

# Analysis of Nutritional Components of Quinoa Bran

Guoying Zhang<sup>1</sup>, Peiling Miao<sup>2</sup>, Qi Dong<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Qinghai Provincial Drug Inspection and Testing Institute, Xining Qinghai

<sup>2</sup>Qinghai Boji Biotechnology Research and Development Co. Ltd., Xining Qinghai

<sup>3</sup>Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining Qinghai

Email: 332871086@qq.com, 1151316341@qq.com, \*qdong@nwipb.cas.cn

Received: Apr. 23<sup>rd</sup>, 2020; accepted: May 7<sup>th</sup>, 2020; published: May 14<sup>th</sup>, 2020

## Abstract

In order to develop and utilize quinoa bran reasonably, the basic nutrients, amino acids, fatty acids and mineral elements were determined and analyzed by referring to national standards and conventional methods. The results showed that the protein content of quinoa bran was the highest at 22.8%, followed by the dietary fiber at 22.2%. It is rich in 18 kinds of amino acids, of which 8 kinds of essential amino acids account for 35.4%. Fat content reached 7.1%, unsaturated fatty acids and polyunsaturated fatty acids accounted for 96.669%, among which linoleic acid content was 55.37%. The contents of trace elements are rich, and the contents of phosphorus, potassium, calcium and magnesium are higher. Therefore, quinoa bran has a high value of development and utilization.

## Keywords

Quinoa Bran, Basic Nutrient, Amino Acid, Fatty Acids, Trace Element

# 藜麦麸皮营养成分分析与评价

张国英<sup>1</sup>, 苗培玲<sup>2</sup>, 董琦<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>青海省药品检验检测院, 青海 西宁

<sup>2</sup>青海博基生物科技研发有限公司, 青海 西宁

<sup>3</sup>中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁

Email: 332871086@qq.com, 1151316341@qq.com, \*qdong@nwipb.cas.cn

收稿日期: 2020年4月23日; 录用日期: 2020年5月7日; 发布日期: 2020年5月14日

\*通讯作者。

## 摘要

为合理的开发利用藜麦麸皮,参照国标及常规方法对其主要营养成分、氨基酸、脂肪酸及矿物质元素进行测定及分析。结果显示:藜麦麸皮中蛋白质含量最高,达22.8%,其次为膳食纤维22.2%。富含18种氨基酸,其中8种必需氨基酸占比35.4%。脂肪含量达7.1%,不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸占比96.669%,其中亚油酸含量为55.37%。微量元素含量丰富,磷、钾、钙、镁含量较高。因此藜麦麸皮具有较高的开发利用价值。

## 关键词

藜麦麸皮, 一般营养成分, 氨基酸, 脂肪酸, 微量元素

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

藜麦(*Chenopodium quinoa*),原产于南美洲安第斯山区,有7000多年的种植历史,是印加土著居民的主要传统食物,目前世界各地均有引种,中国西藏、陕西、山西、四川、青海和浙江等地已大量种植[1]。与传统谷物相比,藜麦具有更高的营养价值,不仅含有丰富的蛋白质、淀粉、维生素、微量元素等营养物质,还含有多酚、黄酮、皂苷等功能性成分[2]。药理实验表明,藜麦具有抗氧化、抗炎、降血糖、减肥等生理活性,是一种很有前途的功能性食品[3]。

藜麦麸皮,即藜麦的外种皮,由于其含有皂苷类成分,味苦,故在食用前常通过水洗或者研磨去除。然而,藜麦加工过程中产生大量的麸皮被遗弃而未得到有效合理的利用,造成了资源浪费。因此,如何充分利用麸皮,提高藜麦的综合利用价值值得深入研究。

目前藜麦麸皮的研究主要集中在总皂苷的提取工艺或活性研究方面[4][5],而关于藜麦麸皮的营养成分分析与评价则罕见报道。本研究旨在分析藜麦麸皮中的营养成分,并对其进行综合评价,探究藜麦麸皮作为食品或其他产品加工的潜在利用价值,为今后的藜麦麸皮合理开发利用提供一定的参考依据。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 材料

