

风险评估

我国七省市餐馆就餐人群的谷氨酸盐摄入量评估及影响因素初探

周彦均¹,李善雅文³,雍凌²,隋海霞²,肖潇²,杨道远²,欧瞳²,陈锦瑶¹,宋雁²

(1. 四川大学华西公共卫生学院,四川大学华西第四医院,四川 成都 610041;2. 国家食品安全风险评估中心,国家卫生健康委员会食品安全风险评估重点实验室,北京 100022;
3. 山东省烟台市疾病预防控制中心,山东烟台 264003)

摘要:目的 分析我国七省市餐馆就餐人群的谷氨酸盐(均以谷氨酸计)摄入量,并评估该类人群的暴露风险。方法 采用多阶段分层与人口成比例的整群随机抽样方法,在北京、重庆、辽宁、山东、广西、江苏与陕西7个省/市随机抽取调味品,使用超高效液相色谱-串联质谱测定方法检测调味品中的谷氨酸盐含量,并根据本次餐馆调查此前获得的消费量数据,采用简单分布模型计算餐馆就餐者的谷氨酸盐摄入量。结果 鲜味剂和助鲜剂的谷氨酸盐含量最高(以谷氨酸钠计),其次为鸡精/鸡粉、除鸡精外固体复合调味品、液体复合调味品、酱油、以动物原料为基料的半固体复合调味品、香辛料、酿造配制酱等,盐及代盐品的谷氨酸盐含量最低。餐馆就餐者一餐的调味品谷氨酸盐摄入量均值为47.87 mg/kg·BW,占JECFA设定ADI的39.89%。考虑就餐者一天内在餐馆外摄入的食物,则其一天的谷氨酸盐摄入量均值为61.33 mg/kg·BW(均以谷氨酸计),占ADI的51.11%。在不同规模餐馆的就餐者中,中型餐馆的一餐谷氨酸盐摄入量最高,摄入量中位数为44.46 mg/kg·BW,其次为大型餐馆和小型餐馆,三者间就餐者的谷氨酸盐摄入量均存在统计学差异($P<0.05$),均值占ADI的比例均 $<50%$ 。在不同地区,广东省就餐者的谷氨酸盐中位摄入量最高为64.22 mg/kg·BW,北京市的中位摄入量最低为18.66 mg/kg·BW,经两两比较,除山东省和陕西省间差异无统计学意义($P>0.05$),其他省市的摄入量水平均存在差异($P<0.05$),均值占ADI的比例均 $<80%$ 。城市与县城比较,城市餐馆就餐者的摄入量显著高于县城($P<0.05$),均值占ADI的比例均 $<50%$ 。结论 我国七省市餐馆就餐者谷氨酸盐暴露风险仍处于可接受水平,但不同省市以及城市与县城的餐馆就餐者的谷氨酸盐摄入量不同。

关键词:谷氨酸盐;调味品;摄入量评估;餐馆就餐

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2023)07-1049-08

DOI:10.13590/j.cjfh.2023.07.012

A preliminary study on the assessment of glutamate intake and the impact factors of restaurant diners in seven provinces and cities in China

ZHOU Yanjun¹, LI Shanyawen³, YONG Ling², SUI Haixia², XIAO Xiao², YANG Daoyuan²,
OU Tong², CHEN Jinyao¹, SONG Yan²

(1. West China School of Public Health, West China Fourth Hospital, Sichuan University, Sichuan Chengdu 610041, China; 2. Key Laboratory of Food Safety Risk Assessment, National Health Commission of the People's Republic of China, China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100022, China; 3. Yantai Centre of Diseases Control and Prevention, Shandong Yantai 264003, China)

Abstract: Objective To assess the risk of exposure in the population in 7 provinces and cities in China, the intake of glutamates (calculated for glutamic acid) in Chinese restaurant diners was calculated and compared with the recommended intake. **Methods** A multi-stage stratified and population-proportional whole-group random sampling method was used to randomly select condiments in seven provinces/municipalities: Beijing, Chongqing, Liaoning, Shandong, Guangxi,

收稿日期:2023-03-06

基金项目:中国居民谷氨酸盐优先评估项目

作者简介:周彦均 女 硕士研究生 研究方向为营养与食品卫生 E-mail:zhou_yanjun@163.com

通信作者:宋雁 女 研究员 研究方向为食品安全风险评估 E-mail:songyan@cfsa.net.cn

陈锦瑶 女 副教授 研究方向为食品安全风险评估 E-mail:umbrellyy@163.com

宋雁和陈锦瑶为共同通信作者

Jiangsu, and Shaanxi. Ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry method was used to determine the glutamate content of collected condiments. The glutamate intake was calculated based on individual consumption and body weight data obtained during the investigation based on a simple distribution model of restaurant diners. **Results** The highest levels of glutamates were found in flavoring agents and enhancers, followed by chicken essence/chicken powder, solid compound condiments other than chicken essence, liquid compound condiments, soy sauce, semi-solid compound condiments based on animal ingredients, spices, and brewing preparation sauces, etc. The lowest levels of glutamates were found in salt and salt substitutes. The mean glutamate intake of a meal for restaurant diners was 47.87 mg/kg·BW, accounting for 39.89% of the ADI set by JECFA. The mean glutamate intake for a day was 61.33 mg/kg·BW when considering food consumed outside the restaurant during the day, accounting for 51.11% of the ADI. Among diners of different restaurant sizes, medium-sized restaurants had the highest intake of glutamates during a meal, with a median intake of 44.46 mg/kg·BW, followed by large restaurants and small restaurants, with significant differences ($P < 0.05$) observed in glutamate intake among all three groups. All mean values were $< 50\%$ of ADI. In different regions, the median intake of glutamate among diners in Guangdong Province was the highest at 64.22 mg/kg·BW, and the lowest was 18.66 mg/kg·BW in Beijing. Two-by-two comparison showed that the intake levels differed between provinces and cities ($P < 0.05$), except for Shandong Province and Shaanxi Province where the difference was not statistically significant ($P > 0.05$), and the mean values as a proportion of ADI were $< 80\%$. When comparing urban and county cities, the intake of urban restaurant diners was significantly higher than that of county cities ($P < 0.05$), and the mean values were $< 50\%$ of the ADI. **Conclusion** The level of glutamate in condiments consumed in Chinese restaurant diners is still at an acceptable level. However, the level of glutamate intake varied between different provinces and cities, and cities and counties.

