
蛋氨酸+半胱氨酸	53.35	35	57	1.52	0.94		
苯丙氨酸+酪氨酸	105.34	60	93	1.76	1.13		
苏氨酸**	41.04	40	47	1.03	0.87		
缬氨酸	65.66	50	66	1.31	0.99		
色氨酸	13.68	10	17	1.37	0.80		

注: *是第一限制氨基酸, **是第二限制氨基酸。

2.4 龙爪稷重金属含量分析

龙爪稷中重金属含量如表5所示。从表5可以看出,砷、汞、铅、镉4种重金属在龙爪稷中均为未检出,说明龙爪稷未受到重金属的污染。

表5 龙爪稷中重金属含量

Table 5 Analysis and comparison on heavy metal contents in *E. coracana*

项目	总砷	汞	铅	镉
含量/(mg·kg ⁻¹)	未检出	未检出	未检出	未检出

2.5 龙爪稷农药残留量分析

龙爪稷的农药残留检测结果如表6所示。从表6中可以看出,在对龙爪稷进行的188项农药残留检测中,所有农药均未检出,也就说明龙爪稷几乎没有受到任何农药的污染,在食品安全性方面有了极大的保障,为将龙爪稷开发成有机食品提供了重要的支撑条件。当然,这在很大程度上得益于西藏独特的环境气候条件。

3 结论与讨论

3.1 讨论

从本次研究结果也可以看出,西藏察隅龙爪稷籽粒的蛋白质、脂质等含量与宋长铎等人研究的收获自江苏大丰县岗海滩的龙爪稷籽粒的相关成分含量有不同程度的差异,尤其是脂质含量、蛋白质氨基酸组成种类上的差异明显,造成这些差异的主要原因是否是生长地域的不同或是其他因素,则需要通过将区内以及国内不同地区所产龙爪稷籽粒进行对比分析后才能得出结论,这也为日后的研究提供了方向。

3.2 结论

产自西藏察隅县的龙爪稷含有多种营养素,蛋白质含量7.31%,脂肪含量1.2%,氨基酸种类丰富,含8种人体必需氨基酸,并富含K、Ca、Mg等矿物质元素;营养均衡全面,无AS、Hg、Pb、Cd等重金属残留与188项农药残留。

表6 龙爪稷的农药残留量

Table 6 Content of pesticide residua in *E. coracana*

名称	含量	名称	含量	名称	含量
邻苯基苯酚	未检出	乙硫磷	未检出	p,p'-滴滴伊	未检出
苯霜灵和精苯霜灵	未检出	二嗪磷	未检出	p,p'-滴滴涕	未检出
乙丁氟灵	未检出	醚菊酯	未检出	多效唑	未检出
联苯菊酯	未检出	乙嘧硫磷	未检出	对硫磷	未检出
溴螨酯	未检出	氟苯嘧啶磷	未检出	甲基对硫磷	未检出
丁草胺	未检出	水胺硫磷	未检出	戊菌唑	未检出

