

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2024.03.016

刘婷, 林立, 周瑞泽, 等. 北京地区外卖快餐中 12 种矿质元素含量分析及初步膳食营养评估[J]. 粮油食品科技, 2024, 32(3): 148-154.

LIU T, LIN L, ZHOU R Z, et al. Analysis of 12 mineral elements in takeaway fast food in Beijing and preliminary dietary nutritional assessment[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2024, 32(3): 148-154.

# 北京地区外卖快餐中 12 种矿质元素含量分析及初步膳食营养评估

刘婷, 林立✉, 周瑞泽, 孙海波, 赵茜茜, 肖辉, 柳钧蓬, 杨雨菲

(北京市食品检验研究院(北京市食品安全监控和风险评估中心), 国家市场监督管理总局重点实验室(食品安全重大综合保障关键技术), 北京 100094)

**摘要:** 采用电感耦合等离子体质谱法, 对北京地区畅销的粥食面点、特色小吃、中式快餐、西式快餐 4 类外卖快餐 100 份样品中 12 种矿质元素的含量进行分析, 并以该元素的日推荐摄入量 and 可耐受摄入量作为评估标准, 对不同年龄人群进行初步膳食营养评估。结果表明: 样品中矿质元素含量范围较宽, 离散程度较大。全人群在各类外卖样品中, Na、I 和 Cr 的摄入量能够满足日常膳食需要, 而 Ca、Mg 和 Fe 的摄入量不足, K、Zn、Cu、Mn、Mo 和 Se 的摄入不足表现在部分人群部分样品中。12 种元素的摄入量在 4 类外卖之间存在不同程度的差异性, 粥食面点中各元素摄入量均较低, K、Ca、Mg、Zn、Fe、Se 和 Cr 的摄入量与其他 3 类表现出显著性差异。另外, 外卖快餐中还存在摄入超标情况, 不同年龄段 Zn 和 I 超标率分别为 1.1%~5.3% 和 3.6%~14.3%。结果表明: 长期外卖就餐人群应注意调整膳食结构, 均衡摄入含肉类、蔬菜类、豆类和蛋奶类的外卖食物, 适当补充各类摄入量不足的矿质元素, 同时要关注外卖快餐带来“过度营养”的健康隐患, 低龄未成年为重点关注人群。

**关键词:** 矿质元素; 含量; 摄入量; 初步膳食营养评估; 外卖快餐; 北京

中图分类号: TS201.4 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2024)03-0148-07

网络首发时间: 2024-05-10 09:21:50

网络首发地址: <https://link.cnki.net/urlid/11.3863.TS.20240509.1412.036>

## Analysis of 12 Mineral Elements in Takeaway Fast Food in Beijing and Preliminary Dietary Nutritional Assessment

LIU Ting, LIN Li✉, ZHOU Rui-zei, SUN Hai-bo, ZHAO Xi-xi, XIAO Hu, LIU Jun-peng, YANG Yu-fei

(Beijing Institute of Food Inspection (Beijing Municipal Center for Food Safety Monitoring and Risk Assessment), Key Laboratory of Key Technologies of Major Comprehensive Guarantee of Food Safety for State Market Regulation, Beijing 100094, China)

**Abstract:** In this paper, the contents of 12 mineral elements in 100 samples of four types of takeaway fast

收稿日期: 2023-12-20

基金项目: 北京市科技计划 (Z221100007122005)

Supported by: Beijing Municipal Science and Technology Project (No. Z221100007122005)

作者简介: 刘婷, 女, 1988 年出生, 硕士, 高级工程师, 研究方向为食品检测与安全。E-mail: lt2wyc@163.com

通讯作者: 林立, 女, 1977 年出生, 博士, 正高级工程师, 研究方向为食品检测与安全。E-mail: linli77422@aliyun.com

food, including porridge and noodles, special snacks, Chinese fast food and Western fast food, sold in Beijing were analyzed by ICP-MS, and the RNI and UL values of the elements were used as the assessment criteria for preliminary dietary nutritional assessment of different age groups. The results showed that the range of mineral element contents in the samples was wide and the degree of dispersion was large. The intakes of Na, I and Cr could meet the daily dietary needs of the whole population in all types of takeaway samples, while the intakes of Ca, Mg and Fe were insufficient. The insufficient intakes of K, Zn, Cu, Mn, Mo and Se were found in some of the samples of some populations. The intakes of the 12 elements showed different degrees of variability among the four types of takeaways, with lower intakes of each element in congee and noodle dishes, and K, Ca, Mg, Zn, Fe, Se and Cr showed significant differences from the other three types. The intake of each element was lower in congee and noodles, which showed significant differences with the other three categories. In addition, the intake of take-away fast food was found to be excessive, with Zn and I exceeding 1.1%~5.3% and 3.6%~14.3%, respectively, in different age groups. The results showed that the long-term take-away population should pay attention to adjusting their dietary structure, balancing the intake of take-away food containing meat, vegetables, legumes, eggs and milk, and appropriately replenishing various types of minerals with insufficient intake. At the same time the health risks of “over-nutrition” brought about by fast food takeaways should be paid attention, and the young minors were the key concern groups.

