

# 碘缺乏病的国内外防治进展



刘 鹏

中国CDC 地方病控制中心

2021.12

# 目 录

- 一、我国碘缺乏病防治现状
- 二、我国水源性高碘危害防治现状
- 三、世界各国碘缺乏病防治进展



# 第一部分 Part I

## 我国碘缺乏病防治现状

碘鹽

# (一) 2020年碘缺乏病监测主要结果

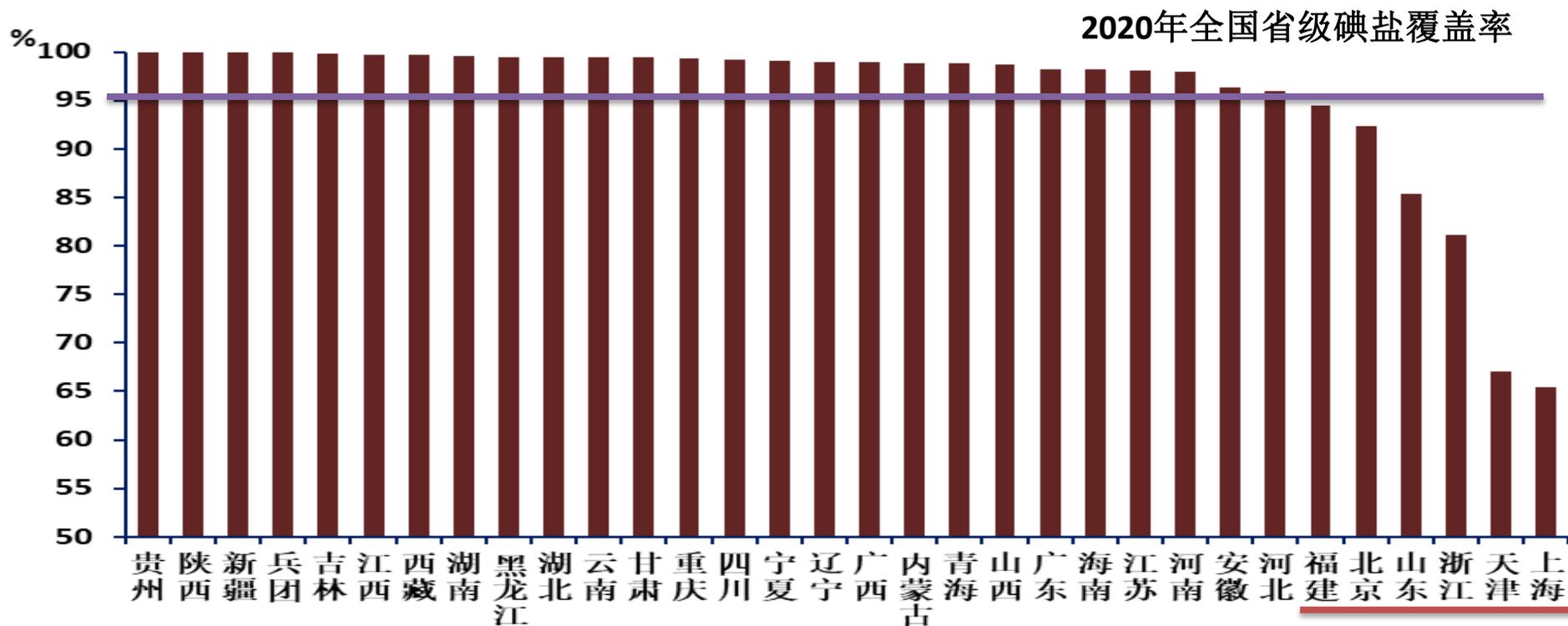
## 全国：

- 碘盐覆盖率为**95.9%**；
- 合格碘盐食用率为**92.0%**；
- 加碘盐盐碘均数为**25.0mg/kg**；
- 加碘盐盐碘变异系数为**17.2%**；
- 全国8~10岁**儿童**尿碘中位数为**221.0 $\mu$ g/L**；
- **孕妇**尿碘中位数**175.5 $\mu$ g/L**；
- 8~10岁儿童B超法**甲肿率**为**1.5%**。

所有指标均适宜

# 1. 食用碘盐情况——碘盐覆盖率

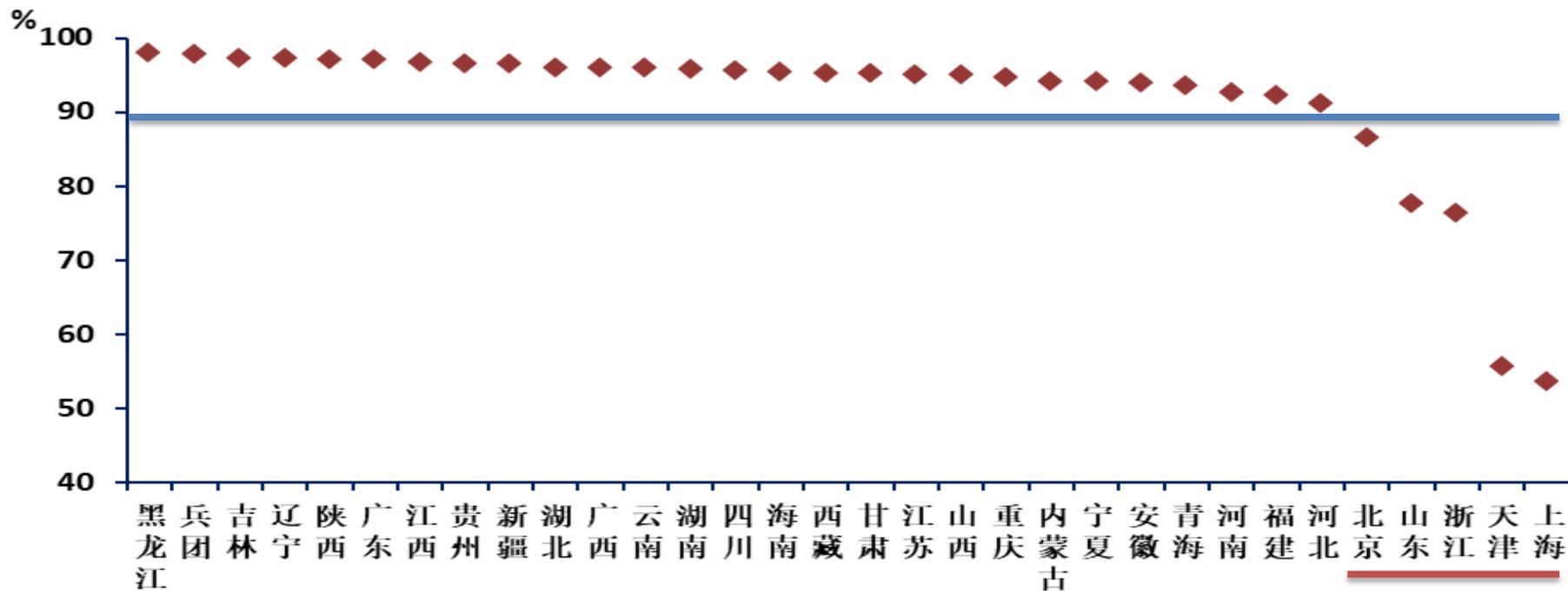
- 25个省份及兵团碘盐覆盖率大于95%。**6省份低于95%**，上海碘盐覆盖率最低，为**65.4%**。
- 县级水平上，全国2832个县中，碘盐覆盖率 $\geq 95\%$ 的县共有2539个，占总数的89.7%，**碘盐覆盖率 $< 95\%$ 的县有293个，占总数的10.3%**。



# 1. 食用碘盐结果——合格碘盐食用率

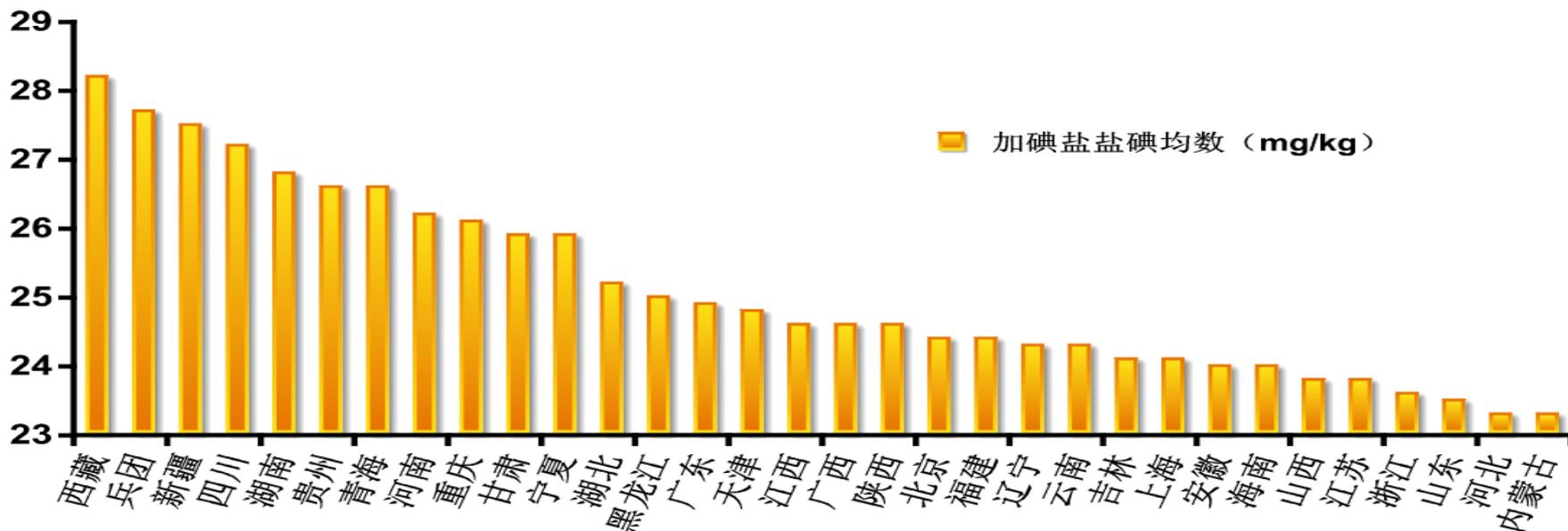
- 26个省份及兵团合格碘盐食用率达到了90%及以上。**5省份低于90%，上海合格碘盐食用率最低，为53.6%；**黑龙江和兵团最高，为97.9%。
- 县级水平上，**全国2832个县中合格碘盐食用率低于90%的县有316个，占监测总县数的11.2%，其中有99个县合格碘盐食用率低于70%。**