藜麦麸皮由青海格尔木藜麦种植基地提供,样品粉碎后过60目筛,备用。

### 2.2. 仪器与设备

DHG-9070型恒温干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司)、SX2-8-10N型箱式电阻炉(上海一恒科学仪器有限公司)、Kjeltec 8400型全自动凯氏定氮仪(芬兰FOSS公司)、SZC-D脂肪测定仪(上海纤检仪器有限公司)、SLQ-6A纤维测定仪(上海纤检仪器有限公司)、Cary300紫外分光光度计(美国Varin公司)、S-433D氨基酸自动分析仪(德国SYKAM公司)、TSQ8000Evo气相色谱质谱联用仪(美国Thermo Fisher公司)、NexION 350D电感耦合等离子体质谱仪(美国Perkin Elmer公司)、MS104TS型电子天平(瑞士METTLER TOLEDO公司)。

### 2.3. 测定方法

水分含量测定参照 GB 5009.3-2016《食品安全国家标准食品中水分的测定》直接干燥法；总灰分含量测定参照 GB 5009.4-2016《食品安全国家标准食品中灰分的测定》高温灼烧法；蛋白质含量测定参照 GB 5009.5-2016《食品安全国家标准食品中蛋白质的测定》凯氏定氮法；粗脂肪含量测定参照 GB 5009.6-2016《食品安全国家标准食品中脂肪的测定》索氏抽提法；粗纤维含量测定参照 GB/T 5009.10-2003《植物类食品中粗纤维的测定》；膳食纤维含量测定参照 GB 5009.88-2014《食品安全国家标准食品中膳食纤维的测定》酶重量法；淀粉含量测定参照 GB 5009.9-2016《食品安全国家标准食品中淀粉的测定》酶水解法；还原糖含量测定参照 GB 5009.7-2016《食品安全国家标准食品中还原糖的测定》直接滴定法；总黄酮含量测定参照 SN/T 4592-2016《出口食品中总黄酮的测定》；总糖含量测定参考 GB/T 15672-2009《食用菌中总糖含量的测定》；氨基酸含量测定参照 GB 5009.124-2016《食品安全国家标准食品中氨基酸的测定》；色氨酸含量测定参照 GB/T 15400-2018《饲料中色氨酸的测定》高效液相色谱法；脂肪酸含量测定参照 GB 5009.168-2016《食品安全国家标准食品中脂肪酸的测定》归一化法；微量元素含量测定参照 GB 5009.268-2016《食品安全国家标准食品中多元素的测定》电感耦合等离子体质谱法。

## 3. 结果分析

### 3.1. 一般营养成分对比分析

藜麦麸皮作为藜麦加工过程中的副产物，其营养成分丰富，但与其他谷物[6] [7] [8] [9]之间存在一定的差异(表 1)。藜麦麸皮基本营养成分中蛋白质的含量最高，达到 22.8%，高于小麦、青稞、燕麦和红米麸皮的蛋白含量(17.5%~21.5%)。藜麦麸皮中膳食纤维作为第二大营养成分，其含量(22.2%)高于燕麦麸皮(19.8%)低于小麦麸皮(44.2%)，符合 GB28050-2011 中规定膳食纤维含量大于 6 g/100 g 即为高或富含膳食纤维或良好来源。藜麦麸皮中淀粉的含量(10.3%)远低于小麦、青稞、燕麦和红米麸皮(20.6%~44.0%)，这也与藜麦中淀粉含量偏低相一致。粗纤维含量(8.5%)与青稞麸皮(8.4%)中的基本一致；脂肪含量(7.1%)高于小麦麸皮(4.5%)，低于青稞、燕麦、红米麸皮(8.4%~13.96%)；此外我们还检测了藜麦麸皮中的还原糖、总糖和总黄酮，其含量分别为 7.5%、8.6% 和 8.5%，其还原糖和总糖的含量远高于藜麦中含量。