**Key words:** mineral elements; content; intake amount; preliminary dietary nutrient assessment; take-away fast food; Beijing

矿物质元素，是人体必需的七大营养素之一，对维持身体机能和健康起着重要作用，但人体自身无法合成，因此需要通过膳食得到补充<sup>[1]</sup>。矿物质元素摄入不足或过量都会不同程度的引起人体生理异常，增加患病风险<sup>[2]</sup>，为此中国营养学会制定出《中国居民膳食营养素参考摄入量》<sup>[3]</sup>（DRIs）并提出一系列矿物质元素的日推荐摄入量（RNI）、适应摄入量（AI）和可耐受摄入量（UL）的数值。目前，矿物质元素的营养风险评估已经成为国内外食品风险研究的重点领域，在蔬菜水果<sup>[1,4-6]</sup>、谷物<sup>[7]</sup>、日常居民膳食<sup>[8]</sup>中均有相关报道，为各类人群平衡膳食结构和食品产业开发等方面提供了参考依据。

目前，我国居民外卖订餐用户高达 4.9 亿人，消费额超过 20 亿，这种新型就餐模式已经成为居民日常膳食重要的组成部分，外卖快餐是否营养均衡对人体健康产生重大影响。赵心悦<sup>[9]</sup>等通过检测外卖快餐中的 B 族维生素含量发现其中维生素摄入不足且种类单一，李菁菁<sup>[10]</sup>等对北京地区中式、西式和日韩式共计 30 种畅销套餐的营养状况进行调查，发现这些套餐基本能够满足每日所需的能量，但蛋白质和脂肪的供给量偏高，微量元素不足等问题依然存在。目前关于外卖快餐中

各种矿物质元素的含量分析和膳食评估的相关研究报道较少。本文采用电感耦合等离子体质谱法（ICP-MS）对北京地区 4 类销量较高的外卖快餐样品中钾、钙、钠、镁、锰、锌、铜、铁、钼、硒、铬和碘等 12 种矿物质元素的含量进行分析，以 RNI/AI 和 UL 为评价标准，对 7~65 岁年龄段人群通过外卖快餐摄入矿物质元素的膳食情况进行营养评估，确定需要关注的元素种类和人群，为居民平衡膳食结构和科学选择外卖食品提供参考数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

钾、钙、钠、镁、锰、锌、铜、铁、钼、硒、铬、碘 单元素标准溶液（1 000 mg/L）、内标混标液（1 000 mg/L）：国家校准物质研究中心；浓硝酸（BV-III 级）：天津风船化学试剂科技有限公司；四甲基氢氧化铵（25%）：阿法埃莎化学有限公司；高纯氩气和氦气（纯度 99.999%）：北京环宇静辉京城气体有限公司。

7800 电感耦合等离子体质谱仪：安捷伦科技有限公司；TOPEX+全能型超高压微波消解仪：上海屹尧仪器科技有限公司；ME204/02 电子天

平：梅特勒-托利多仪器上海有限公司。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 样品的采集和制备

通过外卖平台选购销量优先的 4 类外卖快餐 100 份，其中粥食面点 22 份、特色小吃 24 份、中式快餐 32 份、西式快餐 22 份。外卖签收后立即制样，将整份外卖样品经过均浆后进行前处理消解，备样置于 -80 °C 冰箱保存。

### 1.2.2 矿质元素含量的测定

依据食品安全国家标准 食品中多元素的测定 (GB 5009.268—2016) 和食品中碘的测定 (GB 5009.267—2020)，采用微波消解法前处理样品，ICP-MS 法对样品的矿质元素含量进行分析，同时测定空白样品、平行样品和质控样品保证检测结果的准确性。计算公式如 (1)：

$$X_{h/l} = \frac{(c - c_0) \times v}{m \times f} \quad \text{式 (1)}$$

式中： $X_{h/l}$  为元素的含量值，h 元素 (K、Ca、Na、Mg、Mn、Zn、Cu、Fe)，mg/kg，l 元素 (Mo、Se、Cr、I)， $\mu\text{g}/\text{kg}$ ；c 为待测元素的上机浓度， $\mu\text{g}/\text{L}$ ； $c_0$  为空白样品的浓度， $\mu\text{g}/\text{L}$ ；v 为定容体积，mL；m 为样品质量，g；f 为换算系数，h 元素  $f=1\ 000$ ，l 元素  $f=1$ 。