2020年全国省级合格碘盐食用率



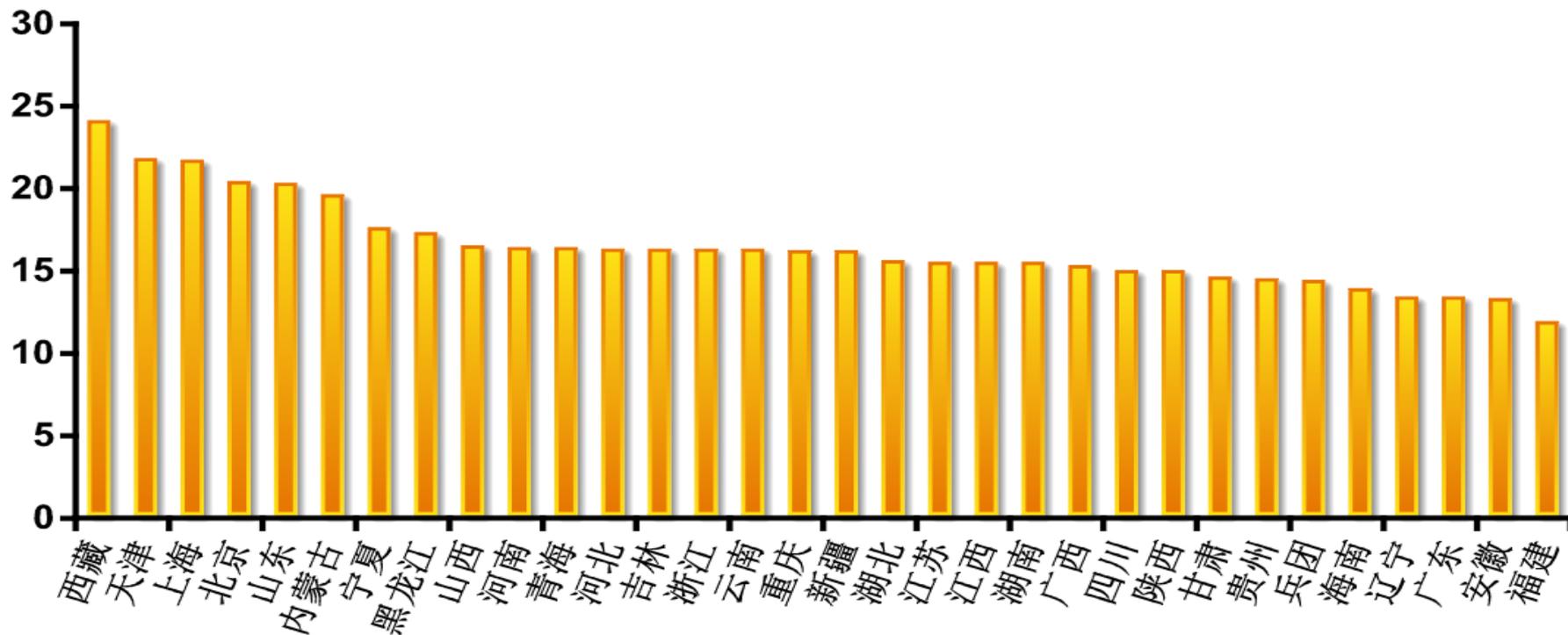
# 1.食用碘盐结果——加碘盐盐碘均数

- 西藏盐碘最高，为**28.2mg/kg**；河北和内蒙古最低，为**23.3mg/kg**。
- 选择盐碘含量为25mg/kg的省份，加碘盐盐碘均数为**24.1mg/kg**；选择30mg/kg的省份，加碘盐盐碘均数为**26.7mg/kg**；选择25mg/kg和30mg/kg的省份，加碘盐盐碘均数为**24.3mg/kg**。
- 盐碘含量小于5mg/kg（未加碘食盐）、低于合格标准碘盐、合格碘盐、高于合格标准碘盐分别占总数的2.7%、3.0%、93.7%和0.7%。



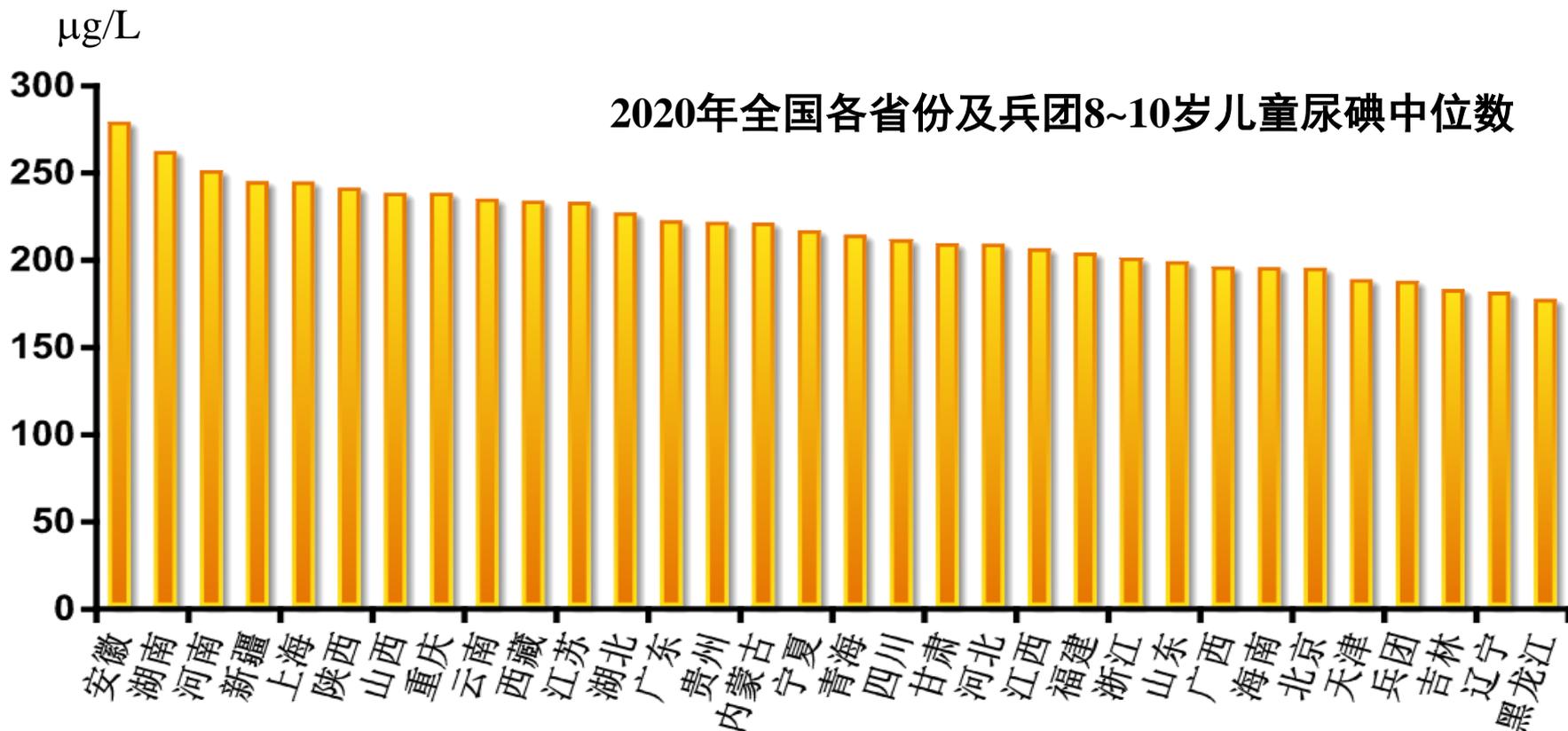
# 1. 食用碘盐结果—加碘盐盐碘变异度

- 西藏最高，为24.0%；福建最低，为11.8%。全国没有加碘盐变异系数大于30%的省份。
- 县级水平上，全国2832个县中，2808个县碘盐变异系数小于30%，占总县数的99.0%；29个县变异系数大于30%，占总县数的1.0%。

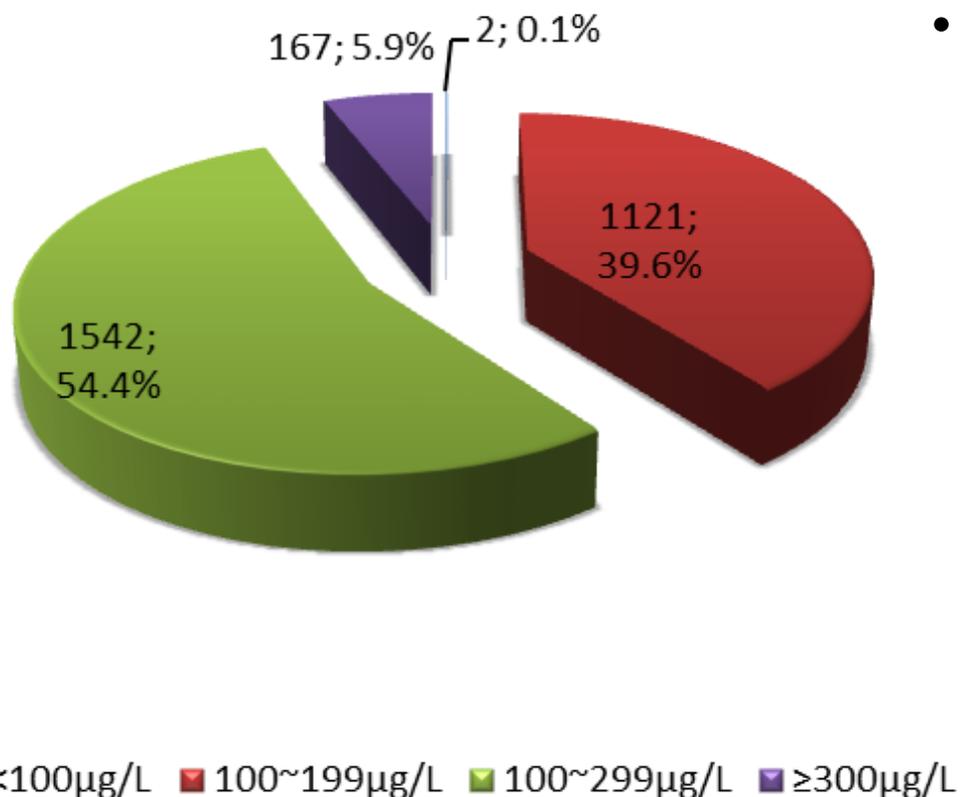


## 2. 儿童尿碘结果（省级）

- 省级水平上，31个省份和兵团儿童尿碘中位数均在100~299 $\mu\text{g/L}$ 之间，其中安徽最高，为277.9 $\mu\text{g/L}$ ，黑龙江最低，为176.3 $\mu\text{g/L}$ 。



## 2. 儿童尿碘结果（县级）

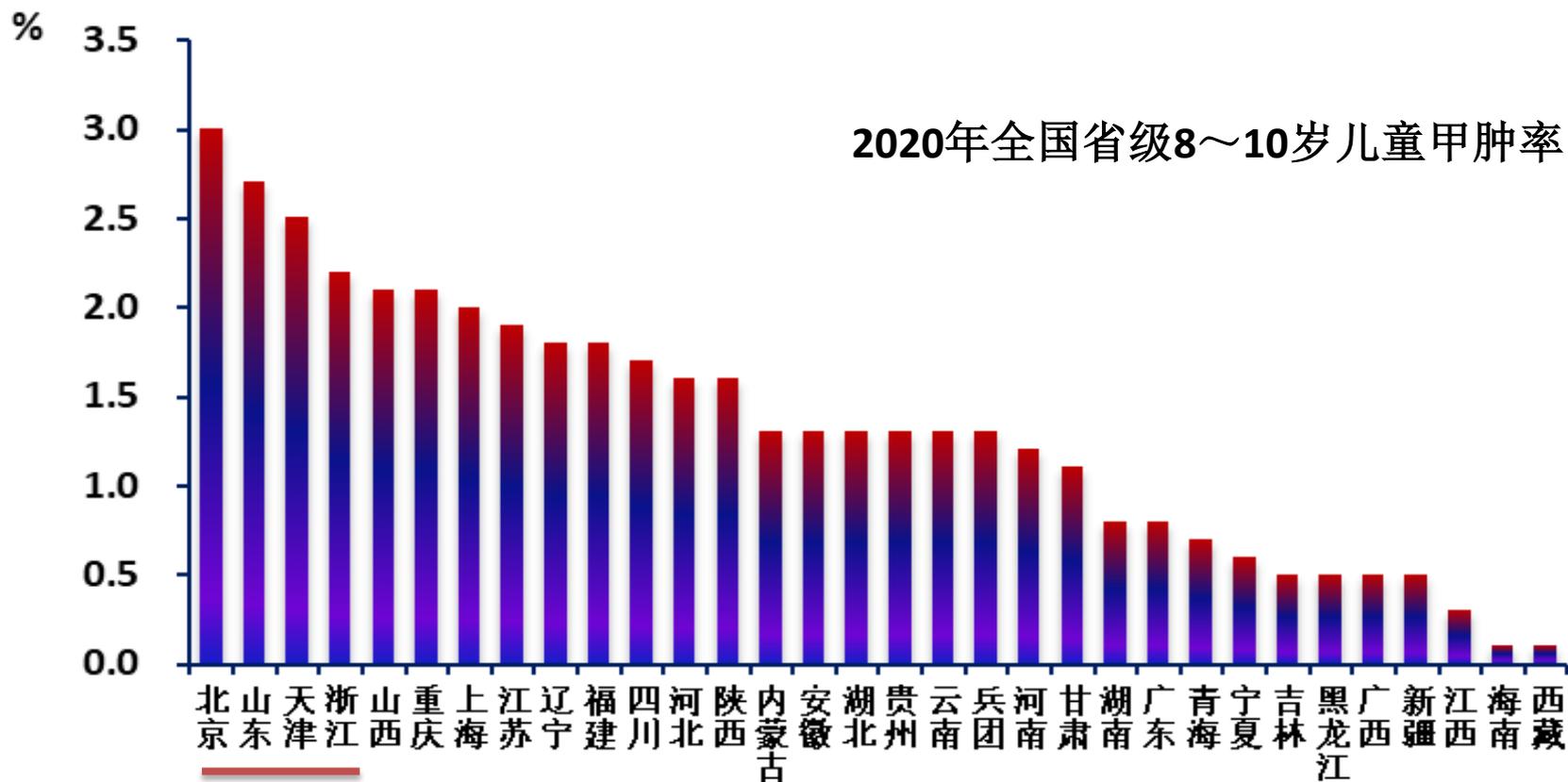


- 县级水平上，2832个县中，**2个县儿童尿碘中位数小于100μg/L**，1121个县儿童尿碘中位数处于100~199μg/L之间，1542个县儿童尿碘中位数处于200~299μg/L之间，**167个县儿童尿碘中位数大于300μg/L。**