Key words: Glutamates; condiments; dietary intake assessment; restaurant dining

谷氨酸盐是谷氨酸的盐类衍生物,包括谷氨酸钠、谷氨酸一钾、二谷氨酸钙、谷氨酸单铵等。因其能够产生鲜味物质,可单独或添加于多种调味品中使用以增添食物风味。研究表明,各国的调味品的使用量均逐年增长,目前全球味精(主要成分为谷氨酸钠)总产量约在350万吨/年,我国味精产量约占全球味精总产量的80%以上。2019年我国谷氨酸类产品出口量达到70万吨左右,主要销售市场为东南亚,部分销往澳洲和欧洲。相较于美国、日本、韩国、英国等国家,中国各类调味品的销售量及消费量均居首位^[1]。谷氨酸盐在我国、欧盟、美国、澳大利亚、新西兰、日本等国家和地区已被批准作为食品添加剂使用。根据我国《食品安全国家标准食品添加剂使用标准》(GB 2760—2014)规定,谷氨酸钠为按生产需要适量使用的食品添加剂,L-谷氨酸为允许使用的食品用合成香料^[2]。

对于谷氨酸盐摄入的安全性,联合国粮农组织/世界卫生组织食品添加剂联合专家委员会(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)在1973年对谷氨酸盐进行了系统的暴露风险评估,基于一项2年的小鼠喂养试验得到的未观察到有害作用的剂量水平(No observed adverse effect level, NOAEL)(6 000 mg/kg·BW),将谷氨酸盐的每日允许摄入量(Acceptable daily intake, ADI)设定为120 mg/kg·BW,并建议小于12周的婴儿食品中不添加谷氨酸盐^[3]。结合新增证据,JECFA在1987年与2005年分别又对谷氨酸盐进行了评估,

均认为为达到预期效果添加到食品中的谷氨酸盐水平不会对健康造成危害,因此不再对其ADI进行设定^[4-5]。2017年,欧洲食品安全局(European Food Safety Authority, EFSA)对谷氨酸盐重新评估后,基于一项大鼠神经发育毒性试验所得到的NOAEL(3 200 mg/kg·BW),将谷氨酸盐的ADI设定为30 mg/kg·BW^[6]。我国是谷氨酸盐的消费大国,研究表明相较于家庭用餐,餐馆用餐会摄入更多的调味品^[7-8],餐馆用餐者也会摄入更多的谷氨酸盐,故需要对该人群膳食中的谷氨酸盐摄入量水平进行评估以确保食用安全性。为此,我们在前续进行的餐馆调味品消费量调查的基础上^[9],分析与评估我国餐馆就餐人群的谷氨酸盐摄入量。

1 材料与方法

1.1 样品收集

根据我国人口比例与地域分布,分别在我国东、中、西部地区选取辽宁、山东、湖北、广东、内蒙古和青海6个省/自治区。

采用多阶段分层与人口成比例的整群随机抽样的方法,首先根据经济发展水平在选中的6个省/自治区中随机抽取2个城市区,再采用与人口成比例抽样(Probability proportionate to size, PPS)的方法,以国家统计局“统计用区划代码和城乡划分代码库”中的乡镇级单位信息为基础建立乡镇抽样框,以乡镇人口累计数作为辅助指标,采用与人口成比例的方法,随机起点,等距抽取3个乡镇/街

道,并再以 PPS 的方法在乡镇中抽取居委会。

将选中的居委会或街道中的所有超市、市场及副食店等采购点作为调查点,对其售卖的各类包装形式的调味品进行采样,包括盐及代盐制品、味精、鸡精、酱油、醋、酱及酱制品、固体复合调味料、半固体复合调味料、液体复合调味料等。每个省/自治区的采样量至少为 100 份。

对于粉状或糊状调味品在称重后再加入蒸馏水混匀制成匀浆,并记录加水量。对于液体状调味品直接计量。记录后均置于-20℃环境下保存。

1.2 检测方法

食品中谷氨酸盐的含量检测采用国家食品安全风险评估中心建立的《食品中游离 L-谷氨酸钠超高效液相色谱-串联质谱测定方法》。本方法使用的液相色谱系统(日本岛津株式会社)由系统控制器(CBM-20A)、自动进样器(SIL-30AC)、柱温室(CTO30A)和输送泵(LC-30AD)组成。三重四极杆串联质谱仪来自岛津(日本)。

本方法的检测限(Limit of detection, LOD)为 1~3 μg/kg,定量限(Limit of quantitative, LOQ)为 5~10 μg/kg。对于低于检测限的食品中谷氨酸盐含量检测值,按照 WHO 全球环境监测系统/食品污染监测与评估规划(GEMS/FOOD)第 2 次会议“食品中低水平污染物可信评鉴”中对未检出数据的处理原则,本次评估对未检出的数据赋予 1/2 的 LOD 值以进行统计^[10]。