**Table 1.** Comparison of basic nutrient content between quinoa bran and cereal bran (%)

**表 1.** 藜麦麸皮与谷类麸皮基本营养成分含量对比(%)

样品	水分	灰分	蛋白质	脂肪	粗纤维	淀粉	膳食纤维	还原糖	总糖	总黄酮
藜麦麸皮	7.2 ± 0.1	7.7 ± 0.0	22.8 ± 0.3	7.1 ± 0.4	8.5 ± 0.4	10.3 ± 0.4	22.2 ± 0.1	7.5 ± 0.1	8.6 ± 0.5	8.5 ± 0.4
小麦麸皮[6]	8.7	5.1	17.6	4.5	-	20.6	44.2	-	-	-
青稞麸皮[7]	5.7	5.8	17.5	8.4	8.6	37.4	-	-	-	-
燕麦麸皮[8]	-	3.2	21.5	12.0	-	44.0	19.8	-	-	-
红米麸皮[9]	9.88	7.13	12.74	13.96	-	36.11	-	-	-	-

### 3.2. 氨基酸成分分析

本次测定的藜麦麸皮中皆有所测定的 18 种氨基酸，其中含量最高的是谷氨酸，含量为 2.97%。其次精氨酸(1.54%)、天冬氨酸(1.34%)、赖氨酸(1.19%)含量也较高，甲硫氨酸(0.08%)、丝氨酸(0.08%)含量较少。对比小麦、青稞和红米麸皮，结果显示藜麦麸皮总氨基酸含量(15.92%)最高，不同的麸皮中氨基酸含量存在一定差异(表 2)。

食品中必需氨基酸含量的多少是评价食品营养价值的重要指标。本次实验测定了 8 种必需氨基酸。世界卫生组织和联合国粮农组织(WHO/FAO)根据食物蛋白消化吸收和利用特点, 提出食物蛋白氨基酸组成比例的推荐标准[10]。根据此项标准对其必需氨基酸进行比较, 藜麦麸皮中 EAA/TAA 值为 0.354, EAA/NEAA 值为 0.547 之间, 略低于 WHO/FAO 的理想模式 EAA/TAA 0.4 及 EAA/NEAA 0.6。而在小麦麸皮中 EAA/TAA 和 EAA/NEAA 仅为 0.293 和 0.414。而红米中 EAA/TAA 和 EAA/NEAA 为 0.416 和 0.712, 高于 WHO/FAO 的理想模式。

**Table 2.** Amino acid contents of quinoa bran (g/100g)

**表 2.** 藜麦麸皮中氨基酸含量(g/100g)

氨基酸	藜麦麸皮	小麦麸皮 [6]	青稞麸皮 [7]	红米麸皮 [9]	氨基酸	藜麦麸皮	小麦麸皮 [6]	青稞麸皮 [7]	红米麸皮 [9]
Asp	1.34	1.07	1.27	1.08	Val*	0.69	0.78	0.23	0.72
Ser	0.78	0.67	0.70	0.48	Met*	0.08	0.16	1.00	0.21
Glu	2.97	3.66	2.68	2.19	Lys*	1.19	0.64	0.39	0.49
Gly	0.86	0.84	0.87	0.52	Ile*	0.63	0.48	0.80	0.49
His	0.57	0.41	0.68	0.28	Leu*	1.04	0.99	0.19	0.97
Arg	1.54	0.99	0.83	0.91	Phe*	1.06	0.69	1.02	0.62
Thr*	0.62	0.50	0.64	0.67	Trp*	0.32	-	-	-
Ala	0.73	0.74	0.89	0.67	TAA	15.92	14.48	13.12	9.00
Pro	0.84	1.04	0.40	0.40	EAA/TAA	0.354	0.293	0.325	0.416
Cys	0.08	0.36	-	0.13	EAA/NEAA	0.547	0.414	0.481	0.712
Tyr	0.58	0.46	0.53	0.38					

