第 14 集　　高原生物学集刊　　No. 14
1999 年 9 月　　ACTA BIOLOGICA PLATEAU SINICA　　Sep., 1999

青海高原小麦及其面粉和麸皮中的营养元素含量分析*

索有瑞　　伊甫申
（中国科学院西北高原生物研究所，西宁，810001）

摘　　要

采用 ICP－AES 分析技术测定了青海高原小麦及其面粉和麸皮中的 K、Na、Ca、Mg、Cu、Zn、Fe、Mn 和 Mo 9 种营养元素的含量。结果表明，这些营养元素主要分布在麸皮中，其含量比面粉高 2.4～7.6 倍，比小麦高 1.2～2.6 倍，小麦加工越精细，其营养成分损失越严重。麸皮作为饲料，含有丰富的矿物质和其他营养成分，有利于畜禽的生长发育。

关键词：青海高原；小麦；面粉；麸皮；营养元素

钾、钠、钙、镁、铜、锌、铁、锰、钼等是人体和动物必需的常量和微量营养元素。这些营养元素在生命活动中具有营养、生理、生化等功能（Underwood，1977；Mertz，1981）。当人和动物的食物结构不合理或饮食中缺乏某种营养元素时，就会出现缺素引起的各类疾病（王夔，1991；孔祥瑞，1982）。人体或动物所必需的营养元素主要是从食物中获取，栖息在大自然中的动物能从多样食物中获得常量和微量营养元素，避免了这些元素的不足或过量摄取。而人们食用“纯化”的食物后往往会导致因营养不平衡而引起的某些“文明病”。粮食精细加工过程中许多营养成分如氨基酸、粗脂肪、粗蛋白、维生素等的损失情况过去已有论述，而矿物质营养成分是否变化，与加工精细程度的关系未见报道。为此我们对青海高原产的小麦及其加工后的面粉和麸皮中的 9 种营养元素进行了测定，为改进小麦加工技术，改善人们食品结构提供科学依据。

材料与方法

（1）样品　　小麦、面粉和麸皮采自西宁市和 8 个县城的粮食加工厂，各 21 个样品。

（2）样品处理　　小麦样品先用玛瑙粉碎机粉碎，充分混匀后同麸皮和面粉在 80℃烘 4 小时。准确称取 1.0000g，用 HNO_3－$HClO_4$ 消解后，在 25mL 容量瓶中用去离子水定容，待测。

（3）测定方法及质量参数　　制备好的样品溶液直接用等离子体发射光谱法（ICP－

* 本文于 1997 年 9 月 16 日收到。

AES）测定K、Na、Ca、Mg、Cu、Zn、Fe、Mn和Mo 9种元素（钟汉鹏等，1991）。该方法灵敏度满足了分析要求，结果报出率为100%；10次重复测定的相对标准偏差为1.5%～5.5%；国家标准物质GBW 08503小麦粉和实际样品测定的标准回收率为94.5%～106.3%。

结果与讨论

（1）小麦、面粉和麸皮元素含量。9种元素测定结果见表1。

表1　小麦、面粉和麸皮中营养元素的含量

Table 1　The contents of nutritional elements in wheat, flour and wheat bran (mg/kg)

元素 Element	小麦 Wheat (n=21)		面粉 Flour (n=21)		麸皮 Wheat bran (n=21)	
	平均值 Mean	标准偏差 Standard deviation	平均值 Mean	标准偏差 Standard deviation	平均值 Mean	标准偏差 Standard deviation
K	4432	425.2	1943	343.6	9844	2057
Na	21.7	17.2	13.4	10.4	65.2	29.4
Ca	698.5	210.0	268.3	55.7	2024	387.8
Mg	1190	116.2	519.0	113.0	2408	456.5
Cu	4.02	0.54	1.85	1.54	9.26	2.41
Zn	19.5	10.8	20.7	17.0	50.4	9.17
Fe	40.3	12.6	26.0	16.2	88.3	19.0
Mn	38.9	9.26	15.7	4.63	93.8	12.6
Mo	2.31	0.35	1.14	0.42	4.96	0.85