1.3 摄入量的计算

此前展开的调味品消费量调查在北京、重庆、辽宁、山东、广东、江苏、陕西 7 个省/市中展开,共设置 14 个调查点,在每个调查点中选择 9 个不同档次的中国餐馆进行调查。结果表明,在参与调查的 172 930 名餐馆就餐者在一餐中(午餐或晚餐),酱油类调味品的中位消费量最高,为 5.18 g。复合调味料、醋与盐及代盐制品的中位消费量相对较低,分别为 3.64、3.63、3.52 g;其次为酱及酱制品、香辛料类与鲜味剂和助鲜剂,中位消费量分别为 1.78、1.54、1.33 g。料酒及制品的中位消费量最低,为 0.25 g。

在此基础上采用简单分布评估模型,计算餐馆就餐者在一餐中的(午餐或晚餐)谷氨酸盐的实际摄入量。其中,个体摄入量计算公式为:

$$Exp = \sum_{i=1}^n \frac{F_i \times C_i}{W} \times 0.8698 \div 1000$$

Exp 为某个体每日每公斤体质量谷氨酸盐的摄入量,单位为 mg/kg·BW/d;

F_i 为某个体每日第 i 种调味品的消费量,单位为 g/d;

C_i 为第 i 种调味品中谷氨酸钠的平均含量,单位为 mg/kg;

W 为某个体的体质量,单位为 kg;

0.8698 为谷氨酸钠转为谷氨酸计的折算系数; 1000 为单位换算。

在得到个体通过上述各种调味品谷氨酸盐摄入量的基础上,计算谷氨酸盐摄入量的频数分布,并计算不同规模餐馆和不同地区中人群谷氨酸盐摄入量的平均值和中位数。由于可能存在食物浪费的情况,世界自然基金会与中国科学院联合发布的《2018 中国城市餐饮食物浪费报告》,基于北京、上海、成都和拉萨 195 家餐厅为期 2 年的调查,餐馆就餐者人均每餐食物浪费率为 11.7%^[11]。这一研究结果与经济合作与发展组织(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)2014 年发布的《中国粮食损失与浪费报告》的数据相近(11%~17%),该数据主要基于 2005 年和 2013 年在北京与拉萨餐馆开展的两项调查。本次评估采用 11.7% 作为餐馆每餐调味品的消费量修正系数^[12],在此前调查所得到的餐馆就餐者调味品消费量的基础上^[9],计算餐馆就餐者的谷氨酸盐摄入量。

为了解中国居民的膳食谷氨酸盐摄入量水平,国家食品安全风险评估中心在全国范围内开展了人群调查并对现有的健康指导值进行了评估,评估结果表明相较于 EFSA 制定的 ADI, JECFA 曾经设定的 ADI 更加科学合理。因此本次餐馆就餐人群的谷氨酸盐摄入量调查选定 JECFA 曾设定的 ADI (0~120 mg/kg·BW) 进行比较。

1.4 统计学分析

使用 SPSS 26.0、R 3.5.1 和 Excel 进行数据整理、统计分析、结果可视化。符合正态分布的两组或多组数据之间的比较采用 t 检验或单因素方差分析,当满足方差齐性时,采用 Bonferroni 事后比较检验,当不满足方差相等假设时,采用 Dunnett's T3 事后检验。不符合正态分布数据间的比较采用 Kruskal-Wallis H 检验,多重两两比较采用 Wilcoxon 秩和检验。 $P < 0.05$ 时差异在统计学上显著。

2 结果

2.1 各类调味品中的谷氨酸盐含量

本次调查共收集 603 份调味品样本,包括鲜味剂和助鲜剂 28 份,鸡精/鸡粉 55 份,酱油 83 份,醋 77 份,蛋黄酱/沙拉酱 12 份,酿造配制酱 109 份,料酒 7 份,香辛料 27 份,盐及代盐品 13 份,除鸡精外固体复合调味品 51 份,液体复合调味品 76 份,以动物原料为基料的半固体复合调味品 17 份,以蔬

菜原料为基料的半固体复合调味品 42 份。

各类调味品中谷氨酸盐含量分布见表 1。鲜味剂和助鲜剂中谷氨酸盐平均含量最高,平均含量为 888 050.93 mg/kg;其次为鸡精/鸡粉和除鸡精外固体复合调味品,平均含量分别为 385 103.54 和 124 976.51 mg/kg。液体复合调味品、酱油、以动物原料为基料的半固体复合调味品、香辛料和酿造

配制酱的平均含量也相对较高,其范围在 10 000~40 000 mg/kg 之间。以蔬菜原料为基料的半固体复合调味品和料酒平均含量相对较低,分别为 7 521.54 和 2 085.06 mg/kg;醋和蛋黄酱/沙拉酱的谷氨酸盐平均含量均低于 1 000.00 mg/kg,分别为 627.03 和 502.72 mg/kg。盐及代盐品的谷氨酸盐平均含量最低,为 15.46 mg/kg。

表 1 各类调味品中的谷氨酸盐含量/(mg/kg)

Table 1 Glutamates content in various types of condiments/(mg/kg)