2020年全国县级儿童尿碘分布情况

### 3. 儿童甲肿率

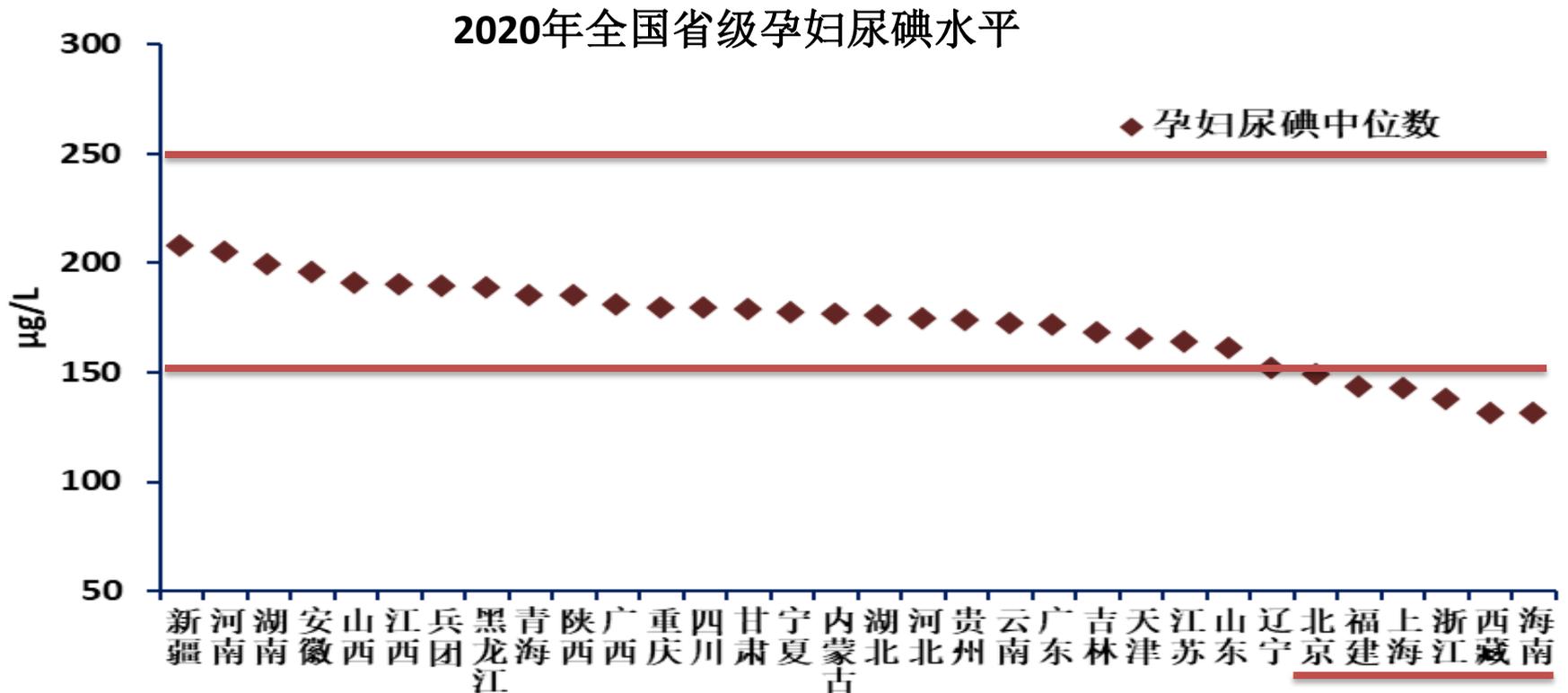
- 全国31个省份和兵团儿童甲肿率均在5%以下。
- 县级水平上，全国共检测了1444个县儿童甲状腺容积，其中**7个县儿童甲肿率超过5%**，占监测总县数的0.5%。



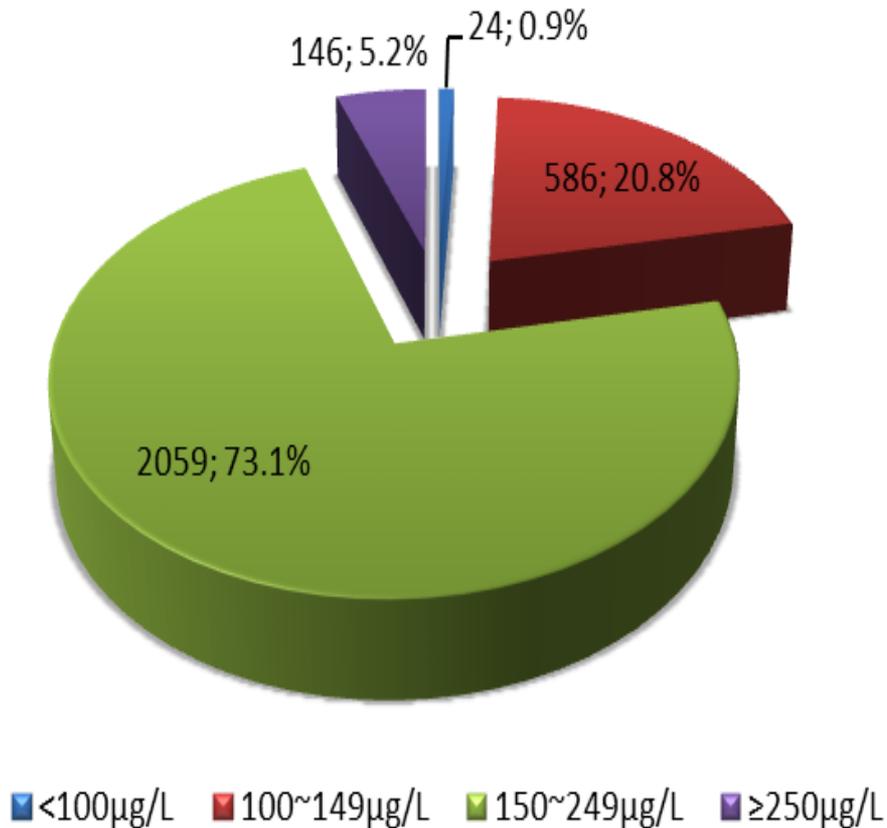
## 4. 孕妇尿碘结果（省级）

- 以省级为单位结果显示，新疆孕妇尿碘中位数最高，为207.4 $\mu\text{g/L}$ ，海南孕妇尿碘中位数最低，为131.1 $\mu\text{g/L}$ 。
- 全国有6个省份尿碘中位数介于100~149 $\mu\text{g/L}$ 之间；25个省份及兵团尿碘中位数介于150~249 $\mu\text{g/L}$ 之间。

全国175.5  $\mu\text{g/L}$



## 4. 孕妇尿碘结果（县级）



- 以县级为单位，全国2815个县中，**24个县**孕妇尿碘中位数小于100μg/L，**586个县**孕妇尿碘中位数处于100~149μg/L之间，2059个县孕妇尿碘处于150~249μg/L之间，**146个县**尿碘中位数为250~499μg/L，没有尿碘中位数大于500μg/L的县。

2020年全国县级孕妇尿碘分布情况

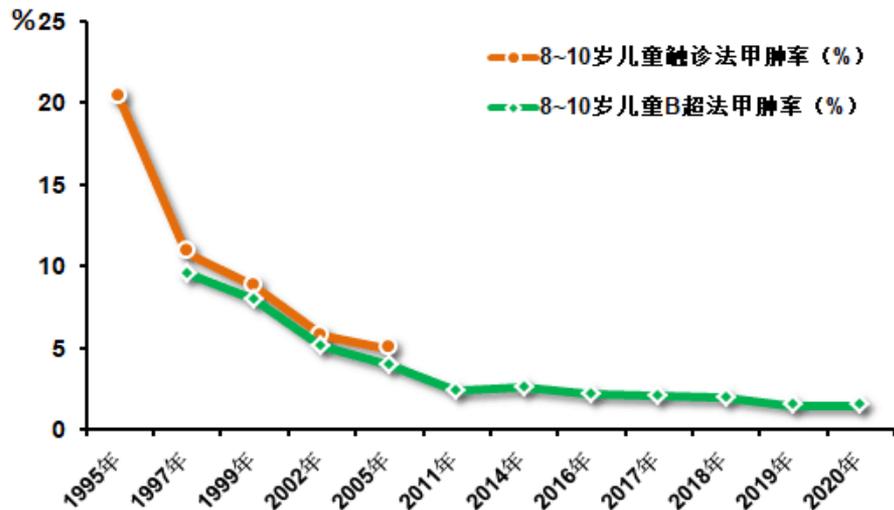
## 5. 孕妇甲状腺异常报告率

2020年，全国31个省份及兵团共收集了269174名孕妇甲状腺异常情况数据，其中3726名孕妇甲状腺异常，占总数的**1.4%**，甲状腺异常主要为甲状腺功能减低、甲状腺功能亢进、甲状腺结节等。

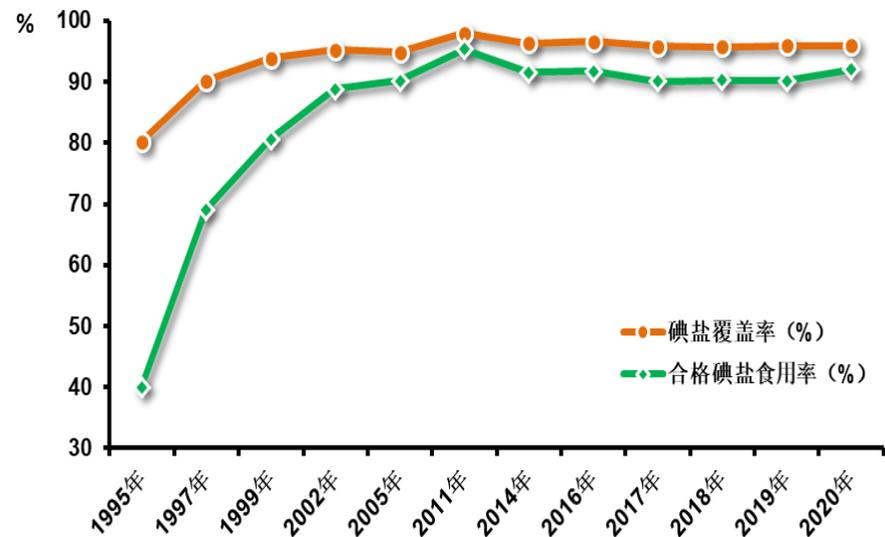
2020年全国孕妇甲状腺疾病报告率

省份	调查人数	无甲状腺异常	有甲状腺异常	比例 (%)
上海	2437	2112	325	<b>13.3</b>
浙江	9525	9083	442	4.6
北京	1630	1565	65	4.0
天津	1685	1628	57	3.4
福建	8309	8066	243	2.9
江苏	9629	9432	197	2.0
内蒙古	10092	9900	192	1.9
安徽	10230	10057	173	1.7
山东	10544	10375	169	1.6
.....	.....	.....	.....	.....
合计	269174	265448	3726	1.4