（2）小麦、面粉和麸皮各元素含量的比较。9个营养元素在小麦、面粉和麸皮中的含量以麸皮最高，小麦次之，面粉最低，而且无一例外。图1直观地显示出三者之间9个元素含量变化情况。各元素在小麦、面粉和麸皮中的分布状况完全一致，只是含量高低不同。

小麦、面粉和麸皮中各元素含量相差很大。以面粉中各元素的含量为1.00，小麦和麸皮中各元素含量与面粉中各元素含量的比值列于表2。由表2知，麸皮中各元素含量比面粉中各元素含量高出2.4～7.6倍，小麦中各元素含量比面粉中各元素含量高出1.2～2.6倍。可见三者之间元素含量的差异极其显著。

表2　小麦、面粉和麸皮各元素含量的比较

Table 2　The comparison of contents of elements in wheat, flour and wheat bran

元素 Element	面粉 Flour		小麦 Wheat		麸皮 Wheat bran	
	平均值 Mean	相对值 Relative value	平均值 Mean	相对值 Relative value	平均值 Mean	相对值 Relative value
K	1943	1.00	4432	2.28	9844	5.07
Na	13.4	1.00	21.7	1.62	65.2	4.86
Ca	268.3	1.00	698.5	2.60	2024	7.55
Mg	519.0	1.00	1190	2.29	2408	4.64
Cu	1.85	1.00	4.02	2.17	9.26	5.00
Zn	20.7	1.00	24.5	1.18	50.4	2.43
Fe	26.0	1.00	40.3	1.55	88.3	3.40
Mn	15.7	1.00	38.9	2.48	93.8	5.97
Mo	1.14	1.00	2.31	2.03	4.96	4.35

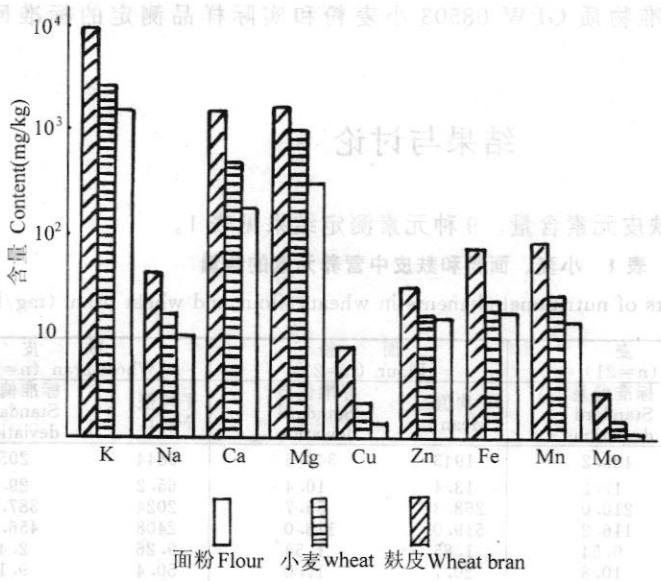

图 1　营养元素在小麦、面粉和麸皮中的分布

Fig. 1　The distribution of nutritional elements in wheat, flour and wheat bran

(3) 青海高原城乡人民的主粮是面粉，面粉也就成了矿物质营养元素的主要来源之一。由上述结果知道，粮食中的矿物质营养元素主要分布在麸糠中，因而在粮食加工过程中，其损失严重。长期食用精制面粉就会造成营养元素的缺乏，破坏体内营养元素平衡，使营养元素的吸收、代谢功能紊乱，出现一系列的病变。尤其儿童、妇女更易引起缺锌、缺钙、缺铁、缺锰等（廖清奎等，1990），继而影响儿童生长和发育，影响妇女身体健康。因此，从矿物质营养角度分析，粮食不宜加工的过于精细。