## 1.3 数据处理

### 1.3.1 矿质元素摄入量计算

$$V_{h/l} = \frac{X_{h/l} \times I}{1000} \quad \text{式 (2)}$$

式中， $V_{h/l}$ ：元素摄入量 (h 元素，mg/d，l 元素， $\mu\text{g}/\text{d}$ )； $X_{h/l}$ ：同公式 1；I：外卖样品的日均消费量，g/d，该数据参考第五次中国总膳食研究 (FCTDS) 中的居民每日的食物消费量<sup>[11]</sup>，其中 7~10 岁 I 值为 1 332 g，11~13 和 14~17 岁两个年龄段 I 值为 1 615 g，18 岁以上各年龄段 I 值为 1 655 g。

### 1.3.2 矿质元素摄入量与 RNI/AI 和 UL 的对比分析

本文依据中国营养学会制定的 RNI/AI 值和 UL 值的标准<sup>[3]</sup>进行不同性别和年龄下摄入量与 RNI/AI 和 UL 的对比分析。其中实验数据应用 Microsoft Excel 2017 和 IBM SPSS 23 进行整理和分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 标准曲线方程、检出限和标准物质测定结果

表 1 为实验得到的标准曲线方程、检出限和标准物质测定结果，可以看到，各元素线性回归方程相关系数均大于 0.997，线性关系良好，通过测定 11 次样品空白得到各元素的检出限均符合标准要求，同时用生物成分分析标准物质圆白菜 (GBW10014) 进行 12 种矿质元素含量测定的质量控制，可以看到，各元素测量值都在标准值范围内，该实验方法能够满足检测要求。

### 2.2 矿质元素含量分析

依据实验方法计算得到全部样品的矿质元素含量，由表 2 可知，元素含量范围较宽，离散程度较大，变异系数范围为 41.32% (Na) ~98.80%

表 1 标准曲线方程、检出限和标准物质测定结果

Table 1 The results of standard curve equations, regression coefficients and measurements of standard substances

元素	线性方程	回归系数	检出限	圆白菜标准物质/(mg/kg)	
				测量值	标准值
Ca	$Y=0.073\ 3x+0.007\ 1$	0.999 2	0.551	7 054	$0.70\pm 0.02 (\times 10^4)$
Na	$Y=2.918\ 4x+0.155\ 8$	0.999 4	0.682	1.03	$1.09\pm 0.06$
Mg	$Y=1.475\ 4x+0.043\ 3$	0.998 0	0.135	2 457	$0.241\pm 0.015 (\times 10^4)$
K	$Y=1.511\ 5x+0.173\ 9$	0.999 7	0.615	15 964	$1.55\pm 0.06 (\times 10^4)$
Mn	$y=0.008\ 4x+0.002\ 4$	0.999 9	0.013 3	18.9	$18.7\pm 0.8$
Zn	$Y=0.002\ 0c+0.002\ 6$	0.999 7	0.061 5	26.5	$26\pm 2$
Cu	$Y=0.011\ 6x+0.001\ 9$	0.999 9	0.006 05	2.71	$2.7\pm 0.2$
Fe	$Y=0.011\ 8x+0.009\ 9$	0.998 7	0.128	105	$98\pm 10$
Mo	$Y=0.006\ 0x+0.000\ 19$	0.999 9	0.002 51	0.705	$0.71\pm 0.07$
Se	$Y=0.001\ 6x+0.000\ 15$	0.997 7	0.001 21	0.202	$0.20\pm 0.03$
I	$Y=0.097\ 6x+0.219\ 8$	0.999 8	0.009 25	0.243	$0.24\pm 0.03$
Cr	$Y=0.012\ 7x+0.002\ 1$	0.999 9	0.006 02	1.96	$1.8\pm 0.3$

表 2 全部样品的矿质元素含量水平

Table 2 Mineral element content levels of the samples

元素	平均值/(mg/kg)	范围/(mg/kg)	标准差	变异系数/%
Ca	140.25	26.31~792.40	119.60	85.28
Na	983.54	245.15~3 241.59	406.46	41.32
Mg	131.41	33.03~292.73	55.21	42.01
K	1 260.03	140.96~3 154.69	726.27	57.64
Mn	2.79	0.56~7.74	1.22	43.74
Zn	6.13	0.80~48.19	6.06	98.80
Cu	0.42	0.11~1.41	0.20	48.01
Fe	3.98	0.66~13.91	2.60	65.30
Mo*	76.46	8.45~234.26	42.38	55.43
Se*	43.01	0.82~180.33	34.56	80.45
I*	164.95	9.87~939.78	153.80	93.24
Cr*	30.76	4.41~120.48	19.69	64.01

注: \*平均值和范围的含量单位为 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。Note: \*Mean and range content units are  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

(Zn)。各元素的平均含量顺序依次为  $\text{K} > \text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Cu} > \text{I} > \text{Mo} > \text{Se} > \text{Cr}$ , 其中常量元素 K 和 Na 的平均含量最高分别为 1 260.03 mg/kg 和 983.54 mg/kg, 明显高于 Ca 和 Mg 的平均含量。微量元素 Zn 的平均含量最高为 6.13 mg/kg, Cr 的平均含量最低为 30.76  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

