

玉米芯的营养成分分析

陈家明, 余稳稳, 吴晖, 吴迪頔, 赖富饶

(华南理工大学轻工与食品学院, 广东广州 510640)

摘要: 本文主要分析了甜玉米、超甜玉米、两种糯玉米煮熟前后共 8 个样品的玉米芯的营养成分。实验结果表明, 除水分外, 纤维素、淀粉是玉米芯的主要成分, 其中甜玉米芯的纤维素含量最高, 可达 0.3 g/g; 糯玉米芯淀粉含量比非糯型高 50%, 经蒸煮之后, 糊化作用导致糯玉米芯的淀粉损失率为 50%; 玉米芯的多酚含量 $\geq 1.34\%$, 而黄酮的含量最高可达到 0.05 mg/g; 8 种玉米芯的氨基酸含量基本接近, 其中以谷氨酸和脯氨酸含量最高, 蛋氨酸和络氨酸含量最低, 熟的甜玉米芯所含的氨基酸总量最高, 为 14.94 mg/g, 必需氨基酸含量占 31.88%; 玉米芯中矿物质元素丰富, Cu 含量最高, 为 5.61~24.23 mg/g, 其次则是 K 和 Mg。

关键词: 玉米芯; 营养成分; 分析

文章编号: 1673-9078(2012)9-1073-1075

Analysis of the Nutritional Components of Corn Cobs

CHEN Jia-ming, YU Wen-wen, WU Hui, WU Di-di, LAI Fu-rao

(College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In this paper, the contents of nutritional components of four kinds of commercially available corn cobs were analyzed, including yellow sweet corns, yellow with white corns, sticky white corns and purple with white sticky corns. It was found that fiber and starch were the main components of the corn cobs. Raw sweet corn cob contained the highest content of cellulose, up to 0.3 g/g. The starch in waxy corn cob was about twice higher than non-waxy type, but 50% starch was lost after gelatinization. The highest content of polyphenol was more than 1.34% while about 0.05 mg polyphenol can be acquired for only 1 g cooked corn cob. All the tested corn cob had a similar amino acid composition. Among the amino acids, the glutamic acid and proline had the highest content while methionine and tyrosine content was the lowest. In addition, the cooked sweet corn cob contained the highest content of total amino acids, up to 14.94 mg/g containing 31.88% essential amino acids. Corn cob was also rich in mineral elements, in which Cu showed the highest content (5.61~24.23 mg/g), followed by element K and Mg.

Key words: corn cob; nutritional components; analysis

玉米是世界主要粮食作物之一, 因其具有丰富的营养、甜、鲜、脆、嫩的特色而深受各阶层消费者青睐。全世界甜玉米产业在近 20 年稳步发展, 种植区域基本上遍布各大洲, 产量和面积大幅度提高。同样的, 玉米在我国分布面积积极广, 年产量高达千亿公斤, 位居世界第 2 位, 其中玉米芯产量约占 10%, 达千万吨以上^[1]。玉米芯是玉米果穗去籽脱粒后的穗轴, 一般占玉米穗重量的 20.0%~30.0%, 具有组织均匀、硬度适宜、韧性好、吸水性强、耐磨性能好等优点, 是一种可回收利用的资源。但是, 目前对于玉米的研究主要集中于其可食部分即玉米粒成分, 而对玉米芯所含物质的测定以及营养成分的研究则很少进行, 造成资源浪费。目前, 很大一部分玉米芯主要用在造纸制浆、生物制糖和家畜饲料等方面, 部分用作糠醛、木糖醇等产品的原料, 资源浪费现象严重。本研究旨在对市售四种玉米芯所含的营养成分进行了测定和分析, 以期对玉米芯资源的研究、开发和进一步利用提

供可供参考的理论基础和依据。

1 材料和方法

1.1 原料

甜玉米 1# (全黄), 超甜玉米 2# (黄白相间), 糯玉米 3# (全白), 糯玉米 4# (紫白相间): 购于广东省广州市天河区五山路长坂市场。

玉米去除籽粒后, 分成两半, 其中一半烘干后打成粉末, 过 60 目筛后密封保存, 作为生样品, 相应编号为 a; 另外一半用自来水蒸煮 30min 后烘干打成粉末, 过 60 目筛后密封保存, 储存作为熟样品, 相应编号为 b。