调味品种类	N	均值	中位数	P90	P95	P97.5	P99	最小值	最大值
鲜味剂和助鲜剂	28	888 050.93	963 500.00	998 000.00	998 000.00	998 650.00	999 460.00	527 520.00	1 000 000.00
鸡精/鸡粉	55	385 103.54	430 000.00	532 040.64	544 313.16	575 926.02	586 402.42	29 660.00	589 504.40
酱油	83	25 150.65	12 700.00	67 444.00	82 621.00	95 254.00	96 585.80	7.50	98 070.00
醋	77	627.03	56.60	1 017.80	2 717.10	4 027.47	9 734.16	0.01	14 491.00
蛋黄酱/沙拉酱	12	502.72	465.00	1 049.00	1 169.00	1 229.50	1 265.80	0.01	1 290.00
酿造配制酱	109	14 126.04	6 489.00	37 467.36	50 547.80	59 274.50	75 013.92	6.50	84 980.00
料酒	7	2 085.06	261.00	6 375.20	8 096.60	8 957.30	9 473.72	7.50	9 818.00
香辛料	27	16 877.67	2 261.00	71 706.98	83 391.87	91 953.32	101 194.33	0.01	107 355.00
盐及代盐制品	13	15.46	15.00	15.00	29.00	39.50	45.80	0.50	50.00
除鸡精外固体复合调味品	51	124 976.51	40 301.30	449 420.80	559 917.55	613 771.60	649 108.55	0.01	680 000.00
液体复合调味品	76	39 879.46	22 650.00	104 170.50	118 394.25	133 450.94	179 629.63	7.50	200 000.00
以动物原料为基料的半固体复合调味品	17	24 150.31	7 909.00	73 091.20	88 904.92	92 325.76	94 378.26	0.01	95 746.60
以蔬菜原料为基料的半固体复合调味品	42	7 521.54	662.50	14 326.82	42 410.77	49 811.49	86 855.00	0.25	112 466.10
合计	603	100 210.43	7 401.80	434 000.00	588 355.52	951 300.00	995 993.00	0.01	1 000 000.00

2.2 餐馆就餐者的谷氨酸盐摄入量

本次调查共纳入我国七省市包括城市和县城共 126 家餐馆,共分析了 174 130 名就餐者的谷氨酸盐摄入量情况,见表 2。结果表明,餐馆就餐者一餐(午餐或晚餐)归因于调味品中谷氨酸盐的每日平均摄入量为 47.87 mg/kg·BW,占 JECFA 设定 ADI 的 39.89%。

此外,与本研究共同开展的第六次中国总膳食研究结果表明,成人每日谷氨酸盐平均摄入量为 20.22 mg/kg·BW,膳食中调味品的贡献率为 83.58%(该结果尚未发表),假设餐馆就餐者每日在餐馆就餐一次(假定为午餐或晚餐),其能量摄入占每日总能量的 40%,其余两餐在家庭就餐,摄入 60% 的总能量,推算出餐馆就餐者在家就餐时归因于调味品中的谷氨酸盐的摄入量为 20.22 mg/kg·BW×

83.58%×60%=10.14 mg/kg·BW。则餐馆就餐者每日三餐归因于调味品的摄入量相当于在餐馆一餐调味品摄入量的基础上,加上家庭两餐调味品谷氨酸盐的平均摄入量。因此,餐馆就餐者每日三餐归因于调味品的谷氨酸盐的摄入量平均值为 58.01(47.87+10.14) mg/kg·BW,占 JECFA 设定 ADI 的 48.34%。

同时,第六次中国总膳食研究结果表明,除调味品外的其他食品对总膳食谷氨酸盐摄入的贡献率为 16.42%(该结果尚未发表),推算出餐馆就餐者每日归因于其他食物的谷氨酸盐摄入量为 20.22 mg/kg·BW×16.42%=3.32 mg/kg·BW。则餐馆就餐者每日三餐谷氨酸盐的总摄入量平均值为 61.33 (58.01+3.32) mg/kg·BW,占 JECFA 设定 ADI 的 51.11%。所有摄入量水平均以谷氨酸计,其分布详见表 2。

表 2 不同情景下餐馆就餐者的谷氨酸盐摄入量/(mg/kg·BW)

Table 2 Glutamates intake of restaurant diners/(mg/kg·BW)

情景	餐馆数量	人数	均值	中位数	均值/ADI(%)
餐馆调味品 ¹	126	174 130	47.87	29.46	39.89
餐馆调味品+家庭调味品 ²	126	174 130	58.01	39.60	48.34
餐馆调味品+家庭调味品+其他食品 ³	126	174 130	61.33	42.92	51.11

注:¹每天仅在餐馆就餐一次,一餐的调味品谷氨酸盐摄入量;²在情景 1 的基础上,同时考虑其在家用餐的两餐调味品摄入,一天三餐的调味品谷氨酸盐摄入量;³在情景 2 的基础上,同时考虑其他含有谷氨酸盐的食物,一天三餐的所有食品(包括调味品在内)的谷氨酸盐摄入量

2.3 不同规模餐馆中就餐者一餐归因于调味品的谷氨酸盐摄入量比较

调查餐馆以中式正餐、中式快餐和特色小吃为主,根据营业面积和餐位数划分餐馆的规模,500 m²<

营业面积≤3 000 m²且或 250 座<餐位数≤1 000 座为大型餐厅,150 m²<营业面积≤500 m²或 75 座<餐位数≤250 座为中型餐厅,营业面积≤150 m²或餐位数≤75 座为小型餐厅。本次纳入调查的小型餐馆、中型