### 2.3 矿质元素摄入量分析

由表 3 可知, 全人群全部样品中各元素每日平均摄入量分别为 K 1 916 mg/d、Na 1 524 mg/d、Ca 207 mg/d、Mg 204 mg/d、Zn 9.4 mg/d、Fe 6.4 mg/d、Mn 4.2 mg/d、Cu 0.7 mg/d、I 245  $\mu\text{g}/\text{d}$ 、Mo 111  $\mu\text{g}/\text{d}$ 、Se 66.4  $\mu\text{g}/\text{d}$ 、Cr 48.5  $\mu\text{g}/\text{d}$ , 均低于 FCTDS 中的我国居民膳食营养元素的摄入量<sup>[11]</sup>

(其中, FCTDS 未评估 I 元素的摄入量), 该结果表明与居民日常家庭烹饪膳食相比, 长期食用外卖快餐可能存在矿质元素摄入不足的风险。进一步分析不同种类样品中各元素的平均摄入量, 中式快餐中 Ca、Mo 和 Mn 元素摄入量最高, 特色小吃中 Na、Fe、Se 和 Cr 元素摄入量最高, 西式快餐中 K、Zn、Mg 和 I 摄入量最高, 其中 K 和 Zn 的日平均摄入量高于 FCTDS 中的统计数据, 表明食用西式快餐有助于提高 K 和 Zn 元素的摄入, 粥食面点中各元素摄入量均较低。另外, 各元素的平均摄入量在 4 类外卖中表现出不同的显著性差异。其中, 西式快餐的 K、Mg 和 Zn 均

与中式快餐和粥食面点存在极显著性差异, Ca 和 Fe 为显著性差异, 特色小吃的 Fe、Se 和 Cr 与中式快餐和粥食面点存在极显著性差异, Mg 为显著性差异。除 Na、Cu、Mn、Mo 和 I 元素外, 粥食面点与其他 3 类均表现出不同程度的显著性差异。

表 3 全人群各类样品中的矿质元素平均摄入量及显著性差异

Table 3 Mean intake of mineral elements in all samples from the whole population

元素	每日平均摄入量/(mg/d)					
	全部 外卖	FCTDS	特色 小吃	西式 快餐	中式 快餐	粥食 面点
Ca	207	492	198	2 32 <sup>a</sup>	304	95.1 <sup>a</sup>
Na	1 524	5 302	1 731	1 462	1 462	1 443
K	1 916	2 384	1 679 <sup>A</sup>	2 899 <sup>ABC</sup>	1 597 <sup>B</sup>	1 490 <sup>C</sup>
Mg	204	345	228 <sup>ab</sup>	241 <sup>AB</sup>	177 <sup>Aa</sup>	168 <sup>ABb</sup>
Mn	4.2	6.9	4.1	4.0	4.8	3.7
Zn	9.4	11.9	9.3 <sup>a</sup>	14.8 <sup>ABa</sup>	7.8 <sup>A</sup>	5.6 <sup>B</sup>
Cu	0.7	1.9	0.7	0.7	0.6	0.6
Fe	6.4	25.6	9.1 <sup>ABa</sup>	6.7 <sup>ab</sup>	4.4 <sup>Ab</sup>	5.3 <sup>B</sup>
Se*	66.4	156	91.7 <sup>AB</sup>	81.3	51.5 <sup>A</sup>	41.0 <sup>B</sup>
Mo*	111	232	108	110	137	90.5
Cr*	48.5	330	62.6 <sup>Aa</sup>	50.3	37.0 <sup>A</sup>	44.0 <sup>a</sup>
I*	245	/	226	332	221	203

注: 用 Duncan 法进行多重比较。同行标有不同大写字母者表示组间差异极显著 ( $P < 0.01$ ); 标有不同小写字母者表示组间差异显著 ( $P < 0.05$ )。\*摄入量单位为 $\mu\text{g}/\text{d}$ 。

Note: Multiple comparisons were performed using the Duncan method. Peers labeled with different capital letters indicate highly significant differences between groups ( $P < 0.01$ ); those labeled with different lowercase letters indicate significant differences between groups ( $P < 0.05$ ). \*Intake is in  $\mu\text{g}/\text{d}$ .