续表 6

名称	含量	名称	含量	名称	含量
硫线磷	未检出	甲氰菊酯	未检出	二甲戊乐灵	未检出
克氯丹	未检出	倍硫磷	未检出	氯菊酯	未检出
虫螨腈	未检出	灭线磷	未检出	稻丰散	未检出
毒虫畏	未检出	氟虫腈	未检出	甲拌磷	未检出
氯苯胺灵	未检出	氟氰戊菊酯	未检出	甲拌磷亚矾	未检出
毒死蜱	未检出	氟硅唑	未检出	甲拌磷矾	未检出
甲基毒死蜱	未检出	氟胺氰菊酯	未检出	磷胺	未检出
氟氯氰菊酯	未检出	六六六/林丹-γ	未检出	噻啉磷	未检出
高效氯氟氰菊酯	未检出	庚烯磷	未检出	甲基噻啉磷	未检出
氯氰菊酯和氯氟菊酯(Z)	未检出	敌瘟磷	未检出	腐霉利	未检出
啉菌环胺	未检出	异柳磷	未检出	丙溴磷	未检出
杀螟硫磷/杀螟松	未检出	甲基异柳磷	未检出	扑草净	未检出
氰戊菊酯和高效氰戊菊酯	未检出	灭克落/腈菌唑	未检出	苯胺灵	未检出
苯氧菊酯/亚胺菌	未检出	敌草胺	未检出	丙环唑	未检出
甲胺基阿维菌素苯甲酸盐	未检出	酞菌酯	未检出	炔苯酰草胺	未检出
溴氰菊酯和四溴菊酯	未检出	o,p'-滴滴滴	未检出	吡菌磷	未检出
硫丹硫酸酯	未检出	o,p'-滴滴伊	未检出	啉硫磷	未检出
α-硫丹	未检出	o,p'-滴滴涕	未检出	五氯硝基苯	未检出
β-硫丹	未检出	p,p'-滴滴滴	未检出	八氯二苯醚	未检出
杀虫畏	未检出	三唑酮	未检出	啉磷酯	未检出
四氯杀螨砜	未检出	啉啉酮	未检出	吡氯不草灵	未检出
甲基立枯磷	未检出	丁酮威	未检出	氟虫脲	未检出
乙啉酚磺酸酯	未检出	甲萘威	未检出	呋线威	未检出
三唑磷	未检出	多菌灵	未检出	啉磷酮	未检出
氟乐灵	未检出	虫螨威(克百威)	未检出	抑霉唑/烯菌灵	未检出
乙烯菌核利	未检出	3-羟基虫螨威	未检出	吡虫啉	未检出
啉啉菌酮	未检出	丁硫克百威	未检出	茚虫威(安打)	未检出
六六六-α	未检出	灭幼脲	未检出	异菌脲	未检出
六六六-β	未检出	啉虫胺/可尼丁	未检出	丙森锌	未检出
六六六-δ	未检出	氟草津	未检出	异丙威	未检出
乙酰甲胺磷	未检出	环氟菌胺	未检出	稻瘟灵	未检出
啉虫脲	未检出	霜脲氰	未检出	异丙隆	未检出
乙草胺	未检出	灭蝇胺	未检出	灭虫威	未检出
涕灭威	未检出	敌敌畏	未检出	利谷隆	未检出
涕灭威亚砷	未检出	乙霉威	未检出	马拉硫磷	未检出
涕灭威风	未检出	苯醚甲环唑	未检出	甲霜灵	未检出
莠去津	未检出	乐果	未检出	灭它通	未检出
保棉磷	未检出	烯酰吗啉	未检出	甲胺磷	未检出
啉菌酯	未检出	烯啉醇	未检出	杀扑磷	未检出
恶虫威	未检出	三氯杀螨醇	未检出	氯硝胺	未检出
丙硫克百威	未检出	环氟菌胺	未检出	灭多威	未检出
解草啉	未检出	仲丁威	未检出	甲氧虫脲肼	未检出
吡啉磺隆	未检出	苯醚威	未检出	异丙甲草胺	未检出
啉酰菌胺	未检出	丁苯吗啉	未检出	速灭磷	未检出
久效磷	未检出	西玛津	未检出	辛硫磷	未检出
啉啉磺隆	未检出	艾克敌	未检出	抗蚜威	未检出
氧化乐果	未检出	螺环菌胺	未检出	咪鲜胺	未检出
恶草酮	未检出	戊唑醇	未检出	猛杀威	未检出
恶霜灵	未检出	虫酰肼	未检出	阔叶散	未检出
砷吸磷	未检出	啉菌灵	未检出	硫双威	未检出
伏杀硫磷	未检出	啉虫啉	未检出	久效威砷	未检出
亚胺硫磷	未检出	啉虫啉	未检出	久效威亚砷	未检出
炔螨特	未检出	三唑醇	未检出	啉菌胺	未检出
残杀威	未检出	醚苯磺隆	未检出	禾草克	未检出
吡蚜酮/吡啉酮	未检出	敌百虫	未检出	砷啉磺隆	未检出
啉菌灵/啉菌酮	未检出	氟菌唑	未检出	完灭硫磷	未检出
啉啉硫磷	未检出	氟胺磺隆	未检出		

在西藏,人们食用龙爪稷有悠久的历史。本次研究不仅对外界学者认识龙爪稷的食用价值和营养价值具有重要意义,对于人们进一步开发这一西藏传统饮食、传播西藏特色饮食文化也有重要的参考价值。目前,在西藏察隅,已有企业、学者以龙爪稷传统食用方式为基础,根据龙爪稷矿物质含量高的特点,研究开发能够工业化生产的龙爪稷营养粉、青稞龙爪稷复合营养糊;并通过改良传统发酵工艺研究开发龙爪稷发酵酒(类似黄酒)以及龙爪稷与青稞等共同发酵的白酒等产品;此外,无重金属残留与农药残留这一研究结果,还显示出西藏察隅得天独厚的优良生态环境,为以西藏察隅龙爪稷为原料开发的系列产品进一步申报绿色食品乃至有机食品提供了有力的支撑。