餐馆与大型餐馆各 42 所,相应场所的调查人数分别为 29 886 人、60 226 人与 84 018 人。

中型餐馆就餐者一餐归因于调味品中谷氨酸盐的摄入量水平最高,摄入量中位数为 44.46 mg/kg·BW,均值为 55.95 mg/kg·BW。其次是大型餐馆,摄入量中位数为 27.66 mg/kg·BW,均值为 48.77 mg/kg·BW;小型餐馆最低,摄入量中位数为 18.59 mg/kg·BW,均值为 29.02 mg/kg·BW,其差异有统计学意义($P < 0.001$)。经两两比较,中型餐馆与大型、小型餐馆差异均有统计学意义,大型餐馆与小型餐馆差异有统计学意义($P < 0.05$),可认为就餐者一餐归因于调味品中谷氨酸盐的摄入量中型餐馆>大型餐馆>小型餐馆。由于平均摄入量普遍高于中位摄入量,考虑到食用谷氨酸盐的安全性采用选择更高的摄入量均值与 JECFA 设定的 ADI 进行比较。不同规模餐馆消费人群的谷氨酸盐平均摄入量水平均<50%,未超过 ADI,详见图 1。

2.4 各地区餐馆就餐者一餐中归因于调味品的谷氨酸盐摄入量比较

本次调查涵盖北京市、重庆市、广东省、山东省、江苏省、辽宁省与陕西省 7 个省/市,每个省份各纳入 18 家餐馆进行调查,相应的调查人数分别为 37 098 人、17 013 人、43 750 人、20 034 人、20 433 人、15 793 人

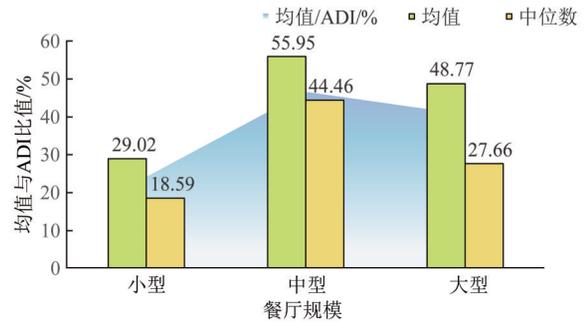


图 1 不同规模餐馆中就餐者一餐归因于调味品的谷氨酸盐摄入量比较

Figure 1 Comparison of glutamates intake attributed to condiments at a meal among diners in restaurants of different sizes

与 20 009 人。其中广东省餐馆就餐者一餐归因于调味品中谷氨酸盐的摄入量水平最高,摄入量中位数为 64.22 mg/kg·BW,均值为 63.21 mg/kg·BW。北京市的谷氨酸盐摄入量水平最低,摄入量中位数为 18.66 mg/kg·BW,均值为 25.61 mg/kg·BW。各地区餐馆就餐者一餐归因于调味品中谷氨酸盐的摄入量差异有统计学意义($P < 0.001$),经两两比较,除山东省和陕西省差异无统计学意义($P > 0.05$),其他各省市两两比较差异均有统计学意义($P < 0.05$)。各省份的谷氨酸盐平均摄入量水平均<80%,未超过 ADI,详见图 2。

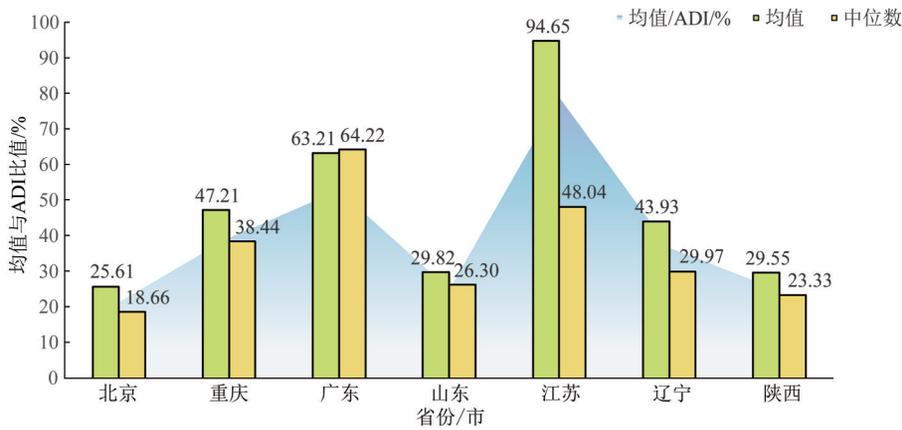


图 2 各地区餐馆就餐者一餐中归因于调味品的谷氨酸盐摄入量比较

Figure 2 Intake of glutamates attributed to condiments in one meal by restaurant diners in different region

在各省份间,广东省就餐者的总谷氨酸盐摄入量水平最高,其次为江苏省、重庆市、辽宁省、山东

省、陕西省,北京市最低。各省份各类调味品的谷氨酸盐平均摄入量如表 3 所示。

表 3 不同地区的各类调味品谷氨酸盐摄入量/(mg/kg·BW)

Table 3 Glutamates intake of each type of condiment in different regions/(mg/kg·BW)

地区	盐及代盐制品	鲜味剂和助鲜剂	醋	酱油	酱及酱制品	料酒及制品	香辛料类	复合调味料	其他调味料
北京	0.00	11.15	0.03	1.54	0.22	0.04	0.19	5.48	0.01
重庆	0.00	21.13	0.04	2.91	0.83	0.06	0.88	12.55	0.03
广东	0.00	31.11	0.03	3.66	0.43	0.10	0.78	27.78	0.33
山东	0.00	11.05	0.05	2.60	0.49	0.04	0.25	11.83	0.00
江苏	0.00	31.48	0.05	2.31	0.52	0.16	0.45	13.01	0.06
辽宁	0.00	10.84	0.05	3.59	0.76	0.08	0.36	14.05	0.24
陕西	0.00	12.87	0.04	1.38	0.97	0.03	0.64	7.08	0.32