### 2.4 矿质元素摄入量与 RNI/AI 的对比分析

不同年龄和性别下 RNI/AI 值存在一定差异性, 因此讨论不同年龄段人群元素的实际摄入量更有意义, 图 1 为不同年龄段常量元素 K、Ca、Na、Mg 的摄入情况。可以看到, 各年龄段各类外卖样品中, Ca 和 Mg 的摄入量均低于 RNI/AI 值, 其中 Mg 的摄入量与 RNI/AI 的比值 (后文将摄入量与 RNI/AI 的比值简称为“摄入比值”) 为 55%~95%, Ca 的摄入比值为 8%~33%, 其中 11~14 岁处于生长发育期的青少年食用粥食面点的摄入比值仅为 8%, 孙丽娟等在进行中日式米饭类连锁快餐营养调查研究的过程中发现每

份快餐的含钙量是 31~36 mg, 同样大幅低于适宜摄入量<sup>[12]</sup>, 我国居民普遍存在 Ca 摄入不足的问题<sup>[11]</sup>, 膳食总缺乏蛋奶类食物的摄入, 全人群应

关注 Ca 和 Mg 长期摄入不足可能会导致骨骼发育不良, 影响肌肉神经正常传导和细胞酶促反应等健康风险<sup>[13]</sup>。

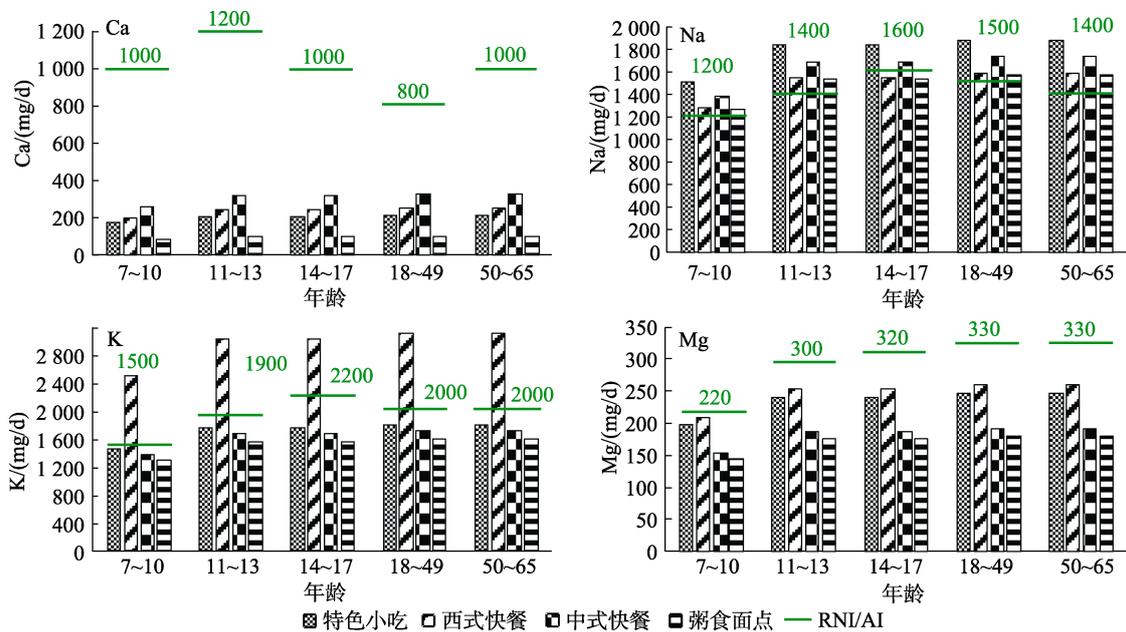


图 1 不同年龄段各类样品中常量元素的摄入量及 RNI/AI 值

Fig.1 Intake and RNI/AI values of constant elements in various samples of different age groups

由上文可知, 西式快餐中 K 含量较高, 图 1 显示该类样品各年龄段 K 的摄入比值均超过 150%, 明显高于粥食面点、特色小吃和中式快餐 K 的摄入比值 (71%~93%), 认为这与西式快餐中蔬菜、谷类和肉类的摄入量较高有关。另外, 本文各年龄段各类样品 Na 的摄入比值均大于 100%, 摄入比值范围为 104%~130%, 可以满足营养膳食的摄入需求。

进一步分析人体必需的微量元素 Cu、Fe、Mn、Zn、Mo、Se、Cr 和 I 的摄入情况。由图 2 可知, 各年龄段各类样品 I 和 Cr 的摄入量均高于 RNI/AI 值, 能够满足营养需求, 但 Mn、Mo、Se 和 Cu 4 种元素均在某些年龄段人群部分样品中出现摄入量不足的情况。其中, 粥食面点 Mn 和 Mo 的摄入量稍微不足, 最低摄入比值分别为 85% 和 95%, 同时中式快餐中 Mn 和其余 3 类样品中 Mo 的摄入量能够达到推荐值。另外, 特色小吃和西式快餐 Se 的摄入量充足, 但中式快餐和粥食面点 Se 摄入比值范围为 72%~98%。Cu 在 14 岁以上人群的各类样品中均表现出摄入量不足, 摄入比值为 77%~98%。