\*: 必需氨基酸。

### 3.3. 脂肪酸成分分析

由表 3 可知, 藜麦麸皮脂肪酸含量丰富, 共含有 27 种脂肪酸。其中饱和脂肪酸 11 种, 总含量占比 3.331%; 单不饱和脂肪酸 8 种, 总含量占比为 30.951%; 多不饱和脂肪酸 8 种, 总含量占比为 65.718%。必需脂肪酸主要包括亚麻酸、亚油酸, 总含量占比为 62.532%。在所有脂肪酸中, 含量最高的是亚油酸, 其含量占比为 55.37%, 其次为顺-10-十五碳酸一烯酸(9.514%), 再次为亚麻酸(7.162%)。

**Table 3.** Contents of fatty acids in quinoa bran (%. Area normalization)

**表 3.** 藜麦麸皮中脂肪酸含量(%，面积归一化法)

脂肪酸	含量	脂肪酸	含量
C12:0	0.035	C17:1	0.715
C13:0	0.015	C18:1	20.09
C14:0	0.312	C20:1	0.015
C15:0	0.022	C21:1	0.049
C16:0	0.044	C24:1	0.093
C17:0	0.162	ΣMUFA	30.951
C18:0	0.008	C18:2	55.37

Continued

C20:0	0.068	C18:3	7.162
C21:0	0.364	C20:2	0.841
C23:0	1.84	C20:3	1.483
C24:0	0.461	C20:4	0.092
ΣSFA	3.331	C20:5	0.256
C14:1	0.093	C22:2	0.283
C15:1	9.514	C22:6	0.231
C16:1	0.382	ΣPUFA	65.718

### 3.4. 微量元素成分分析

采用微波消解法消解藜麦麸皮样品，以 ICP-MS 法测定了样品中的铁、镁、钾、锌、钙、铝、磷、砷、锶、钡和铜 12 种微量元素的含量(表 4)。结果发现，藜麦麸皮中微量元素含量丰富，其中磷、钾、钙、镁含量较高，分别为 10,800 mg/kg、2497 mg/kg、1867 mg/kg、1076 mg/kg；钠、铁、锌、铝、锶、铜含量次之分别为 765 mg/kg、245 mg/kg、245 mg/kg、90.8 mg/kg、23.4 mg/kg、12.5 mg/kg。砷和钡含量较少，分别为 9.5 mg/kg、3.0 mg/kg。不同的麸皮中微量元素的含量也存在较明显的差异，如青稞麸皮中镁含量为 3498 mg/kg，而红米麸皮中却高达 7530 mg/kg，远高于藜麦和青稞麸皮。在藜麦中含量最高的磷元素，在青稞中仅为 1030 mg/kg。

Table 4. Contents of trace elements in quinoa bran (mg/kg)

表 4. 藜麦麸皮中微量元素含量(mg/kg)

元素	藜麦麸皮	青稞麸皮[7]	红米麸皮[9]	元素	藜麦麸皮	青稞麸皮[7]	红米麸皮[9]
铁	245	309	80	铝	90.8	-	-
镁	1076	3489	7530	磷	10,800	1030	-
钾	2497	-	-	砷	9.5	-	-
锌	245	76	38	锶	23.4	-	-
钙	1867	667	1132	钡	3.0	-	-
钠	765	-	-	铜	12.5	-	3.5