在广东省中归因于鲜味剂和助鲜剂与复合调味料的谷氨酸盐平均摄入量最高,分别为 31.11 与 27.78 mg/kg·BW;醋的谷氨酸盐平均摄入量最低,为 0.03 mg/kg·BW。与广东省类似,江苏省与辽宁省中归因于鲜味剂和助鲜剂与复合调味料的谷氨酸盐平均摄入量最高,醋的谷氨酸盐平均摄入量最低。重庆市中归因于鲜味剂和助鲜剂与复合调味料的谷氨酸盐平均摄入量最高,分别为 21.13 与 12.55 mg/kg·BW;其他调味料的谷氨酸盐平均摄入量最低,为 0.03 mg/kg·BW。山东省与陕西省中归因于鲜味剂和助鲜剂与复合调味料的谷氨酸盐平均摄入量最高,分别为 11.83 与 11.05 mg/kg·BW、12.87 与 7.08 mg/kg·BW;料酒及制品的谷氨酸盐平均摄入量最低,分别为 0.04 与 0.03 mg/kg·BW。北京市中归因于鲜味剂和助鲜剂与复合调味料的谷氨酸盐平均摄入量最高,分别为 11.15 与 5.48 mg/kg·BW;其他调味料的谷氨酸盐平均摄入量最低,为 0.01 mg/kg·BW。

2.5 城市与县城间餐馆就餐者一餐归因于调味品的谷氨酸盐摄入量比较

本次调查在城市与县城各纳入 63 家餐馆,调查人数分别为 100 689 人与 73 441 人。根据国家统计局于 2022 年发布的《统计用区划代码和城乡划分代码编制规则》为准则,将各省份内划分为“市”的区域作为城市,划分为“县”的区域作为县城。城市餐馆就餐者一餐归因于调味品中谷氨酸盐的摄入量中位数为 31.25 mg/kg·BW,均值为 43.72 mg/kg·BW,均值占 ADI 的比例为 36.43%。县城餐馆就餐者一餐归因于调味品中谷氨酸盐的摄入量中位数为

25.25 mg/kg·BW,均值为 53.55 mg/kg·BW,均值占 ADI 的比例为 44.62%。经统计学检验,二者间的谷氨酸盐摄入量平均水平与中位水平存在统计学差异($P<0.001$)。根据中位摄入量水平,可以认为城市餐馆就餐者一餐归因于调味品中谷氨酸盐的摄入量高于县城。

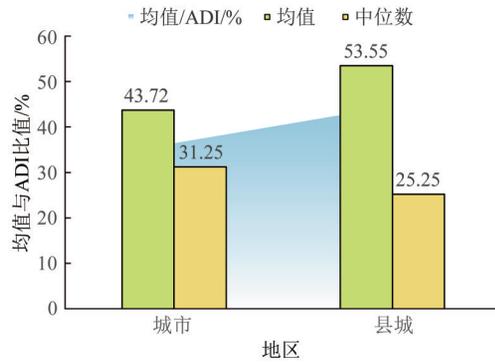


图3 城市与县城间餐馆就餐者一餐归因于调味品的谷氨酸盐摄入量比较

Figure 3 Comparison of glutamates intake attributed to condiments in a meal between urban and inter-county restaurants

2.6 餐馆就餐者一餐中调味品的总贡献率与各省份中调味品的贡献率

对于各类调味品对就餐者谷氨酸盐摄入量水平的贡献率,如图 4 所示,对于一餐中调味品的总贡献率,归因于调味品的谷氨酸盐摄入量中鲜味剂与助鲜剂的贡献率最高为 51.32%;其次为复合调味料与酱油,贡献率分别为 36.80% 与 7.75%;酱及酱制品与香辛料类的贡献率分别为 1.91% 与 1.46%;其他调味料、料酒及其制品、醋与盐及代盐制品的贡献率最低,均<0.50%,其中盐及代盐制品的贡献率为 0.00%。

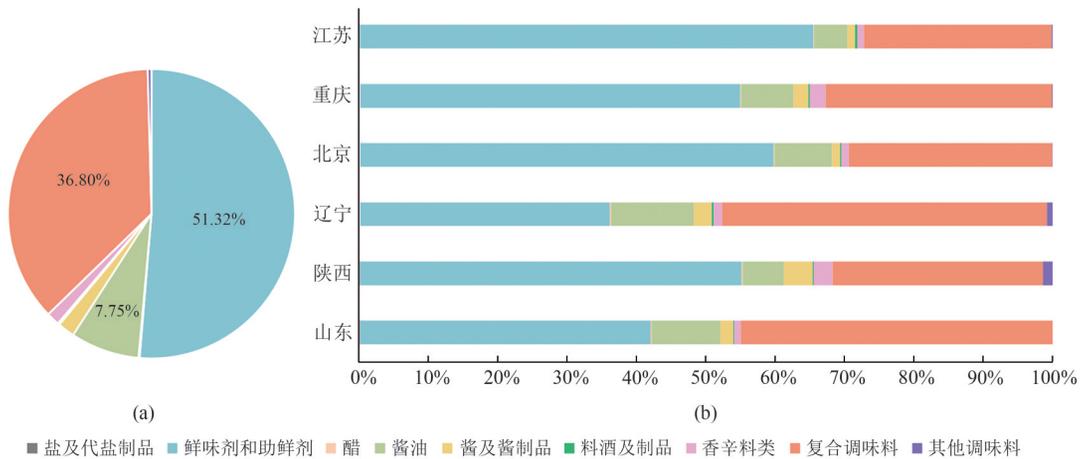


图4 餐馆就餐者一餐中调味品的总贡献率(a)和不同省份中调味品的贡献率(b)