Zn 对生长发育和基础代谢都具有重要作用, 男性人群对于 Zn 的摄入量需求随年龄增加而增加<sup>[14]</sup>。可以看到, 男性在西式快餐中 Zn 的摄入比值为 128%~185%, 女性的摄入比值为 173%~213%。但粥食面点无法满足各年龄段人群对于 Zn 的摄入需求, 摄入比值为 48%~59%。特色小吃和中式快餐中 Zn 的摄入量接近女性人群的 RNI/AI 值, 但对于 14 岁以上男性人群 Zn 的摄入量明显不足, 摄入比值为 67%~82%。Fe 参与体内氧的运送和组织呼吸过程, 能够维持正常的造血功能, 摄入不足会导致贫血<sup>[13]</sup>, 可以看到各类样品各年龄段 Fe 的摄入量明显不足, 其中 11~50 岁之间女性人群对于 Fe 的需求量较大, 但各类样品 Fe 的摄入比值仅为 23%~53%。建议全人群, 特别是对 Fe 和 Zn 元素有较高摄入量需求的人群, 在长期外卖就餐的情况下应注意多食用肉蛋类、豆类、内脏类食物补充 Fe 和 Zn 元素, 同时需关注部分外卖快餐存在 Zn 过量摄入的风险。

## 2.5 矿质元素摄入量与 UL 值的对比分析

UL 值用于评估和干预矿质元素摄入过量的风险, 当摄入量超过 UL 值, 发生毒副作用的风

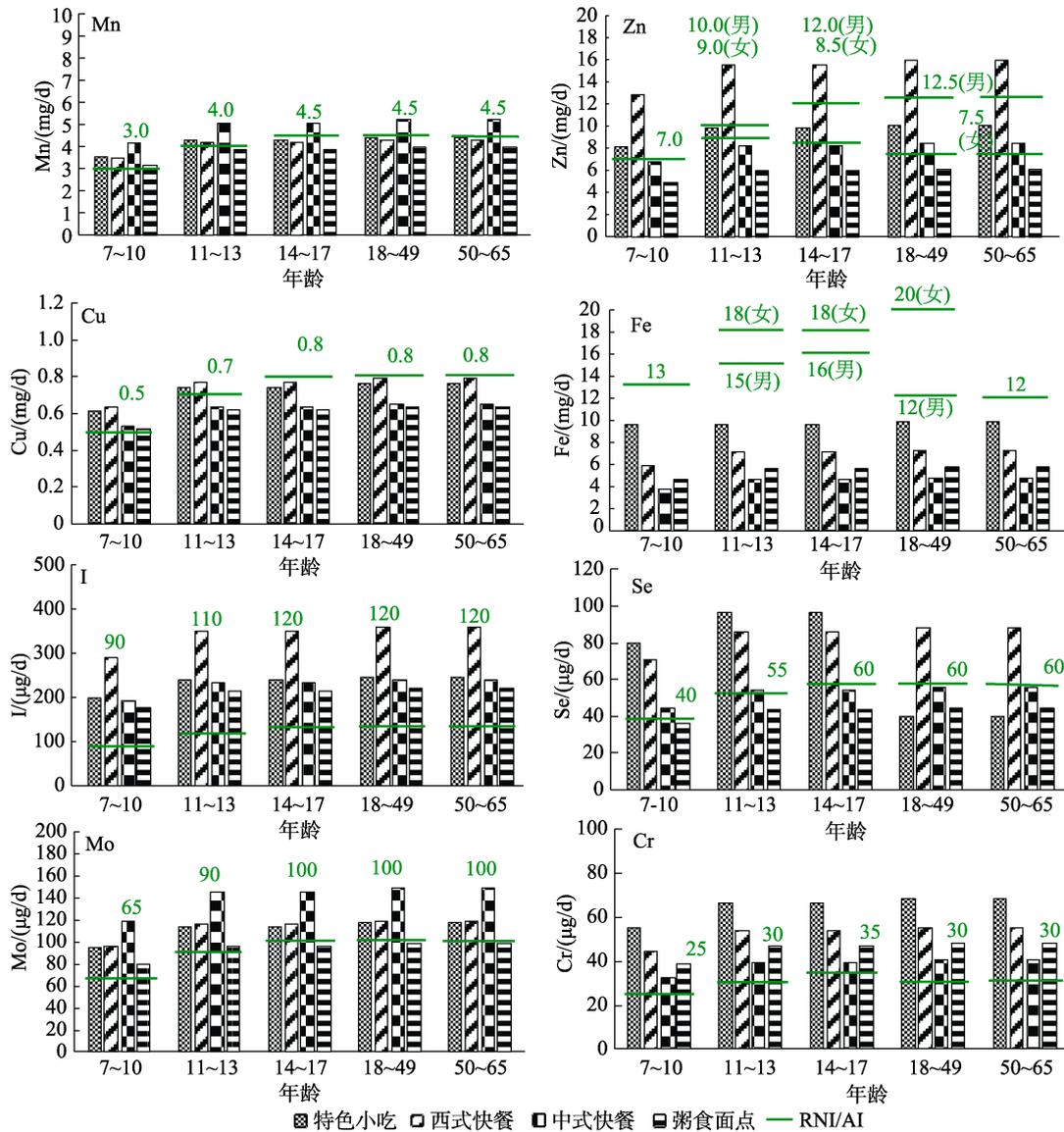


图 2 不同年龄段各类样品中微量元素的摄入量及 RNI/AI 值

Fig.2 Intake and RNI/AI values of trace elements in various samples of different age groups