1.2 主要仪器与试剂

FA2204B 型电子天平, DFY-300 型 300 克摇摆式高速中药粉碎机; HHS-11-2 型电热恒温水浴锅, GZX-9140 MBE 型数显鼓风干燥箱; PHS-3C 型数显 pH 计, 40 目筛子; Spectrumlab 752S 紫外分光光度计, KDN-102F 自动定氮仪; SX2-4-10 箱式电阻炉,

收稿日期: 2012-04-09

PICO.TAG 氨基酸分析柱; KQ-250DE 型数控超声波清洗器。

无水乙醇、福林酚试剂(Folin-Ciocalteu)、AlCl₃、浓盐酸、没食子酸、无水碳酸钠、无水硫酸铜、蒸馏水(所有试剂均为分析纯)、碱性酒石酸甲、乙液-临时配制。

1.3 实验方法

水分、灰分、淀粉、蛋白质、氨基酸、脂肪、粗纤维等均按照国标的方法测定; K、Na: 参照 GB/T 5009.91-2003 的方法测定; Fe、Mg、Mn: 参照 GB/T 5009.90-2003 的方法测定; Zn: 参照 GB/T 5009.14-2003 的方法测定; Se: 参照 GB/T 5009.93-2003 的方法测定; Ca: 参照 GB/T 5009.92-2003 的方法测定; Cu: 参照 GB/T 5009.13-2003 的方法测定; 黄酮: AlCl₃ 比色法^[2]; 多酚的测定: 没食子酸比色法^[3]。

2 结果与分析

2.1 各品种玉米芯的营养成分分析

表 1 不同玉米芯中基本营养成分组成 (% , 干基)

Table 1 Contents of main nutritional components of different corn cobs

编号	水分	灰分	淀粉	粗纤维	蛋白质	粗脂肪	总酚	总黄酮
1#a	68.71	1.14	10.27	30.40	2.73	6.23	1.34	4.15
1#b	81.32	1.33	22.07	27.46	2.68	9.03	1.50	5.16
2#a	70.73	0.75	4.35	32.03	2.17	5.56	1.43	0.64
2#b	58.23	0.47	4.83	30.77	3.15	6.10	1.70	3.19
3#a	57.50	1.98	32.04	26.58	2.81	9.15	1.90	4.47
3#b	76.52	1.38	16.35	29.13	1.87	8.12	2.09	4.15
4#a	62.10	1.39	34.10	28.35	2.02	8.72	1.97	1.60
4#b	64.67	1.52	15.11	28.42	1.85	8.69	2.00	1.69

由表1可以看出,除水分以外,纤维素和淀粉是玉米芯的主要组成部分。各种玉米芯中的纤维素含量在26.58%~32.03%之间,均值为29.14%,其中超甜玉米芯的纤维素含量最高,可以达到32.03%及30.77%;而生糯和生混糯的纤维素含量则为最低的,分别为26.58%和28.35%。纤维素是目前制浆造纸工业、纺织工业和纤维化工的重要原料,同时纤维素形式的生物质能也将成为日后重要的清洁能源^[4]。据此,廉价易得且不破坏环境的玉米芯无疑将是维生素的一个重要来源。

淀粉也是玉米芯的主要组成部分之一,含量在4.35%~34.10%之间,均值为17.39%,糯玉米芯比普通玉米芯淀粉含量要高出50%左右,但是相同的品种则相差不大,如普通糯玉米芯和混合糯玉米芯的淀粉含量分别为32.04%和34.10%;而生超甜和熟超甜的淀粉含量最低,分别为4.35%和4.83%,所以淀粉含量很可能

与品种有关,不同的玉米品种,其淀粉含量是有差异的。在沸水煮的过程中受温度的影响,淀粉因发生糊化而损失较为严重,几乎达到一半以上。但是对于超甜玉米而言,损失则较少,这也可能是与其所含的淀粉种类以及糊化温度有关,有待于进一步的研究。