## 4. 讨论

柴达木盆地位于青海省西北部，青藏高原东北部，主要在海西蒙古族藏族自治州，面积约 24 万平方公里，里是中国三大内陆盆地之一。柴达木盆地属高原大陆性气候，以干旱为主要特点，年降水量自东南部的 200 毫米递减到西北部的 15 毫米。柴达木盆地年均温均在 5℃ 以下，气温变化剧烈，绝对年温差可达 60℃ 以上，日温差也常在 30℃ 左右，夏季夜间可降至 0℃ 以下。柴达木盆地以盐渍化的土地为主，区域内积温较多、热量条件较好，咸水、微咸水资源及动植物资源丰富，有大量宜农土地未被开发[11]。柴达木盆地地理、气候以及土壤条件非常适合种植藜麦，目前藜麦种植面积在柴达木地区日趋扩大，成为农民增收的重要途径。如何高效利用藜麦生产的副产品的藜麦麸皮值得深入研究。因此本研究针对藜麦麸皮中的营养成分进行了分析与评价。

蛋白质是藜麦麸皮中最主要的营养成分。藜麦麸皮中蛋白含量(22.8%)高于小麦、青稞、燕麦和红米麸皮，其氨基酸组成合理，含有人体必需的 8 种氨基酸，是理想的蛋白来源。植物蛋白，来源于植物，

营养全面,与动物蛋白相仿,易被人体消化吸收,具有降低胆固醇、抗氧化、降血压等多种生理保健功能[12]。必需氨基酸必须从食物中直接获得,否则就不能维持机体的氮平衡并影响健康。苏氨酸(Thr)可以促进机体的生长,提升消化系统和免疫系统的功能,提高人体的抗氧化能力;缬氨酸(Val)促进身体正常生长,修复组织,调节血糖;甲硫氨酸(Met)具有保护肝脏、抗抑郁、降血压等功效;赖氨酸(Lys)可以调节人体代谢平衡,提高胃液分泌,提高钙的吸收,加速骨骼生长等功能;异亮氨酸(Ile)能促进人体的蛋白质代谢;亮氨酸(Leu)可用于蛋白质的合成,提高人体的免疫力;苯丙氨酸(Phe)参与合成重要的神经递质和激素,参与机体糖代谢和脂肪代谢;色氨酸(Trp)参与体内血浆蛋白质的更新,并可促使核黄素发挥作用,还有助于烟酸及血红素的合成[13]。本研究中8种必需氨基酸占总氨基酸的35.4%,其中含量最高的为赖氨酸(1.19%),其次为苯丙氨酸(1.06%)、亮氨酸(1.04%)、缬氨酸(0.69%)、异亮氨酸(0.63%)、苏氨酸(0.62%)和色氨酸(0.32%),甲硫氨酸含量最低仅0.08%。

藜麦麸皮中的膳食纤维含量达到22.2%,是优良的膳食纤维来源。膳食纤维是一种不能被人体消化的碳水化合物,分为非水溶性和水溶性纤维两大类。膳食纤维具有重要的生理作用,是维持人体健康必不可少的一类营养素。膳食纤维有利于刺激胃肠道的蠕动,改善肠道菌群,保持肠道清洁,减少和预防胃肠道疾病;能够抑制胆固醇的吸收,预防高血脂症和高血压;能够延缓和减少重金属等有害物质的吸收,减少和预防有害化学物质对人体的毒害;延缓葡萄糖的吸收,推迟可消化性糖类如淀粉等的消化,避免进餐后血糖急剧上升,增强胰岛素敏感性,提高人体耐糖的程度,有利于糖尿病的治疗和康复[7]。

藜麦麸皮中脂肪酸含量达7.1%,且饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸含量占比为96.669%,其中亚油酸含量最高。亚油酸作为人体必需脂肪酸,在体内发挥着重要的生理功能。有研究表明,亚油酸能够与血液中的胆固醇结合生成低熔点的脂质,易于乳化、输送和代谢;能降低血液中的胆固醇含量,预防动脉硬化和血脂异常等[14]。藜麦麸皮中丰富的不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸,可以作为潜在的健康植物油来源。