表 4 不同年龄段元素的 UL 值和超标情况

Table 4 UL values and exceedances of elements for different age groups

年龄	Ca	Mn	Cu	Fe	Se*	Mo*	Zn		I*	
	UL	UL	UL	UL	UL	UL	UL	超标率/%	UL	超标率/%
7~10	2 000	5.0	4	35	200	450	19	5.3	350	14.3
11~13	2 000	8.0	6	40	300	650	28	4.3	400	14.3
14~17	2 000	10.0	7	40	350	800	0	35	500	5.4
18~49	2 000	11.0	8	40	400	900	40	1.1	600	3.6
50~65	2 000	11.0	8	40	400	900	40	1.1	600	3.6

注: UL 值单位为 mg/d, 其中\*单位为 µg/d, 超标率单位%。

Note: UL values are in mg/d, where \* is in µg/d and the exceedance rate is in %.

险增加<sup>[4]</sup>。表 4 为各元素的 UL 值及样品超标情况,

由于 Na、K、Mg 和 Cr 目前还没有制定 UL 值, 本文暂不讨论, 一般认为此类元素过量摄入的风险较低<sup>[15]</sup>。由表 4 可知, 各年龄段 Ca、Mn、Fe、Cu、Mo 和 Se 各元素的摄入量均未超过 UL 值, 不存在摄入过量的风险。Zn 和 I 元素存在超标摄入情况, 超标率随着年龄的增长下降, Zn 的超标率为 1.1~5.3%, I 的超标率为 3.6~14.3%。结合上文, 应关注长期摄入西式快餐可能导致 Zn 和 I 元素超标摄入带来的“过度营养”的健康隐患, 特别是低龄未成年人群。

### 3 结论

北京地区外卖样品中矿质元素的含量范围较

宽, 离散程度较大, 平均含量顺序依次为  $K > Na > Ca > Mg > Zn > Fe > Mn > Cu > I > Mo > Se > Cr$ , 其中常量元素  $K$  和  $Na$  的含量较高, 微量元素  $Zn$  含量最高。全人群在各类外卖中,  $Na$ 、 $I$ 、 $Cr$  的日平均摄入量能够满足膳食营养的需求, 其余各元素均存在摄入量不足的情况。 $Ca$ 、 $Fe$  和  $Mg$  元素在全人群的摄入比值均低于 100%,  $K$ 、 $Zn$ 、 $Se$ 、 $Cu$ 、 $Mn$  和  $Mo$  在部分人群部分样品中出现摄入不足, 在粥食面点中最低的摄入比值分别为 48%、59%、72%、77%、85% 和 95%。12 种元素的摄入量在 4 类外卖之间存在不同程度的差异性, 粥食面点中各元素摄入量均较低,  $K$ 、 $Ca$ 、 $Mg$ 、 $Zn$ 、 $Fe$ 、 $Se$  和  $Cr$  的摄入量与其他 3 类表现出显著性差异。建议长期外卖就餐的人群应注意调整膳食结构, 均衡摄入含肉类、蔬菜类、豆类和蛋奶类的外卖食物, 有意识地适当补充各类摄入量不足的矿物质元素。另外,  $Zn$  和  $I$  元素存在摄入量超标情况, 应重视外卖快餐带来“过度营养”的健康隐患, 特别是低龄未成年人群。建议各级政府积极响应国务院提出的《健康中国行动》和《国民营养计划》, 依照膳食指南, 引导居民不断提高健康意识, 培养科学健康的膳食习惯。

本次评估存在以下不确定性: (1) 样本量和样本种类有一定的局限性, 可能导致分析结果存在偏差。(2) 本文没有统计各类外卖快餐的实际消费量, 用 FCTDS 中居民每日的食物消费量代替实际消费量会给评估结果带来一定影响。(3) 由于  $K$ 、 $Na$ 、 $Cr$  未制定 UL 值, 未对这三种元素进行过量摄入的风险评估。