Figure 4 Total contribution of condiments in a meal (a) and contribution of condiments in different provinces (b) among restaurant diners

与各类调味品的总贡献率一致,在不同省份间鲜味剂和助鲜剂、复合调味料、酱油与醋的贡献率

更高。鲜味剂和助鲜剂贡献率最高的省份为江苏省,贡献率为 65.52%;其次为北京市、陕西省、重庆

市、广东省与山东省,贡献率分别为 59.78%、55.16%、54.96%、48.44% 与 42.02%;在辽宁省中的贡献率最低为 36.17%。复合调味料贡献率最高的省份为辽宁省,贡献率为 46.86%;其次为山东省、广东省、重庆市、陕西省和北京市,贡献率分别为 44.97%、43.26%、32.65%、30.34% 与 29.37%;在江苏省中的贡献率最低为 27.07%。酱油贡献率最高的省份为辽宁省,贡献率为 11.96%;其次为山东省、北京市、重庆市、陕西省和广东省,贡献率分别为 9.87%、8.25%、7.57%、5.93% 与 5.70%;在江苏省中的贡献率最低为 4.82%。醋贡献率最高的省份为山东省与陕西省,贡献率均为 0.18%;其次为辽宁省、北京市、重庆市和江苏省,贡献率分别为 0.16%、0.15%、0.12% 与 0.10%;在广东省中的贡献率最低为 0.05%。可见各省份的谷氨酸盐平均摄入量水平与当地的饮食习惯存在一定关联,如江苏省餐馆中多使用鲜味剂和助鲜剂,山东省与陕西省的餐馆则多使用醋进行调味,与当地菜系的烹饪特点相对应。

3 讨论

本研究的调查地点选择北京市、重庆市、广东省、山东省、江苏省、辽宁省与陕西省 7 个省/市,涵盖了东北、华北、华东、华南、西北、西南六大区,首次检测了各类调味品中的谷氨酸盐含量水平,并首次评估了以调查地区为代表的我国餐馆就餐者的每日谷氨酸盐摄入量水平,为调味品与谷氨酸盐的管理措施与相关政策的制定提供了科学依据。

对于各类调味品的谷氨酸盐摄入量水平,若消费者一天仅在餐馆摄入一餐(午餐或晚餐),则就餐者一餐归因于调味品的谷氨酸盐摄入量均值为 47.87 mg/kg·BW,占 ADI 的比例为 39.89%。若同时考虑就餐者一天内在餐馆外摄入的食物,则预计其一日的谷氨酸盐摄入量均值为 61.33 mg/kg·BW,占 ADI 的比例为 51.11%。在不同规模餐馆的就餐者中,中型餐馆的一餐谷氨酸盐摄入量最高,摄入量中位数为 44.46 mg/kg·BW。其次为大型餐馆,小型餐馆最低,摄入量中位数分别为 44.46 和 27.66 mg/kg·BW。在其他相关研究中也观察到中型规模餐厅就餐者的调味品消费量更高的类似现象^[13-15]。

为了解其他省份的谷氨酸盐摄入量水平,在李丽等^[13]所进行的调味品消费量调查的基础上,使用本研究分析得到的调味品谷氨酸盐含量进行其他省份归因于鲜味剂和助鲜剂与酱油的谷氨酸盐摄入量水平的计算。由于缺乏详细的体质量数据,故

使用《中国居民营养与慢性病状况报告(2020年)》列出的成年男性标准体质量(69.6 kg)^[16]进行计算,同时考虑到饮食习惯的差异,根据地域分布与本次研究得到的谷氨酸盐摄入量水平进行比较。计算结果表明,黑龙江省鲜味剂和助鲜剂与酱油的谷氨酸盐平均摄入量分别为 38.28 与 1.66 mg/kg·BW,与邻近的辽宁省相比,两省间酱油的摄入量水平相近,但鲜味剂和助鲜剂的摄入量水平相差较大。四川省鲜味剂和助鲜剂与酱油的谷氨酸盐平均摄入量分别为 65.07 与 1.52 mg/kg·BW,与邻近的重庆市相比,四川省鲜味剂和助鲜剂的摄入量水平高于重庆市,但酱油的摄入量水平接近。青海省鲜味剂和助鲜剂与酱油的谷氨酸盐平均摄入量分别为 14.04 与 1.26 mg/kg·BW,与邻近的陕西省相比,两类调味品的摄入量水平近似。

综上所述,以调味品摄入量水平更高的广东、江苏和重庆的中型餐馆就餐者为代表,其谷氨酸盐摄入水平均低于 JECFA 所指定的 120 mg/kg·BW 的 ADI,说明中国餐馆就餐者的谷氨酸盐摄入量的风险仍处于可接受水平。文献分析结果表明,除青海省的谷氨酸盐平均摄入量水平与本次研究结果相近,黑龙江省与四川省的鲜味剂和助鲜剂的摄入量水平均更高。考虑到该计算结果仅来源于一项研究,且仅使用了平均体质量进行估算,故尚不能确定该计算结果是否能代表这三个省份来源于调味品的谷氨酸盐摄入量的真实水平。此外通过各类调味品的贡献率分布可以发现,各省份的谷氨酸盐平均摄入量水平与当地的饮食习惯存在一定关联,具有一定的地域分布特征。但随着在外就餐和网络订餐频次的增加,在一定程度上会增加我国人群的谷氨酸盐摄入量。此外,本研究仅在就餐者每日仅在餐馆就餐一次的情景下进行了计算,可能保守估计了餐馆就餐者的实际摄入量,就餐者的实际谷氨酸盐暴露风险可能更高,还需要更多相关研究来分析其摄入量水平。