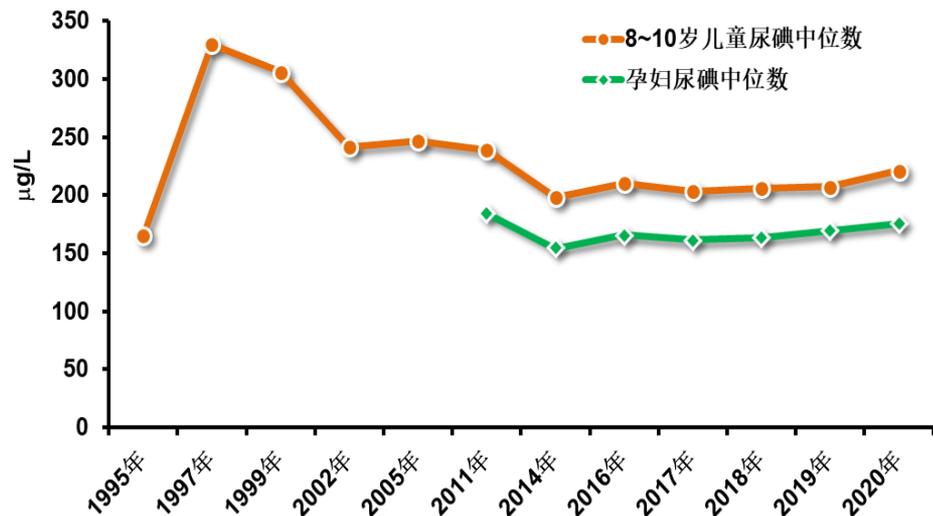
## (二) 结论



1995-2020年中国8~10岁儿童甲肿率



1995-2020年中国碘盐覆盖率和合格碘盐食用率



1995-2020年中国8~10岁儿童、孕妇尿碘水平

结合2005、2011、2014、2016、2017、2018和2019年的监测结果，我国自2005年以来始终处于持续消除碘缺乏病状态。

## 第二部分 Part II

我国水源性高碘危害防治现状

碘鹽

## (一) 2020年高碘监测主要结果

### 全国：

- 水碘中位数为**96.5  $\mu\text{g/L}$** ；
- 儿童原高碘地区未加碘盐食用率为**81.3%**；
- 儿童新发现高碘地区未加碘盐食用率为**46.1%**；
- 孕妇未加碘盐食用率为**66.9%**；
- 8~10岁儿童尿碘中位数为**292.6 $\mu\text{g/L}$** ；
- **孕妇**尿碘中位数**216.3 $\mu\text{g/L}$** ；
- 8~10岁儿童B超法**甲肿率**为**2.1%**。

未加碘食盐食用率偏低

# 1. 生活饮用水水碘含量

- 全国共**1198**个监测点，总水碘中位数为**96.5**μg/L，其中**581**个监测点水碘在100μg/L以上，所占比例为**48.5%**。
- 在开展监测的**11**个省份中，**河北、山西、安徽、河南**和**湖南**的水碘中位数在100μg/L以上。

## 2. 未加碘食盐食用情况——儿童

- 原高碘地区未加碘食盐率为**81.3%**，新发现的高碘地区未加碘食盐率为**46.1%**。
- 从县级水平看，全部**186**个监测县中有**88**个县未加碘食盐率低于**90%**。

# 全国原高碘地区与新发现高碘地区儿童家中未加碘食盐监测结果

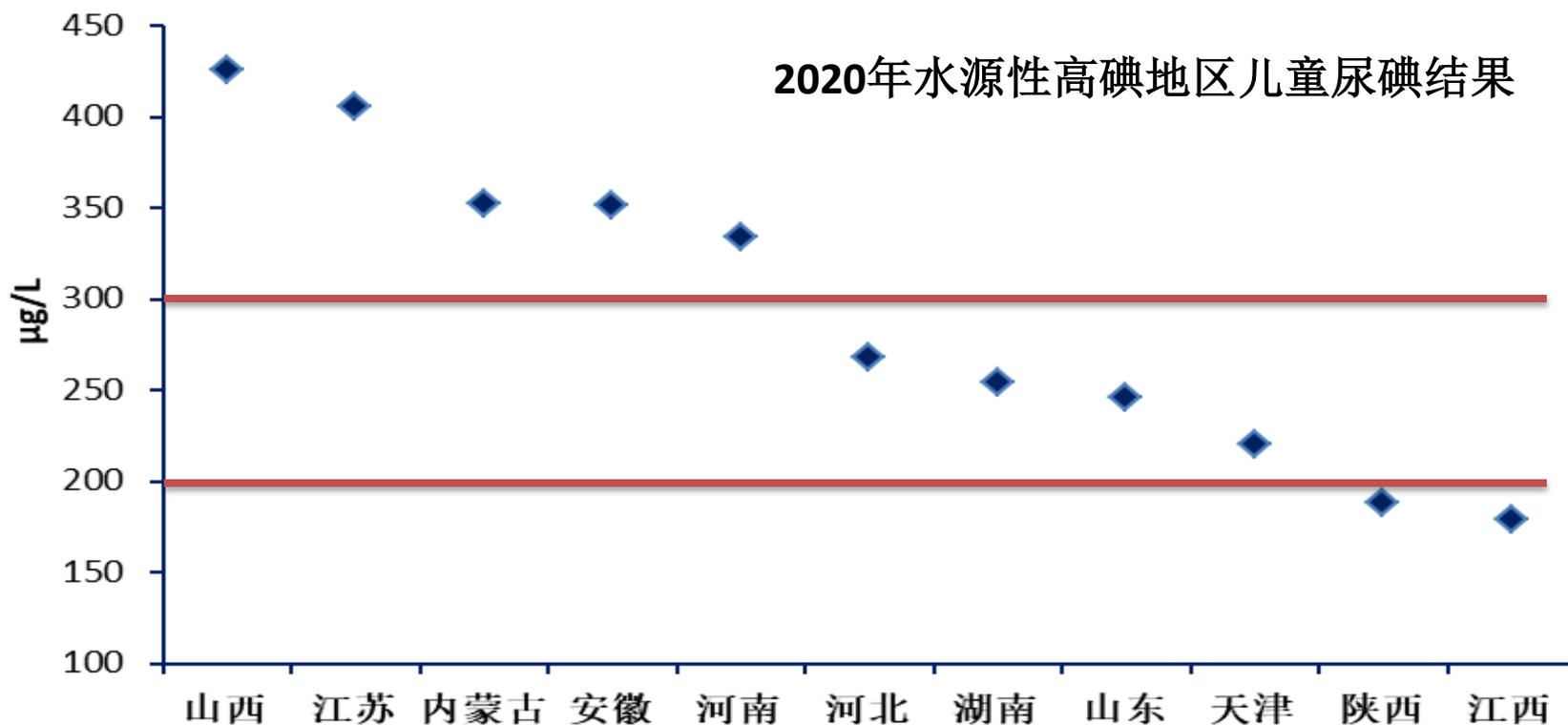
省份	总县数	原高碘地区监测				新发现高碘地区监测			
		县数	实际检测份数	未加碘食盐份数	未加碘食盐率(%)	县数	实际检测份数	未加碘食盐份数	未加碘食盐率(%)
天津	5	1	182	110	60.4	5	752	270	35.9
河北	37	28	5037	3772	74.9	12	1571	834	53.1
山西	12	9	1095	762	69.6	9	609	310	50.9
内蒙古	2	—	—	—	—	2	399	0	0.0
江苏	6	5	1120	1109	99.0	3	245	232	94.7
安徽	26	11	1724	1000	58.0	19	2702	801	29.6
江西	1	—	—	—	—	1	61	0	0.0
山东	45	42	6914	5896	85.3	18	2004	1369	68.3
河南	49	19	2843	2706	95.2	38	6098	2983	48.9
湖南	2	—	—	—	—	2	316	0	0.0
陕西	1	1	233	217	93.1	—	—	—	—
合计	186	116	19148	15572	<b>81.3</b>	109	14757	6799	<b>46.1</b>

## 2. 未加碘食盐食用情况——孕妇

- 未加碘食盐率为**66.9%**。
- 省级，**江苏**和**山东**未加碘食盐率较高，分别为**96.5%**和**88.9%**，其他省份未加碘食盐率均在80%以下。
- 县级，177个县中有**90**个县未加碘食盐率在90%以下，占监测县总数的**50.8%**。

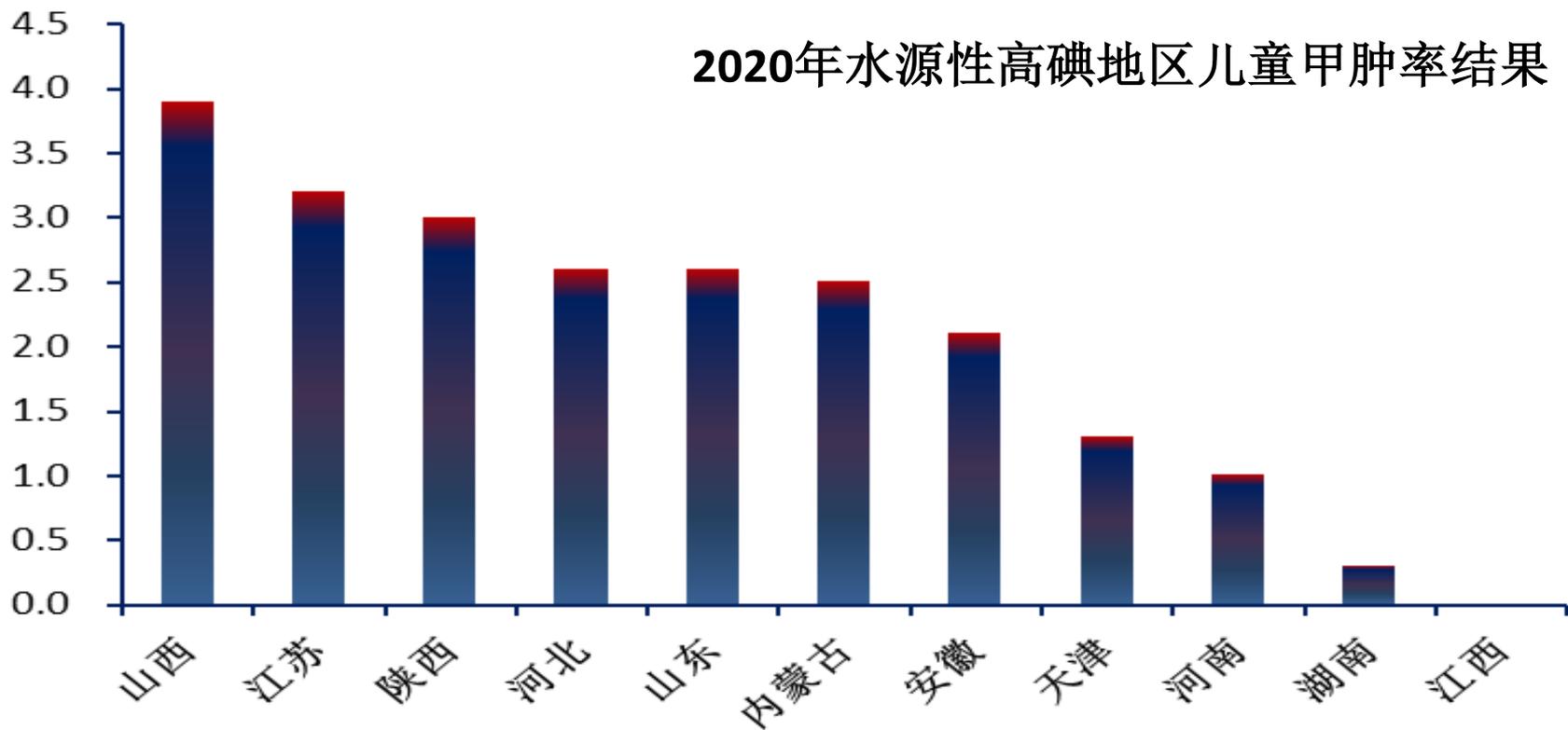
### 3.儿童尿碘

- 儿童尿碘中位数为**292.6** $\mu\text{g}/\text{L}$ 。
- **山西、江苏、内蒙古、安徽和河南**5个省儿童尿碘中位数均超过**300** $\mu\text{g}/\text{L}$ ，**河北、湖南、山东、天津**4个省儿童尿碘中位数处于**200~299** $\mu\text{g}/\text{L}$ 之间；**陕西和江西**2省儿童尿碘中位数处于**100~199** $\mu\text{g}/\text{L}$ 之间。