### 参考文献:

- [1] 万晓霞, 孙庆文, 陈春伶, 等. 红果参矿物质元素含量测定及膳食营养评价[J]. 现代食品, 2022, 28(23): 109-114.  
WANG X X, SUN Q W, CHEN C L, et al. Determination of mineral content and dietary nutritional evaluation of *Cyclocodon lancifolius*[J]. Modern Food, 2022, 28(23): 109-114.
- [2] 倪杨, 史玉琴, 石磊, 等. 北京地区六种主产水果矿物质元素含量分析及初步膳食风险评估[J]. 食品工业科技, 2020, 41(13): 307-314.  
NI Y, SHI Y Q, SHI L, et al. Mineral element contents of Six dominant fruits in Beijing and their dietary risk assessment[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020 41(13): 307-314.
- [3] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量(2013 版)[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [4] 匡立学, 聂继云, 李志霞, 等. 辽宁省 4 种主要水果矿物质元素含量及其膳食暴露评估[J]. 中国农业科学, 2016, 49(20): 3993-4003.  
KUANG L X, NIE J Y, LI Z X, et al. Mineral element contents of four main fruits from Liaoning province and their dietary exposure Assessment[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2016, 49(20): 3993-4003.
- [5] 位杰, 蒋媛, 林彩霞, 等. 6 个库尔勒香梨品种果实矿物质元素与品质的相关性和通径分析[J]. 食品科学, 2019, 40(4): 259-265.  
WEI J, JIANF Y, LIN C X, et al. Correlation and path analysis between fruit quality and mineral elements of 6 varieties of korla fragrant pear[J]. Food Science, 2019, 40(4): 259-265.
- [6] 朱文, 韩宝, 徐凯, 等. 房山区设施叶类蔬菜矿物质营养元素分析[J]. 现代食品, 2020(11): 172-175.  
ZHU W, HAN B, XU K, et al. Analysis of mineral nutrients elements of facility leafy vegetables in Fangshan[J]. Modern Food, 2020(11): 172-175.
- [7] 李轶, 卢岚, 李帮锐, 等. 紫米中花青素和矿物质元素的测定及评价[J]. 中国卫生检验杂志, 2022, 32(24): 2996-2971.  
LI Z, LU L, LI B R, et al. Determination and evaluation of anthocyanidins and minerals in purple rice[J]. Chinese Journal of Health Laboratory, 2022, 32(24): 2996-2971.
- [8] 贾海先, 金庆中, 沙怡梅, 等. 北京市居民钙、铁、锌、硒、铜膳食摄入状况[J]. 首都公共卫生, 2022, 16(5): 267-270.  
JIA H X, JIN Q Z, SHA Y M, et al. Status of dietary calcium, iron, zinc, selenium and copper intake among Beijing residents[J]. Capital Journal of Public Health, 2022, 16(5): 267-270.
- [9] 赵心悦, 李卓雅, 黄馨仪, 等. 高效液相色谱-紫外/荧光检测法同时测定外卖套餐中的 B 族维生素[J]. 现代预防医学, 2022, 49(6): 1104-1132.  
ZHAO X Y, LI Z Y, HUANG X Y, et al. Simultaneous determination of vitamin B in take-out meals by HPLC with UVD and FLD detection[J]. Modern Preventive Medicine, 2022, 49(6): 1104-1132.
- [10] 李菁菁, 刘静, 李东, 等. 北京地区部分快餐营养状况调查[J]. 食品工业科技, 2012, 33(3): 376-379.  
LI J J, LIU J, LI D, et al. Nutrition survey to some fast food in Beijing[J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(3): 376-379.
- [11] 吴永宁, 赵云峰, 李敬光. 第五次中国总膳食研究[M]. 北京: 科学出版社, 2018: 68, 94-117.  
WU Y N, ZHAO Y F, LI J G. The fifth china total diet study[M]. Beijing: Science Press, 2018: 68.
- [12] 孙丽娟, 屠振华, 冯霖, 等. 中日式连锁快餐米饭类产品营养调查研究[J]. 食品科技, 2012, 37(12): 50-55.  
SU L J, TU Z H, FENG L, et al. Nutrition survey to Chinese and Japanese rice recipes from fast food chain enterprise[J]. Food science and technology, 2012, 37(12): 50-55.
- [13] 张乐, 张鹏举, 周德峰, 等. 10 个葡萄品种中矿物质元素的比较分析[J]. 绿色科技, 2022, 24(23): 131-133.  
ZHANG L, ZHANG P J, ZHOU D F, et al. Comparative analysis of mineral elements in ten grape varieties[J]. Journal of green science and technology, 2022, 24(23): 131-133.
- [14] 马彦平, 石磊, 何源. 微量元素铁、锰、硼、锌、铜、钼营养与人体健康[J]. 肥料与健康, 2020, 47(5): 12-17.  
MA Y P, SHI L, HE Y. Trace elements Iron, Manganese, Boron, Zinc, Copper, Molybdenum and human health[J]. Fertilizer & Health, 2020, 47(5): 12-17.
- [15] 韩军花, 李晓瑜, 严卫星. 微量元素风险等级的划分[J]. 营养学报, 2012, 34(3): 212-219.  
HAN J H, LI X Y, YAN W X. Classification of micronutrient risk levels[J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2012, 34(3): 212-219.

备注: 本文的彩色图表可从本刊官网 (<http://lspkj.ijournal.cn>)、中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。