参 考 文 献

[1] Chaudhari L B, Rameshwer Singh, Rai R S, et al. 龙爪稷的名称[J]. 国外农学-杂粮作物, 1982(3):57.
 [2] 赵佩铮. 耐盐碱饲料作物—碱谷[J]. 农业科技通讯, 1980(5):33.
 [3] 王治田, 王福臣, 李明智, 等. 龙爪稷在温带盐荒地上的种植试验[J]. 内蒙古畜牧科学, 1990(2):9-13.
 [4] 杨久臣, 王天云. 西藏鸡爪谷在北京试种成功[J]. 西藏农业科技, 1993, 15(3):31.
 [5] 李英. 优良的饲用植物—龙爪稷[J]. 饲料研究, 1987(3):25-26.
 [6] 田景春. 利用穆子更新草原效果显著[J]. 农业科技通

讯, 1991(4):23.
 [7] 纳森, 王福臣, 李明智. 耐盐碱的优良牧草—碱谷[J]. 现代农业, 1988(9):19-20.
 [8] 武之新, 纪剑勇. 碱谷耐盐性的研究报告[J]. 植物学通报, 1988, 5(3):156-160.
 [9] 王永忠. 优良耐盐碱牧草—龙爪稷[J]. 当代畜禽养殖业, 2001(8):31-32.
 [10] 何向远, 尚杰, 腾世云. 盐胁迫下龙爪稷愈伤组织内脯氨酸和丙酮酸含量变化的关系[J]. 山东大学学报, 1996, 31(2):237-240.
 [11] 李英, 赵佩铮, 王金河. 盐碱地上的草粮兼用作物—碱谷[J]. 中国畜牧杂志, 1984, (04):30-31.
 [12] 潘雪男, S. V. Rama, M. V. L. N. Raju 等. 粟谷在家禽日粮中的应用[J]. 国外畜牧学(猪与禽), 2006, 26(4):15-19.
 [13] 李英, 赵佩铮, 刘荣昌, 等. 碱谷籽饲喂产蛋鸡试验[J]. 中国畜牧杂志, 1986(5):7, 41.
 [14] 宋长铨, 徐霞, 王翔燕, 等. 从有关成份分析结果看碱谷的开发前景[J]. 南京大学学报, 1995, 31(3):431-435.
 [15] FAO/WHO. Joint FAO/WHO food standards programme codex committee nutrition and food hygiene[S]. 1973.
 [16] 孙远明. 食品营养学[M]. (2版). 北京:中国农业大学出版社, 2010:63-64.
 [17] 张璐, 蒲彪, 陈安均, 等. 阿坝大骨节病区青稞中蛋白质营养价值评价[J]. 食品科学, 2013, 34(23):296-299.
 [18] 王光慈. 食品营养学[M]. 北京:中国农业出版社, 2004:232-241.

Analysis of nutritional components, heavy metals and pesticide residues in *Eleusine coracana* Gaertn from Chayu county in Tibet

CHI Fu-min¹, XING Ta², GU Xue-dong¹, YANG Lin¹, LUO Zhang¹,
 MA Chang-zhong¹, HE Li-hua¹

1(Tibet Agricultural and Animal Husbandry College, College of food science, Linzhi 860000, China)
 2(Grain and Oil Corporation of Chayu County, Chayu 860600, China)

ABSTRACT The main nutritional components, heavy metal contents and pesticide residues in *Eleusine coracana* Gaertn were detected. The nutritional value of its protein was evaluated by internationally recognized methods. The results showed that the contents of protein, fat in *E. coracana* were 7.31% and 1.2% respectively; the contents of mineral elements K, Ca, Mg, Fe, Zn were 3 281.8mg/100g, 2 259.5mg/100g, 1 403.9mg/kg, 15.2 mg/kg and 13.9 mg/kg respectively, which were higher than those in common grain. Mean while, it was found that *E. coracana* contains 18 kinds of amino acid, including 8 kinds of essential amino acid, the ratio of total amino acid was 39.80%, the amino acid score and the essential amino acid index were 60 and 87.26 respectively. The first limiting amino acid was Lys. Moreover, the heavy metal As, Hg, Pb, Cd and 188 pesticides had not been found in *E. coracana*. It is a very safe food.

Key words *Eleusine coracana* Gaertn; nutritional components; amino acid score; heavy metal contents; pesticide residues