本研究首次较大型且全面地检测了调味品中的谷氨酸盐含量,并在此前餐馆用餐者调味品消费量调查的基础上,首次计算评估了该类人群的膳食谷氨酸盐摄入量水平,为调味品管理与餐馆改革提供了科学依据。由于本研究所收集到的部分调味品数量有限,检测得到的谷氨酸盐含量可能不能很好地代表其实际含量水平,且目前的含量数据不足以对就餐者中调味品高消费人群的谷氨酸盐摄入量进行计算,后续仍需进一步研究来填补相应的数据缺口。

参考文献

- [1] GARCÍA-CASAL M N, PEÑA-ROSAS J P, MALAVÉ H G. Sauces, spices, and condiments: Definitions, potential benefits, consumption patterns, and global markets[J]. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2016, 1379(1): 3-16.
- [2] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准: GB 2760—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. National food safety standards. Standards for the use of food additives: GB 2760—2014 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2015.
- [3] JECFA. Toxicological evaluation of certain food additives with a review of general principles and of specifications: Seventeenth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Geneva, 25 June-4 July 1973 [M]. Geneva: World Health Organization, 1974.
- [4] JECFA. Evaluation of certain food additives and contaminants: Thirty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives[M]. Geneva: World Health Organization, 1987.
- [5] JECFA. Combined compendium of food additive specifications: Analytical methods, test procedures and laboratory solutions used by and referenced in food additive specifications [M]. Rome: Food & Agriculture Organization, 2005.
- [6] EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS), MORTENSEN A, AGUILAR F, et al. Re-evaluation of glutamic acid (E 620), sodium glutamate (E 621), potassium glutamate (E 622), calcium glutamate (E 623), ammonium glutamate (E 624) and magnesium glutamate (E 625) as food additives [J]. *EFSA Journal European Food Safety Authority*, 2017, 15(7): e04910.
- [7] 魏楠. 餐馆与家庭菜品中调味品及烹调油使用状况比较研究[J]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2021.
- WEI N. Comparative study on the use of condiments and cooking oil in restaurants and family dishes[J]. Beijing: Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2021.
- [8] 魏楠, 杜文雯, 欧阳一非, 等. 餐馆和家庭烹调菜品调味品及烹调油使用量的比较研究[J]. *营养学报*, 2022, 44(2): 126-131.
- WEI N, DU W W, OUYANG Y F, et al. A comparative study on the condiments and cooking oils consumption in restaurant and home cooking dishes[J]. *Acta Nutrimenta Sinica*, 2022, 44(2): 126-131.
- [9] 李善雅文, 周玉静, 雍凌, 等. 我国七省市餐馆就餐人群调味品消费量调查分析[J]. *中国食品卫生杂志*, 2021, 33(2): 215-220.
- LI S Y W, ZHOU Y J, YONG L, et al. The consumption survey of condiments for restaurant customers in 7 provinces and cities of China[J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2021, 33(2): 215-220.
- [10] GEMS/FOOD. GEMS/Food-EURO Second Workshop on Reliable Evaluation of Low-Level Contamination of Food [C]. Kulmbach, Federal Republic of Germany, 1995-05-26.
- [11] WANG L, LIU G, LIU X, et al. The weight of unfinished plate: A survey based characterization of restaurant food waste in Chinese cities[J]. *Waste Management*, 2017, 66: 3-12.
- [12] LIU G. Food Losses and Food Waste in China [J]. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, 2014, 66.
- [13] 李丽, 杜文雯, 张继国, 等. 中国6省餐馆减盐环境及含钠调味品使用情况调查[J]. *实用预防医学*, 2020, 27(6): 663-666.
- LI L, DU W W, ZHANG J G, et al. Investigation on the salt-reducing environment and the use of sodium condiments in restaurants in six provinces of China [J]. *Practical Preventive Medicine*, 2020, 27(6): 663-666.
- [14] 魏楠, 杜文雯, 张继国, 等. 6省餐馆菜品盐等调味品使用现状分析[J]. *中国食品卫生杂志*, 2021, 33(3): 337-344.
- WEI N, DU W W, ZHANG J G, et al. Analysis on the current situation of the use of salt and condiments in restaurants in 6 provinces[J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2021, 33(3): 337-344.
- [15] 颜玮, 李中坚, 朱丽萍, 等. 南昌32家餐馆畅销菜品钠含量、调味品使用及减盐相关服务调查[J]. *中国慢性病预防与控制*, 2022, 30(2): 150-154.
- YAN W, LI Z J, ZHU L P, et al. Investigation on sodium content, condiment use and salt reduction related services of best-selling dishes in 32 restaurants in Nanchang[J]. *Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases*, 2022, 30(2): 150-154.
- [16] 国家卫生健康委. 中国居民营养与慢性病状况报告(2020年)[J]. *营养学报*, 2020, 42(6): 521.
- National Health Commission of the People's Republic of China. Report on nutrition and chronic diseases of residents in China (2020)[J]. *Acta Nutrimenta Sinica*, 2020, 42(6): 521.