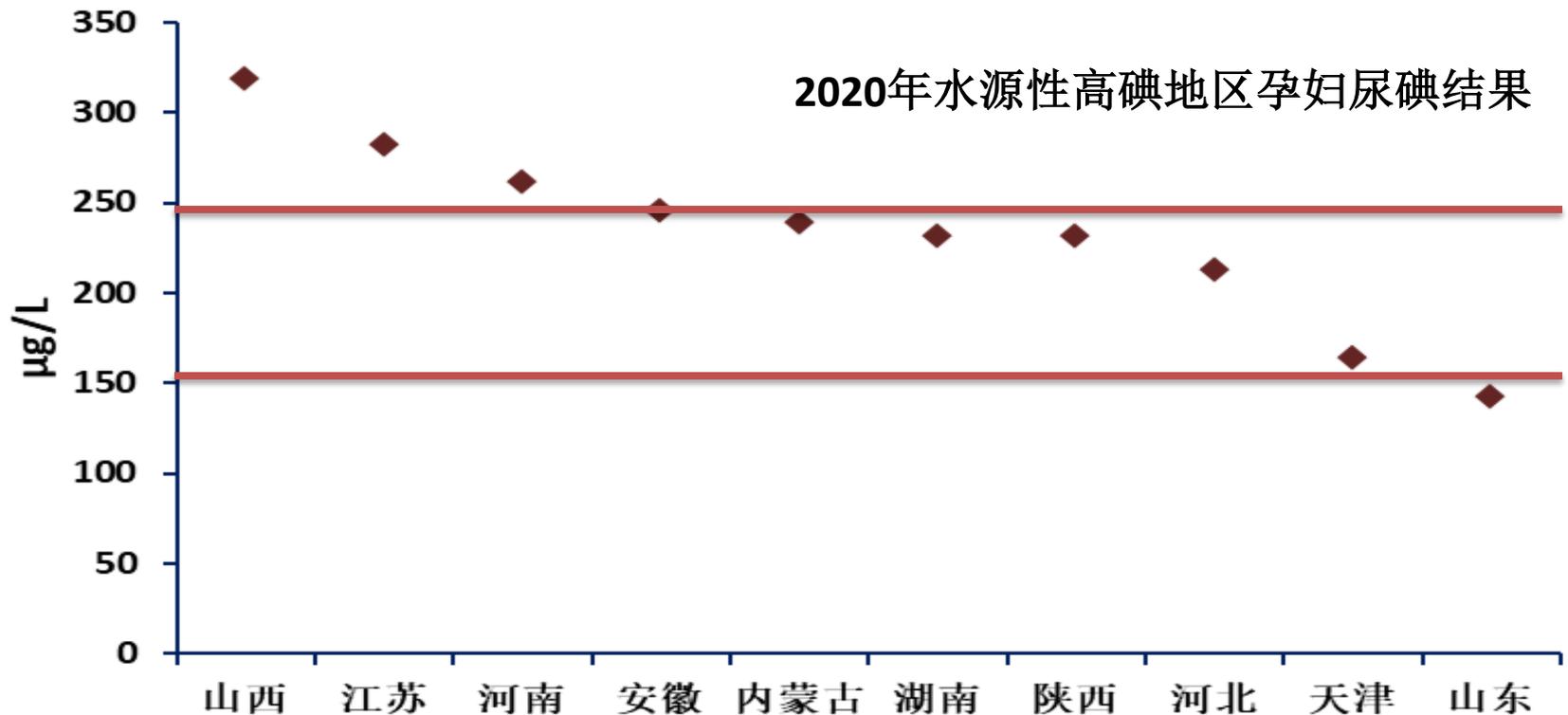
## 4.儿童甲肿率

- 11个省份儿童甲肿率为**2.1%**，各省份甲肿率均在5%以下。
- **15个县**的儿童甲肿率大于5%，占**7.9%**。

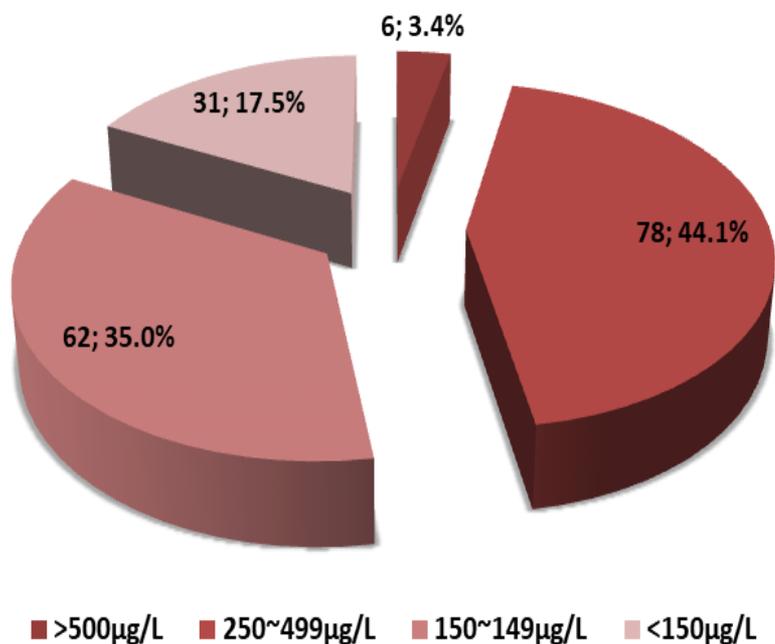


## 5. 孕妇尿碘——省级

- 孕妇尿碘中位数为**216.3**μg/L。
- **山西、江苏和河南**3个省孕妇尿碘中位数大于250μg/L，安徽、内蒙古、湖南、陕西、河北和天津**6**个省孕妇尿碘中位数处于150~249μg/L之间，**山东**孕妇尿碘中位数略低于150μg/L。



## 5. 孕妇尿碘——县级



县级水平上，177个县中：

- ✓ 6个监测县超过500µg/L，
- ✓ 78个监测县在250~499µg/L之间，
- ✓ 62个监测县在150~249µg/L之间，
- ✓ 31个监测县小于150µg/L。

2020年高碘监测中县级孕妇尿碘分布情况

## (二) 结论

### 2015-2020年水源性高碘主要监测结果

年份	未加碘食盐率 (%)	水碘含量 (μg/L)	儿童甲肿率 (%)	儿童尿碘 (μg/L)	孕妇尿碘 (μg/L)
2015	96.3	250.8	6.2	373.0	—
2016	96.4	202.9	6.1	316.0	—
2017	94.5	121.0	5.6	310.0	—
2018	87.5	133.2	3.4	316.7	231.0
2019	64.7	135.6	3.6	343.1	229.9
2020	81.3	96.5	2.1	292.6	216.3

**注：**2018年-2020年的不加碘食盐率为原高碘地区的结果。新发现高碘地区的不加碘食盐率为**28.4%**、**24.1%**和**46.1%**。

- 我国以行政村为单位供应未加碘食盐措施尚未得到全面落实，未加碘食盐率处于较低水平，特别是新发现的高碘地区。与以往以乡为单位监测比较，监测范围有所扩大有关；
- 总体儿童甲肿率不高；
- 部分地区水碘仍然较高，儿童尿碘中位数处于超适宜量或碘过量水平。

# 第三部分 Part III

## 世界各国碘缺乏病防治进展



# 目 录

## 一、食盐加碘情况

1. 碘盐覆盖
2. 盐碘含量
3. 碘剂种类
4. 碘稳定性

## 二、盐摄入量

## 三、碘营养状况

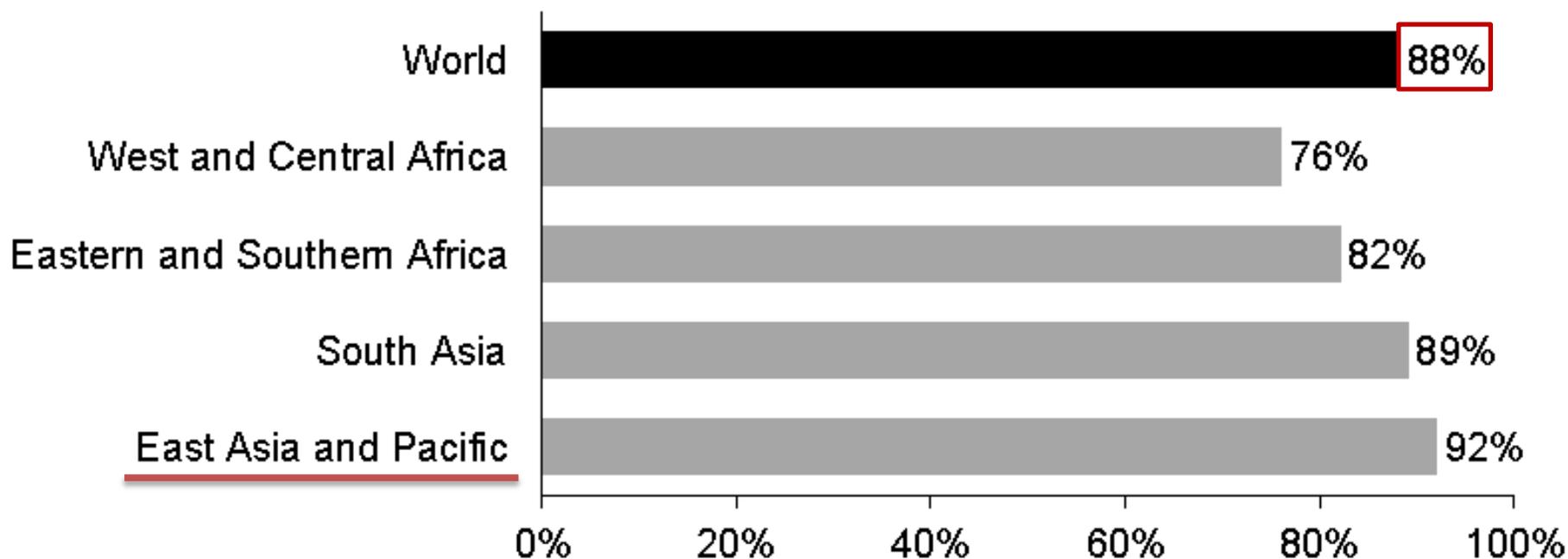
## 四、减盐与补碘

## 五、预包装食品中的碘含量

## 六、食用盐碘含量标准

# 一、食盐加碘情况

## 1. 碘盐覆盖



碘盐覆盖率 UNICEF 2013-2018

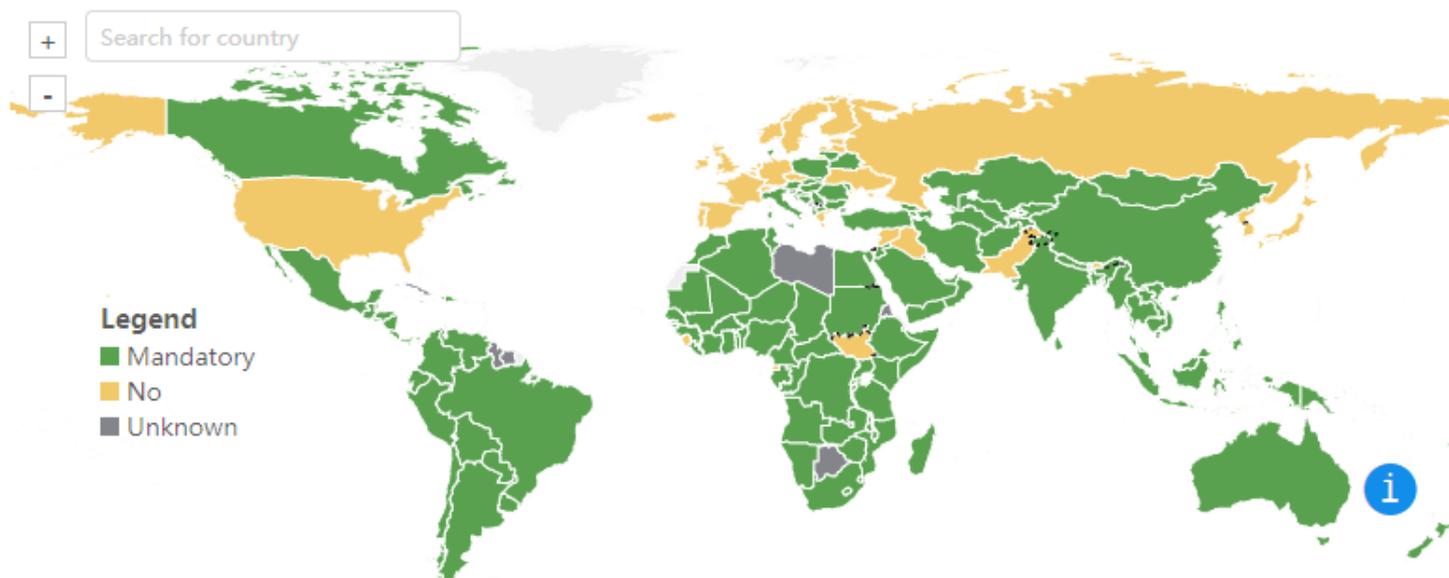
联合国儿童基金会估计，原本应该受益于碘盐的近**10亿人**仍然无法获得碘盐。

**145**个国家或地区强制或自愿食盐加碘。**124**个国家实行强制性加碘强制加碘国家或地区占88.3%，主要以法规形式颁布，其次是标准。

### Mandatory fortification

The country has legal documentation that has the effect of mandating fortification of a food with one or more vitamins or minerals