(4) 为了进一步评价小麦、面粉和麸皮中的营养成分，对粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、磷以及维生素进行了考证，结果见表 3。麸皮中的主要营养成分、维生素（除维生素 B_1 外）以及磷均比面粉和小麦高，而且有些成分高出几倍。由此知道，粮食加工精细，不仅损失大量的矿物质营养元素，而且主要营养成分的损失也非常严重。

(5) 由以上讨论得知，麸皮中富集矿物质和主要营养成分，麸皮作为饲料，长期饲喂畜禽，可调节动物营养平衡和防治缺素症（李光辉等，1990）。并由此推断，其他麸糠类饲料亦富含营养成分。

表 3　小麦、面粉和麸皮中的其他营养成分比较

Table 3　The comparison of other nutritional composition in wheat, flour and wheat bran

样品 Sample (n=9)	粗蛋白 Coarse protein (%)	粗脂肪 Coarse fat (%)	粗纤维 Coarse fiber (%)	磷 Phosphorus (%)
面粉 Flour	11.43	1.48	0.54	0.17
小麦 Wheat	11.34	1.67	2.31	0.27
麸皮 Wheat bran	14.15	3.34	5.52	0.36

样品 Sample (n=6)	泛酸 Pantothenic acid (mg/kg)	胡萝卜素 Carotene (mg/kg)	维生素 E Vitamin E (mg/kg)	维生素 B_1 Vitamin B_1 (mg/kg)	维生素 B_2 Vitamin B_2 (mg/kg)
面粉 Flour	2.34	2.24	6.57	6.27	1.12
小麦 Wheat	2.08	2.26	23.4	5.91	2.13
麸皮 Wheat bran	4.72	2.43	24.1	5.25	10.2

结　论

(1) 粮食中的矿物质营养元素钾、钠、钙、镁、铜、锌、铁、锰、钼（包括磷）主要分布在麸糠中，其含量比面粉高 2.4～7.6 倍。

(2) 与矿物质营养元素一样，粮食中的粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、维生素等营养成分在麸糠中的含量也较面粉中高。

(3) 粮食加工越精细，营养成分损失越严重，为了防治“纯化”食物导致的“文明病”，建议人们少食用精制米、面，多食用带皮粗粮和杂粮。

(4) 麸皮作为饲料，具有丰富的营养成分，有利于畜禽的生长发育，提高肉、蛋和奶的产量和质量。

参 考 文 献

孔祥瑞，1982，必需微量元素的营养、生理及临床意义，安徽科学技术出版社，28～32.

王夔主编，1991，生命科学中的微量元素（上卷），中国计量出版社，23～29.

李光辉、贺普霄，1990，畜禽微量元素性疾病，安徽科学技术出版社，24～35.

钟汉鹏、汪静铃，1991，植物组织中微量元素的 ICP－AES 法测定，光谱实验室，8 (3)：33～35.

廖清奎、郭学鹏、张美瑜，1990，小儿营养及营养性疾病，天津科学技术出版社，198～212.

Mertz, W., 1981, The essential trace elements, *Science*, 213: 1332～1338.

Underwood, E. J., 1977, Trace elements in human and animal nutrition, New york: Academic Press, 54～67.

THE CONTENTS OF NUTRITIONAL ELEMENTS OF WHEAT AND ITS FLOUR, WHEAT BRAN IN QINGHAI PLATEAU

Suo Yourui Yi Fushen

(*Northwest Plateau Institute of Biology, The Chinese Academy of Sciences, Xining*, 810001)

Abstract

The contents of nutritional elements K, Na, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn and Mo have been determined by ICP—AES in wheat, flour and wheat bran in Qinghai Plateau. The results confirmed that these nutritional elements are distributed mainly to the wheat bran, the contents of nutritional elements in the wheat bran are higher 2.4～7.6 times than that in the flour. The finer the wheat are processed, the more serious nutritional composition lose. In addition, the wheat bran contains rich mineral nutritional elements, so it is a very useful for feeding domestic animals and fowls .

Key words: Qinghai Plateau; Wheat; Flour; Wheat bran; Nutritional element