此外,各种玉米芯均含有黄酮和多酚类物质。多酚是一类广泛存在于植物体内的多元酚化合物,属于一种非营养性生物剂,具有抗动脉硬化、降低胆固醇、抗氧化和抗辐射等活性^[5-7],并且生玉米经沸水煮熟后,除了一般的甜玉米芯外,损失较少,能够得到较多的保留;黄酮是黄酮类物质具有保护心血管系统、抗肝脏毒性、抗炎、雌性激素样、抗菌及抗病毒、泻下和解痉作用^[8]。根据实验数据我们可以发现,煮熟后玉米芯的多酚类和黄酮类物质含量普遍提高,说明热煮有利于多酚类和黄酮类物质提取。

2.2 氨基酸组成

表 2 不同玉米芯的氨基酸组合与含量 (mg/g, 干基)

Table 2 Contents and compositions of amino acids of different corn cobs

编号	1#a	1#b	2#a	2#b	3#a	3#b	4#a	4#b
天冬氨酸	1.15	1.22	0.93	1.29	1.09	0.84	0.86	0.96
*苏氨酸	0.68	0.70	0.54	0.73	0.65	0.51	0.52	0.56
丝氨酸	0.75	0.74	0.57	0.77	0.67	0.52	0.54	0.61
谷氨酸	1.66	1.63	1.34	1.46	1.28	0.84	1.17	1.30
甘氨酸	0.80	0.87	0.68	0.67	0.57	0.43	0.67	0.80
丙氨酸	1.39	1.09	0.95	1.15	1.12	0.72	0.84	0.88
*缬氨酸	0.80	0.75	0.58	0.87	0.73	0.55	0.69	0.61
*蛋氨酸	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01	0.06	0.04
*异亮氨酸	0.48	0.49	0.39	0.58	0.49	0.35	0.39	0.41
*亮氨酸	0.96	1.05	0.81	1.08	0.89	0.66	0.73	0.87
酪氨酸	0.30	0.25	0.26	0.24	0.16	0.16	0.21	0.28
*苯丙氨酸	0.69	0.70	0.57	0.63	0.53	0.43	0.61	0.66
组氨酸	0.37	0.40	0.30	0.37	0.32	0.28	0.30	0.31
*赖氨酸	0.80	1.04	0.75	0.90	0.76	0.57	0.62	0.73
氯化铵	0.43	0.56	0.44	0.85	0.78	0.62	0.29	0.48
精氨酸	0.63	1.65	0.49	0.62	0.45	0.34	0.45	0.53
脯氨酸	1.62	1.76	1.70	1.27	1.03	0.73	1.03	1.55
总量	13.55	14.94	11.35	13.48	11.55	8.55	9.98	11.58

注: *为人体必需氨基酸。

由表 2 可知,4 种玉米芯,生、熟两种样品中均含有 17 种氨基酸,其中包括 7 种人体必需氨基酸以及其他种类的非必需氨基酸。它们的总氨基酸含量分别为生甜 13.55 mg/g、熟甜 14.94 mg/g、生超甜 11.35 mg/g、熟超甜 13.48 mg/g、生糯 11.55 mg/g、熟糯 8.55 mg/g、生混糯 9.98 mg/g、熟混糯 11.58 mg/g。在所测试的所有玉米芯品种当中,谷氨酸和脯氨酸的含量最

高,而蛋氨酸和酪氨酸的含量最低,色氨酸为缺少的必需氨基酸。在氨基酸构成方面,各种玉米芯的同种氨基酸含量基本接近,必需氨基酸含量约占33%。

2.3 矿质元素组成分析

表3 不同玉米芯的矿质元素含量 (mg/g,干基)

种类	1#a	1#b	2#a	2#b	3#a	3#b	4#a	4#b
Fe	0.13	0.03	0.04	0.02	0.16	0.03	0.04	0.05
Cu	24.23	22.46	5.61	6.56	18.33	7.01	8.40	19.08
K	2.81	1.94	2.12	1.33	6.99	4.60	4.12	3.30
Na	0.10	0.18	0.05	0.07	0.03	0.10	0.02	0.12
Ca	0.13	0.20	0.03	0.13	0.08	0.21	0.03	0.11
Mg	4.41	3.35	2.78	2.13	3.84	3.69	2.63	2.81
Zn	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
*Se	未检出	4.08	未检出	未检出	未检出	4.50	未检出	3.27