*124 countries have mandatory fortification of salt*



© Global Fortification Data Exchange - <https://fortificationdata.org>  
Last updated: 12-Apr-2021

碘项目正在惠及穷人中最贫穷的人：在世界上最贫穷的15个国家中，有10个国家碘充足，只有3个国家是轻度到中度缺碘

Source: Global Fortification Data Exchange  
<https://fortificationdata.org/legislation-status/#>

## 2. 盐碘含量

### □ 盐碘含量:

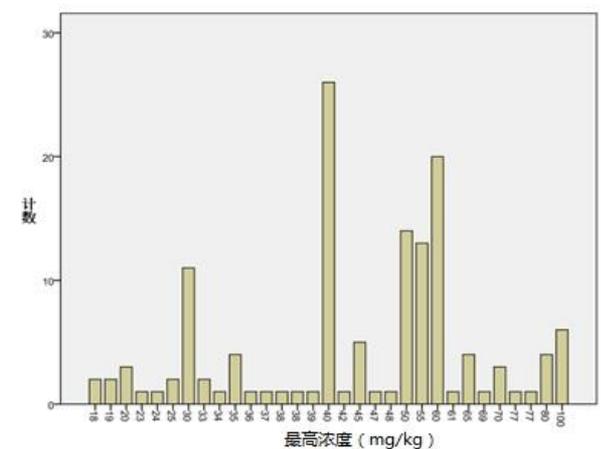
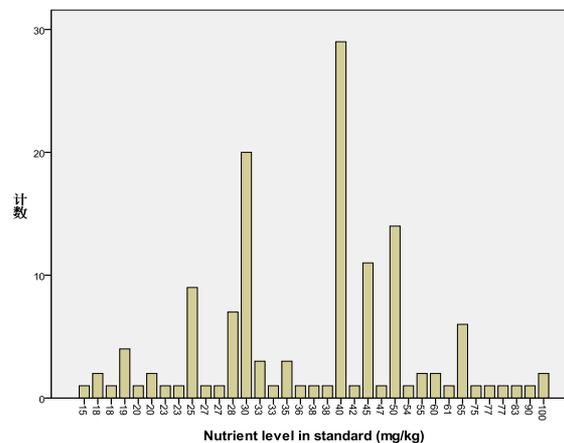
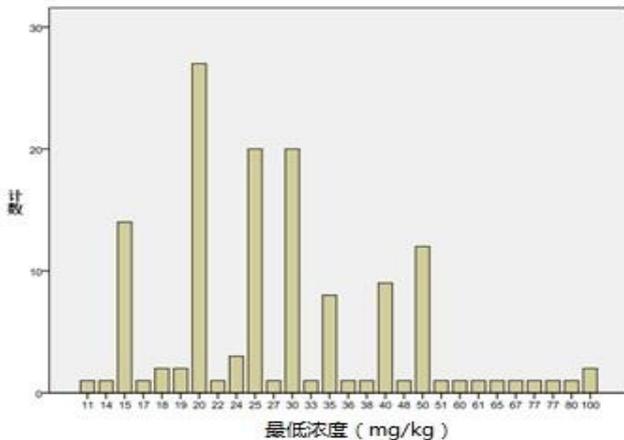
平均约**40mg/kg** (15mg/kg-100mg/kg); 23个国家或地区只制订了点值标准, 没有范围规定; 制订盐碘浓度范围的国家中, 只有斯洛伐克、塞尔维亚和中国允许低于15mg/kg。

调整: 各国盐碘含量比较稳定, 中国、丹麦、巴西有过调整。

2019年丹麦食品管理机构有意向将13mg/kg的盐碘提高到20mg/kg

2013年巴西将40–100mg/kg调整为15–45mg/kg

- 选择最多的浓度依次是40、30、50、45mg/kg;
- 选择最多的**最低盐碘浓度**分别为20、25、30、15mg/kg;
- 选择最多的**最高盐碘浓度**分别为40、60、50、55、30mg/kg。





## 部分国家/地区食用盐碘含量

国家/地区	盐碘含量 (mg/kg)	国家/地区	盐碘含量 (mg/kg)
美国	46- <b>76</b>	马来西亚	20-30
澳大利亚	未明确	马尔代夫	20-40
巴西	20-60	蒙古国	25-35
拉丁美洲和加勒比地区	20	巴布亚新几内亚	40-70
斯洛文尼亚	25	菲律宾	30-70
南非	35-65	新加坡	25-40
阿富汗	生产和零售环节: 30-50 家用: <b>15</b>	缅甸	生产环节: 50 销售环节: 30 家用: 15
孟加拉	生产环节: 45-50 零售环节: $\geq 20$	尼泊尔	生产环节: 50 销售环节: $> 15$ 家用: 15
不丹	生产环节: 50 零售环节: 25 家用: 15	巴基斯坦	生产环节: 30 销售环节: 15-25
文莱	25-40	所罗门	20-30
柬埔寨	生产环节: 50-60 零售环节: 30-60	斯里兰卡	15-30
北朝鲜	生产环节: $> 50$	泰国	$\geq 30$
斐济	20-30	东帝汶	20-50
印度	生产环节: $> 30$ 销售环节: $> 15$	越南	20-40
印度尼西亚	$> 30$	老挝	生产环节: $> 30$ 销售环节: $> 15$
基里巴斯	20-30		

### 3. 碘剂种类

- 碘酸钾、碘化钾、碘酸钙、碘化钙、碘酸钠、碘化钠和海藻碘；
- 选择碘酸盐的有116个国家或地区，其中59个还允许选择碘化物；
- 单独选择碘化物的只有8个；
- 有13个是 unlimited 碘化物形态的国家或地区；
- 我国是唯一选择海藻碘的国家。

## 部分国家/地区食用盐碘剂情况

国家/地区	碘剂	是否强制加碘	国家/地区	碘剂	是否强制加碘
美国	碘化钾	否	巴基斯坦	碘酸钾或碘化钾	是
越南	碘酸钾	否	斐济	碘酸钾或碘化钾	是
巴西	碘酸钾	是	新加坡	碘酸钾或碘化钾	否
拉丁美洲和加勒比地区	碘酸钾		所罗门	碘酸钾或碘化钾	是
不丹	碘酸钾	是	斯里兰卡	碘酸钾或碘化钾	是
斯洛文尼亚		否	马来西亚	碘酸钾或碘化钾	是
南非	碘酸钾	否	阿富汗	未明确，一般是碘酸钾	是
巴布亚新几内亚	碘酸钾	是	马尔代夫	未明确	是
菲律宾	碘酸钾	是	蒙古国	未明确	是
北朝鲜	碘酸钾	是	缅甸	未明确	是
印度	碘酸钾	是	泰国	未明确	是
印度尼西亚	碘酸钾	是	东帝汶	未明确	是
老挝	碘酸钾	是	尼泊尔	未明确	是
文莱	碘酸钾或碘化钾	否	孟加拉	未明确	是
柬埔寨	碘酸钾或碘化钾	是	澳大利亚	未明确	否

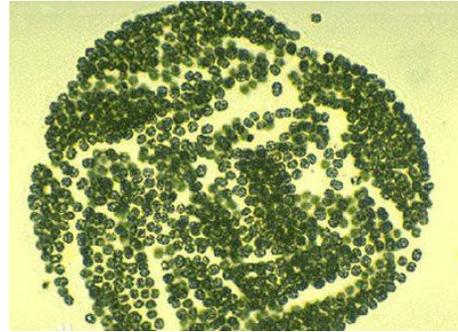
# (1) 碘酸钾、碘化钾

- $\text{KIO}_3$ 具有稳定的化学性质，食盐加 $\text{KIO}_3$ 剂量只是动物中毒剂量的数百分之一；
- 长期服用对人类和动物均未产生毒性反应；
- $\text{KIO}_3$ 曾长期用于面包生产，在剂量适宜的情况下未曾有不良事件报道；
- 现场防治研究证实 $\text{KIO}_3$ 碘盐能与 $\text{KI}$ 碘盐一样控制甲状腺肿。
- 碘盐中所添加 $\text{KIO}_3$ 的安全性一定以系列研究为依据，基于其微量的前提，以及盐的不可多食性；
- 近些年，一些研究发现，食品中的还原性物质、烹饪加热或机体还原系统能很快将微量的 $\text{IO}_3^-$ 还原为 $\text{I}^-$ ，新鲜尿中不存在 $\text{IO}_3^-$ 。

## (2) 海藻碘

海洋中蕴藏着丰富的海藻资源，据估计全世界海洋中生长有8000多种海藻。在分类学上，海藻属于低等植物。

主要分为四大类——  
蓝藻  
绿藻  
红藻  
褐藻



蓝藻是最低级的海藻，种类较少。

绿藻中的浮游植物种类繁多，多属于微型藻类，即单细胞植物，广泛分布于大洋的浅水层，是海洋食物链的初级生产者，是动物的必需饵料。

褐藻、红藻和大型绿藻是低栖的，生长在潮间带和低潮带，即20m水深以浅的礁石上，极少数生长在200m深度。

**Table 1.** Range of iodine content  $\mu\text{g/g}$  DW of examples of the 3 main classes of edible seaweeds

Classification and species	Common names	Iodine content, $\mu\text{g/g}$ DW (range)	Grams of seaweed required to achieve daily RNI of $150 \mu\text{g/}$ day
		碘含量 ( $\mu\text{g/g}$ 干重)	
Green algae (Chlorophyta)	绿藻		达到RNI每日需摄入 (g)
<i>Undaria pinnatifida</i>	Wakame 裙带菜	30–185	2.0–6.0
<i>Ulva lactuca</i>	Sea lettuce		
<i>Ulva intestinalis</i>			
Red algae (Rhodophyta)	红藻		
<i>Palmaria</i>	Dulse, dillisk	20–200	0.3–3.0
<i>Porphyra</i>	Nori 紫菜		
<i>Alaria</i>	Irish wakame		
<i>Chondrus crispus</i>	Irish moss		
Brown algae (Phaeophyceae)	褐藻		
<i>Laminaria</i>	Kombu 海带	2,500–10,000	0.01–0.04
<i>Ascophyllum</i>			
Fucoids			

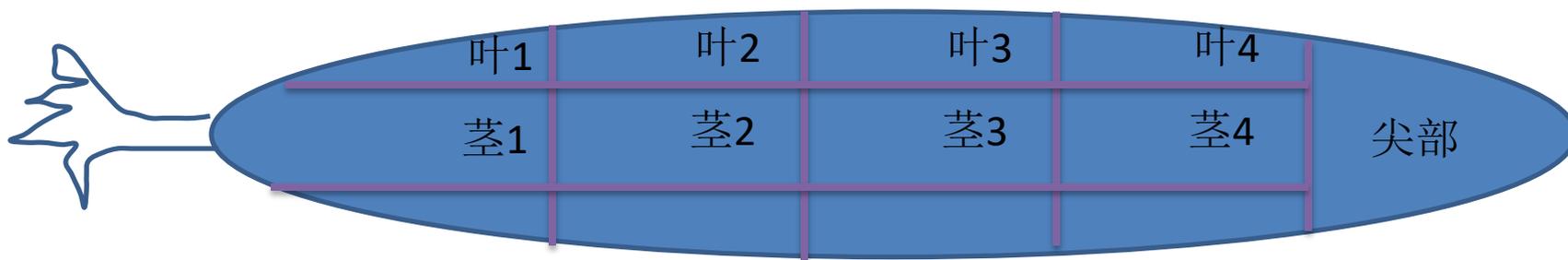
These values were extracted from publications cited in this review [35, 37, 39] and are intended to give an indication of possible iodine intake arising from consumption of these seaweeds. As shown in the final column, consuming 1.0 g DW of red or green seaweed might not always achieve a daily RNI of  $150 \mu\text{g}$  while an equivalent amount of brown seaweed would greatly exceed the TUL of  $600 \mu\text{g}$  [5] or even the  $900\text{--}1,100 \mu\text{g}$  per day recommended for adults or pregnant women [6]. DW, dry weight; RNI, recommended nutrient intake; TUL, tolerable upper level.