微量元素在人体内含量虽然极微小,但具有强大的生物学作用,它们参与酶、激素维生素和核酸的代谢过程。磷在所有生物的组织生长和修复、酸碱平衡调节、脂肪和淀粉的代谢以及能量转移等方面起着重要的作用;钾对人类神经系统、肌肉功能、体液平衡以及心脏、肾脏和肾上腺功能都很重要;钙在骨骼和牙齿的形成、血液凝结、肌肉收缩、神经传递和酶活性中都是必不可少的;镁是一种重要的电解质,维持正常的神经和肌肉功能[15]。藜麦麸皮中富含磷、钾、钙、镁等微量元素,可为机体提供优良的微量元素。

## 5. 结论

综上所述,藜麦麸皮中富含蛋白质、膳食纤维、淀粉、脂肪、还原糖、总黄酮、微量元素等营养成分,其中含有8种必需氨基酸,脂肪主要为饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸。藜麦麸皮具有重要的开发利用价值,可以开发优良的植食性蛋白、膳食纤维以及油脂等,具有广阔的利用前景。此研究为藜麦麸皮的开发利用奠定了坚实的基础。

## 基金项目

西宁市重点研发与转化计划:藜麦系列产品深加工关键技术研究(2018-Y-15)。

## 参考文献

- [1] 任贵兴,杨修仕,么杨.中国藜麦产业现状[J].作物杂志,2015(5):1-5.
- [2] 魏爱春,杨修仕,么杨,刘浩,秦培友,赵德刚,李怡,任贵兴.藜麦营养成分及生物活性研究进展[J].食品科学,2015,36(15):272-276.

- 
- [3] 肖正春, 张广伦. 藜麦及其资源开发利用[J]. 中国野生植物资源, 2014, 33(2): 62-66.
- [4] 杨端. 藜麦麸皮皂苷超临界 CO<sub>2</sub> 萃取工艺优化[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(20): 149-154.
- [5] 许效群, 赵文婷, 苗玲香, 霍乃蕊. 藜麦麸皮总皂苷的提取纯化工艺研究[J]. 食品工业科技, 2017, 38(18): 215-220.
- [6] 张梅红, 钟葵, 刘丽娅, 林伟静, 周素梅. 小麦麸皮营养与质量安全品质分析[J]. 麦类作物学报, 2012, 32(6): 1090-1095.
- [7] 向卓亚, 夏陈, 杨开俊, 刘延辉, 陈建, 朱永清, 徐国伦, 张盈娇, 林长彬, 黄巧莲. 青稞麸皮营养成分及抗氧化活性研究. 食品与机械[EB/OL]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/43.1183.TS.20190826.1658.004.html>
- [8] 马晓凤. 谷类麸皮营养成分评价及国内外开发利用现状[J]. 农牧产品开发, 1999(11): 14-15.
- [9] 薛鹏, 张威毅, 张丰香, 任贵兴. 元阳红米麸皮、精米、糙米、留胚米中营养成分及花色苷含量分析[J]. 现代食品科技, 2018, 34(3): 212-217.
- [10] 迟晓峰, 董琦, 肖远灿, 皮立, 胡凤祖. 迷果芹营养成分分析[J]. 营养学报, 2011, 33(2): 207-208.
- [11] 申元村. 柴达木盆地自然环境基本特征与农业可持续发展体系建设[J]. 干旱区资源与环境, 1998(4): 2-5.
- [12] 高蕾蕾, 李迎秋. 植物蛋白的研究进展[J]. 江苏调味副食品, 2018(4): 6-10.
- [13] 邹原东, 徐琰. 奇亚籽营养成分分析[J]. 农业科学, 2019, 9(9): 783-788.
- [14] 张振龙, 蔡春芳, 叶元士, 董娇娇, 宋霖, 孔丽. 核桃仁饼营养成分分析[J]. 饲料工业, 2013, 34(18): 38-41.
- [15] 迟晓峰, 星玉秀, 董琦, 胡凤祖. ICP-AES 法测定不同青稞中的 20 种元素含量[J]. 食品科学, 2011, 32(10): 130-132.