*: Se 的单位为 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

由表3可知,玉米芯中Fe、Cu、K、Na、Ca、Mg、Zn和Mn等矿质元素等含量丰富。其中Cu元素含量最高,达5.61~24.23 mg/g,其次是K和Mg,分别为1.33~6.99 mg/g和2.13~4.41 mg/g。Cu广泛存在于脊椎动物的含铜酶中,对生命和活细胞的存活至关重要,具有抗氧化和催化激素的形成和失活的作用;Mg在人体的中间代谢中至少参与300个酶反应步骤,对人体尤为重要^[9];K能调节细胞内液的渗透压、调节pH值、维持神经、肌肉的兴奋性,当K含量不足时,会引起肌肉无力症,高K饮食具有一定的降血压效果^[10]。另外,在玉米芯生样品中并未检出Se,熟样品检出的Se可能来自于自来水的污染。

3 结论

3.1 通过实验可以得知,纤维素和淀粉为玉米芯的主要组成部分,纤维素是一种天然难降解的高分子有机物,难以被人体所直接利用,但是其不仅可以作为制浆造纸的重要原材料,而且微生物菌种能够较好地对比纤维素进行分解利用,因此玉米芯在发酵中替代部分碳源是可行的。此外,玉米芯表面形状疏松,内部有较大孔隙,很适合作为吸附固定化发酵的载体使用^[11]。另外,木聚糖是优质菌种培养用原料,考虑从木聚糖含量较高的玉米芯中提取木聚糖,是提高玉米芯

可利用性的良好途径。

3.2 本研究所涉及的4种市售玉米芯中,均含有丰富的氨基酸、碳水化合物、无机盐等各种家畜生长增重所必需的营养成分,是喂家畜的好饲料,开发应用前景广阔。

3.3 在玉米消耗量庞大的我国,把玉米芯当做燃料和垃圾,都不能合理利用其资源价值,特别是以玉米种植为主要产业的贫困地区。若能研发出简便可行的以玉米芯为主要原料的家畜饲料加工方法,不仅能提高玉米芯的可利用价值,还能让玉米农多产业发展,种植业和养殖业结合,快速致富,摆脱贫困。

参考文献

- [1] 赵锐.玉米芯多糖及其硫酸酯抗凝血活性及其机制[J].吉林大学学报(医学版),2012,38(1):62-65
- [2] 何照范,张迪清.保健食品化学及其检测技术[M].北京:中国轻工业出版社,1999
- [3] 赖富饶,李臻,吴晖,等.甜玉米芯多酚的超声提取工艺优化[J].现代食品科技,2012,28(1):52-56
- [4] 陈洪章.纤维素生物技术[M].北京:化学工业出版社,2005
- [5] A P Kulkarni, S M Aradhya, S Divakar. Isolation and identification of a Radical scavenging antioxidant - Punicalagin from Pith and capillarymembran of Pomegranate fruit [J]. Food Chemistry, 2004, 87: 551-557
- [6] S S Guo, Q C Deng, J S Xiao, et al. Evaluation of Antioxidant Activity and Preventing DNA Damage Effect of Pomegranate Extracts by Chemilumin Science Method [J]. J Agric Food Chem, 2007, 55: 3134-3140
- [7] N Filomena, L B Maria, W L Sharon, et al. The influence of pomegranate fruitextract in eomParison to regular Pomegranate juice and seed oil on nitric oxide and arterial function in obese Zueker rats [J]. Nitric Oxide, 2007, 17: 50-54
- [8] 陈坚.黄酮类物质的生理功能及其合成生物学制造[C].中国食品添加剂学术报告会
- [9] Ekhard E.Ziegler,L.J.Filer, JR.现代营养学(第七版)[M].人民卫生出版社
- [10] D.Mark Hegsted.现代营养学知识(第四版)[M].北京:人民卫生出版社,1985
- [11] 赵龙,蒋雪薇.玉米芯载体固定化米根霉发酵L-乳酸工艺的研究[J].食品与机械,2012,3(61):226-239