# 不同海藻浸取液中碘的存在形态和含量

(超热中子活化法测定)

海藻种类	浸取液中不同形态碘的百分含量 (%)			
	I <sup>-</sup>	IO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	有机碘	有机碘/总碘
松藻	61.0	1.6	37.4	59.7
石莼	75.2	3.8	21.0	26.6
礁膜	78.5	1.4	19.9	24.5
马尾藻海黍子	65.9	4.5	29.6	42.0
网翼藻	92.7	1.8	5.5	5.8
海带	88.3	1.4	10.3	11.48

# 不同海带部位碘含量



海带部位		重量(g)	总碘 (g/100g)	无机碘 (g/100g)	有机碘 (g/100g)	有机碘/总碘 (%)
叶部	1	41.1	0.151	0.133	0.018	11.9
	2	39.0	0.162	0.141	0.021	12.9
	3	40.5	0.175	0.157	0.018	10.3
	4	39.5	0.180	0.160	0.020	11.1
茎部	1	45.4	0.079	0.068	0.011	13.9
	2	42.0	0.085	0.073	0.012	14.1
	3	47.5	0.087	0.074	0.013	14.9
	4	37.0	0.092	0.082	0.010	10.9
尖部		54.5	0.183	0.165	0.018	9.8
平均值			0.133	0.117	0.016	12.1

## 海藻碘浸出的影响因素

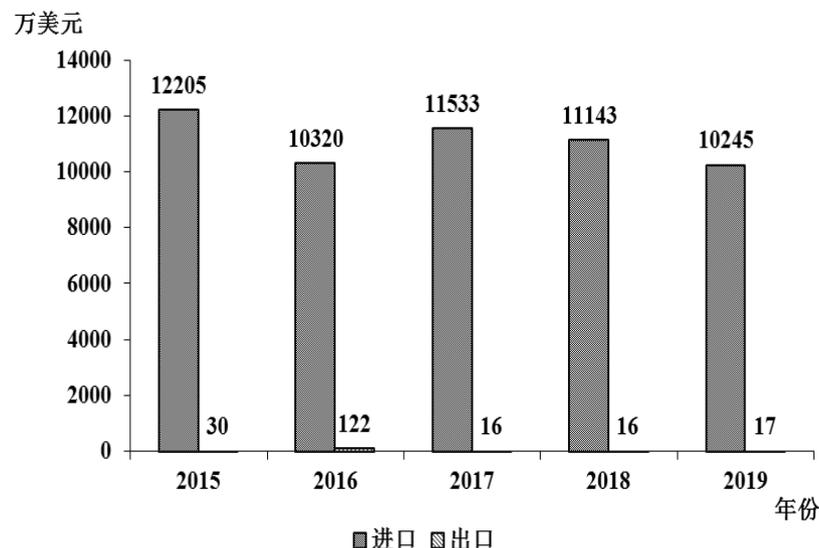
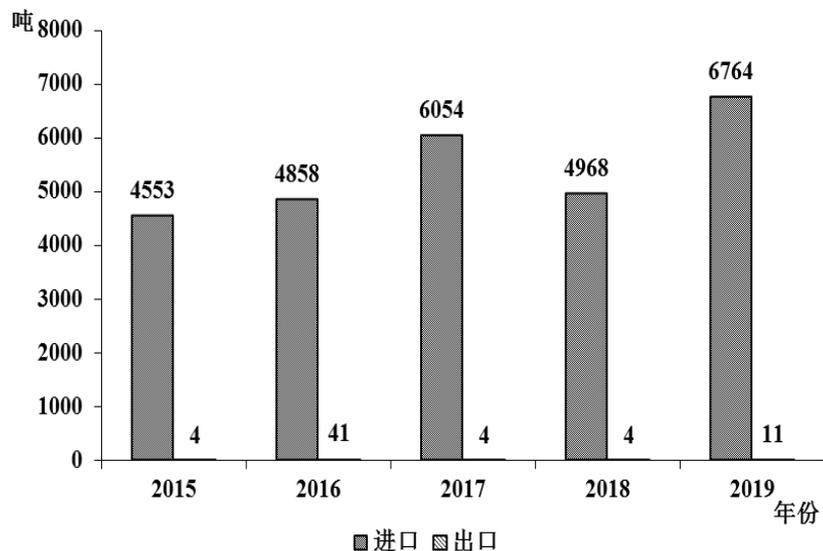
不同浸泡时间海带碘的浸出率，浸出率从1 min的32.8%增加到6.5 h的89.6%。  
当海带浸泡时间超过5 min后。海带中就有76.8%的碘浸出，1 h后的浸出率  
达到87.2%。

海藻碘水浸出率的范围为70%~90%，而且初期浸出速度较快，后期趋于一个稳定值，海藻碘水浸出液的碘多为无机碘。

在25~300 ml浸泡水量范围内，随着浸泡水量的增加，浸泡液里溶出的无机碘及总碘均呈增加趋势，而且无机碘的增加幅度要比总碘增加幅度大。在浸泡水量达到300 ml时，溶出的无机碘和总碘量都已达到一个稳定值，分别占海带总碘的67.47%和71.02%。

# 海藻碘的成本

- 海藻碘的成本：海藻碘以海带为生产原料，但它是利用海带生产海藻酸钠的副产品，约10多吨海带能生产1吨海藻碘原液，而每吨海藻碘约12万元，碘含量为3%-5%，平均约4%。每吨海藻碘可加工2000吨碘盐，碘盐增加成本为**0.06元/公斤**，不到1角钱。
- 碘盐按照进口原碘的价格计算，2019年我国碘进口金额为10245万美元，进口数量为6764吨，按照美元汇率6.58计算，价格在**0.0025元/公斤碘盐**。但上述是进口的所有原碘，并非全部用于碘盐加工的碘。
- 目前，中国食盐加碘所用原碘每年由国药集团自国外进口约200多吨，进口市场价格在50万/吨左右，国家对原碘进行价格补贴，碘酸钾、碘化钾生产企业购进价格为193100元/吨，批发至盐业价格为157000元/吨，即**0.003925元/公斤碘盐**。海藻碘成本略高于进口原碘的成本。



# 海藻碘盐中海藻碘的检测

## Identification of Organic Iodine Compounds and Their Transformation Products in Edible Iodized Salt Using Liquid Chromatography–High Resolution Mass Spectrometry

Lifen Yun,<sup>†</sup> Yue'e Peng,<sup>\*,†,‡,Ⓢ</sup> Qing Chang,<sup>‡</sup> Qingxin Zhu,<sup>†</sup> Wei Guo,<sup>‡,Ⓢ</sup> and Yanxin Wang<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Faculty of Materials Science and Chemistry, China University of Geosciences, Wuhan, 430074, P. R. China

<sup>‡</sup>State Key Laboratory of Biogeology and Environmental Geology, China University of Geosciences, Wuhan, 430074, P. R. China

<sup>Ⓢ</sup> Supporting Information

**ABSTRACT:** The consumption of edible iodized salt is a key strategy to control and eliminate iodine deficiency disorders worldwide. We herein report the identification of the organic iodine compounds present in different edible iodized salt products using liquid chromatography combined with high resolution mass spectrometry. A total of 38 organic iodine compounds and their transformation products (TPs) were identified in seaweed iodine salt from China. Our experiments confirmed that the TPs were generated by the replacement of I atoms from organic iodine compounds with Cl atoms. Furthermore, the organic iodine compound contents in 4 seaweed iodine salt samples obtained from different manufacturers were measured, with significant differences in content being observed. We expect that the identification of organic iodine compounds in salt will be important for estimating the validity and safety of edible iodized salt products.

**KEYWORDS:** organic iodine compound, identification, LC-HRMS, iodized salt, seaweed iodine

### INTRODUCTION

Iodine is an essential element for mammalian life, as it is a component of thyroid hormones, such as thyroxine (T<sub>4</sub>) and

content<sup>20–22</sup> and stability<sup>23–25</sup> of inorganic iodine compounds, such as iodides and iodates, with organic iodine compounds receiving little attention. In this context, our group recently

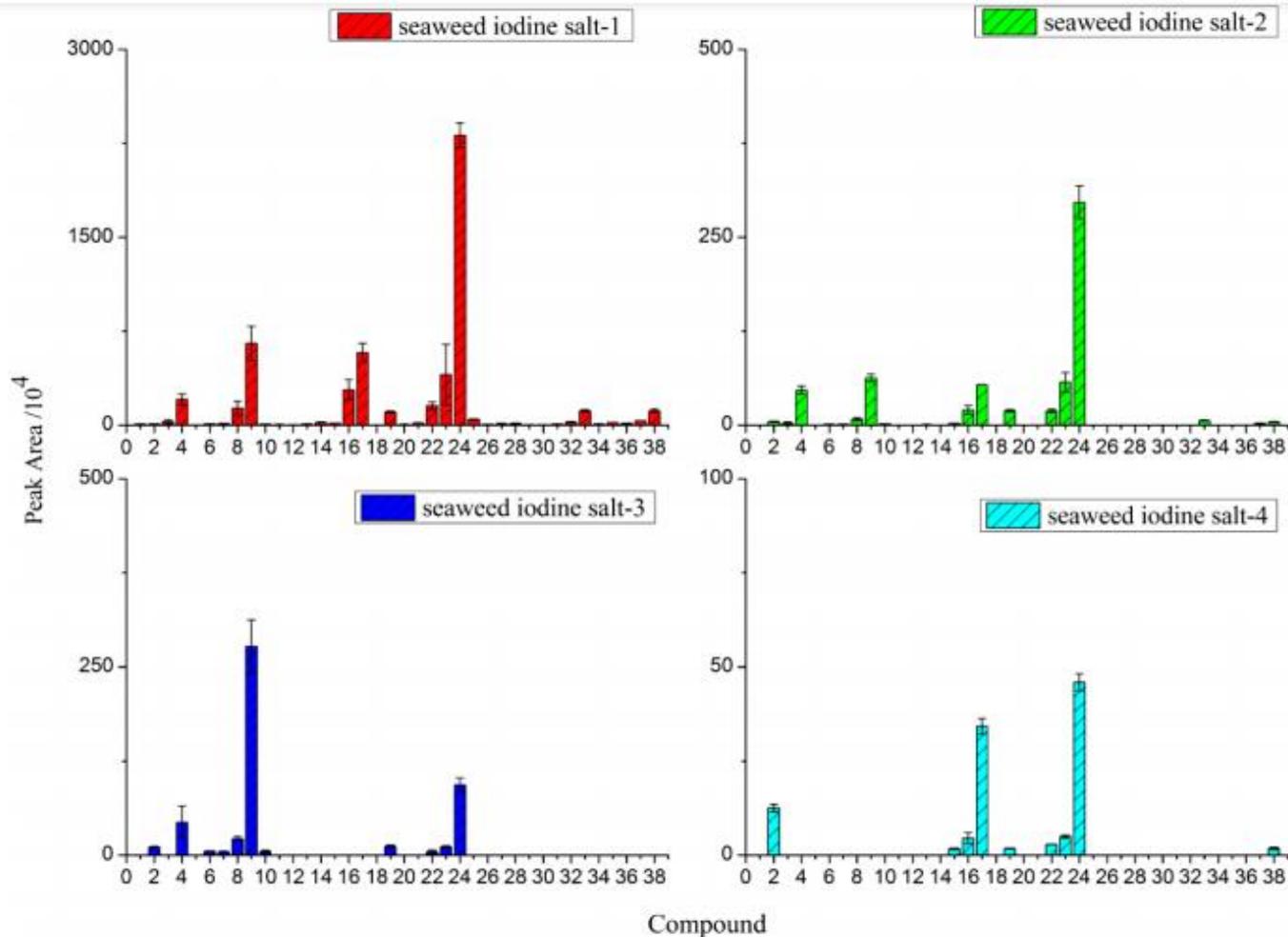


Figure 4. Organic iodine contents of different seaweed iodine salt samples.

采用液相色谱和高分辨质谱联用。实验在38种中国海藻碘盐中鉴定出有机碘化合物及其转化产物(TPs)。TPs是由有机碘化合物中的I原子被Cl原子取代而产生的。此外，测定了4种不同厂家的海藻碘盐样品中有机碘化合物的含量有差异。因此，有机碘化合物在食盐中的鉴定对于食用碘盐产品有效性和安全性评估具有重要意义。

## 4、碘稳定性

埃塞俄比亚报告，家庭盐碘含量从最初的60 ppm的生产水平平均下降了**57%**。

世卫组织建议根据估计的人均盐摄入量，设定盐的碘化水平，预计从生产到消费的损失为**30%**。

### Stability of iodine in iodized fresh and aged salt exposed to simulated market conditions

## 关于露天贮存条件下盐碘稳定性

Cherry C. Maramag, Lorena W. Tengco, Pura Rayco-Solon, Juan Antonio A. Solon, Hector C. Maglalang, and Florentino S. Solon

---

#### Abstract

**Background.** The salt iodization law of the Philippines required that iodized salt sold at retail not be exposed to direct sunlight, high temperature and relative humidity, and contamination with moisture and dust from the environment. However, because the majority of local consumers buy salt displayed in open heaps, it was suggested that iodized salt should be sold in the same manner for greater accessibility and availability.

**Objective.** We aimed to provide evidence on the stability of iodine in local aged and fresh salt iodized at 100 ppm iodine and exposed to various market and storage

*environment and use of ordinary packaging materials while being sold at retail and kept in storage.*

**Key words:** Iodine levels, iodized salt, open heap, repacked, salt iodization law

#### Introduction

Iodine deficiency remains a major health concern because of its devastating effects on the mental and psychomotor development of infants and young chil-

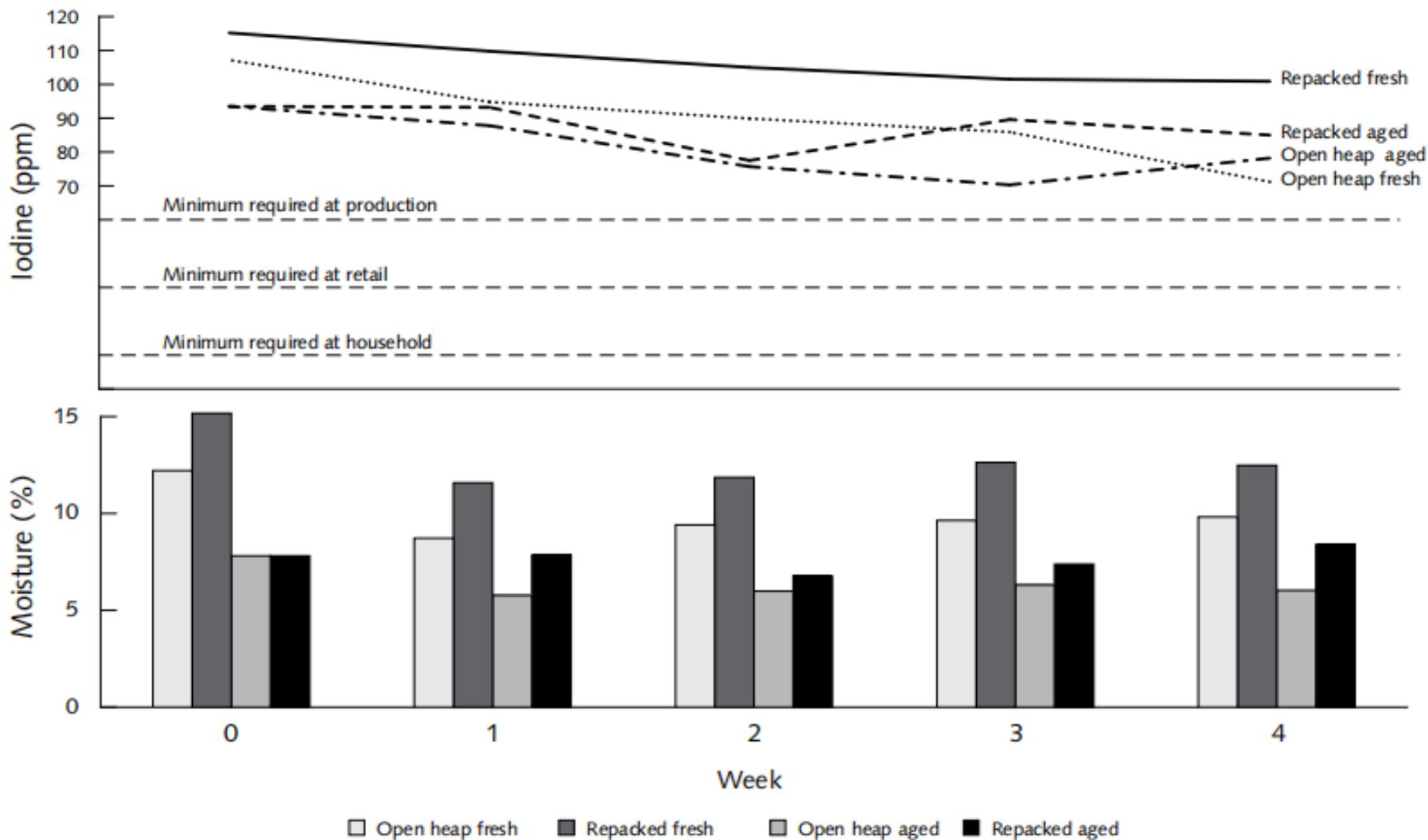


FIG. 2. Iodine and moisture contents of iodized aged and fresh salt exposed in an open heap and repacked from 0 to 4 weeks

菲律宾 fresh salt: 原盐贮存1个月, aged salt: 原盐贮存5个月, 加碘浓度100ppm  $KIO_3$

# 关于碘铁添加盐的盐碘稳定性

## Stability of iodine in salt fortified with iodine and iron

Srinivasaiyengar Ranganathan, Madhu G. Karmarkar, Muddepaka Krupadanam, Ginnela N. V. Brahman, Mendhu Vishnuvardhana Rao, Kamasamudram Vijayaraghavan, and Bhattiprolu Sivakumar

---

### Abstract

**Background.** Determining the stability of iodine in fortified salt can be difficult under certain conditions. Current methods are sometimes unreliable in the presence of iron.

**Objective.** To test the new method to more accurately estimate iodine content in double-fortified salt (DFS) fortified with iodine and iron by using orthophosphoric acid instead of sulfuric acid in the titration procedure.

**Methods.** A double-blind, placebo-controlled study was carried out on DFS and iodized salt produced by the dry-mixing method. DFS and iodized salt were packed and sealed in color-coded, 0.5-kg, low-density polyethylene pouches, and 25 of these pouches were further packed and sealed in color-coded, double-lined, high-density polyethylene bags and transported by road in closed, light-protected containers to the International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders (ICCIDD), Delhi; the National Institute of Nutrition (INI), Hyderabad; and the Orissa Unit of the National

stored at Bhubaneswar, Delhi, and Hyderabad retained more or less the same initial iodine content (30–40 ppm) during the first 6 months, and the stability was not affected after 15 months. The proportion of salt samples having more than 30 ppm iodine was 100% in DFS and iodized salt throughout the study period. Daily opening and closing of salt pouches under simulated household conditions did not result in any iodine loss.

**Conclusions.** The DFS and iodized salt prepared by the dry-mixing method and stored at normal room conditions had excellent iodine stability for more than 1 year.

**Key words:** Double-fortified salt, iodine-deficiency disorders, iodized salt, iodine stability, iron-deficiency anemia, modified orthophosphoric acid method

### Introduction

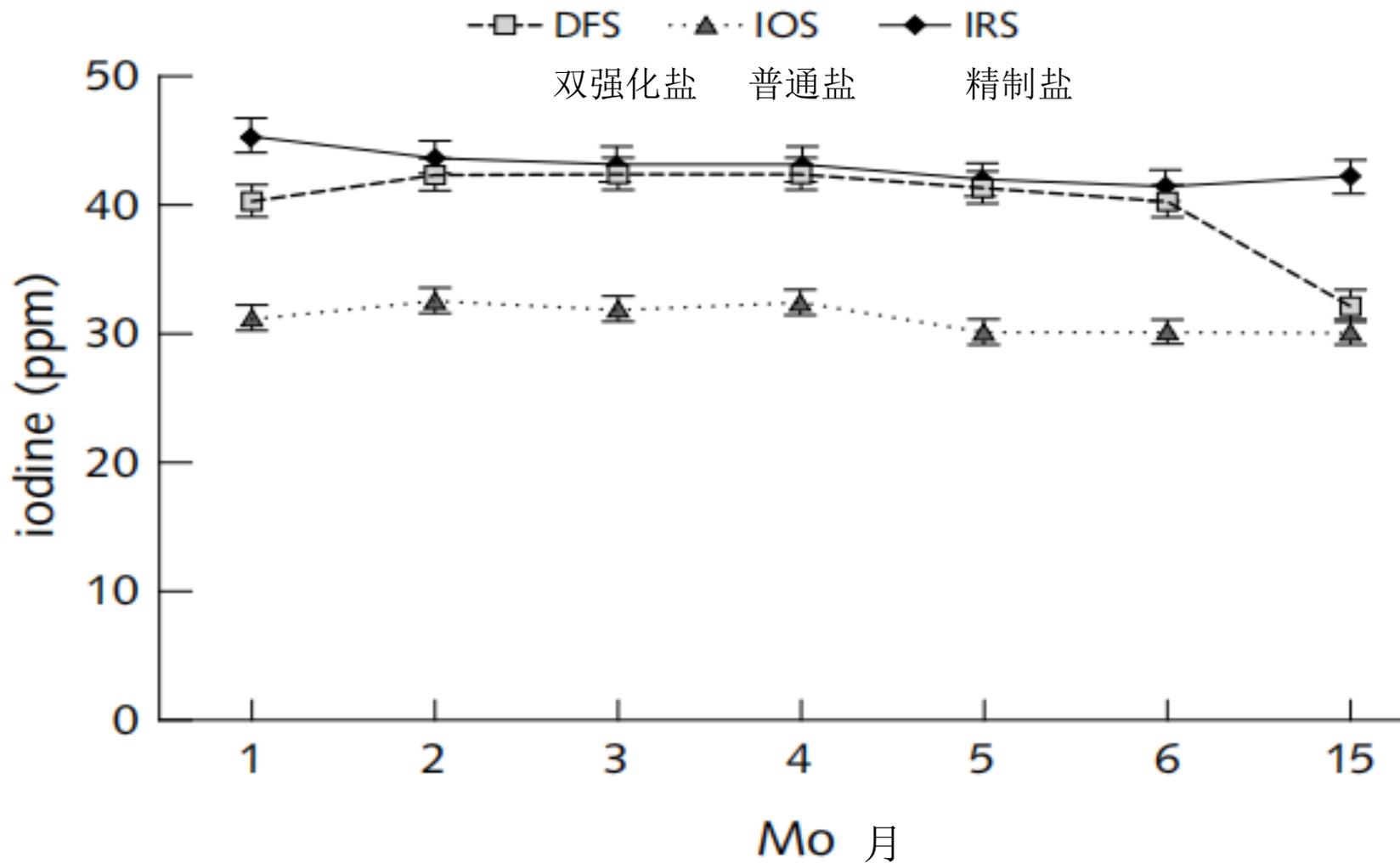


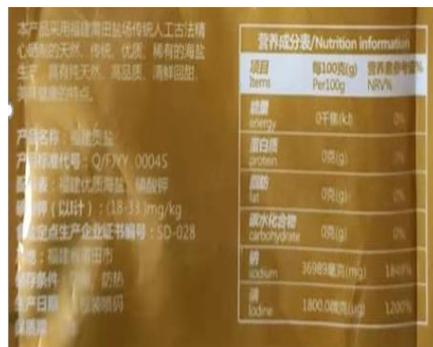
FIG. 3. Mean iodine content of fortified salts according to duration of storage. Mandatory iodine level, 15 to 30 ppm. DFS, double-fortified salt; IRS, iodized refined salt; IOS, iodized ordinary salt

# 碘盐稳定性研究

- 8种食盐：碘化钾海盐、碘化钾湖盐、海藻碘盐、竹盐、藏青盐、碘酸钾海盐。海藻碘盐、碘酸钾碘盐由超市购得，碘化钾盐由国家碘缺乏病参照实验室制备。
- 存储方法：盐样置于**玻璃烧杯**中，在**无阳光直射**处放置。
- 检测方法和频次：采用《制盐工业通用试验方法 碘的测定》（GB/T 13025.7-2012），存放期间**每隔1个月检测一次**。
- 检测过程质量控制：为保证检测质量，盐碘检测采用国家一级有证标准物质进行检测质量控制。
- ◆ 执行时间
- 碘盐采购及制备：2021年1月10日-1月30日  
稳定性观察：2020年2月-2021年8月

## 食盐样品的种类

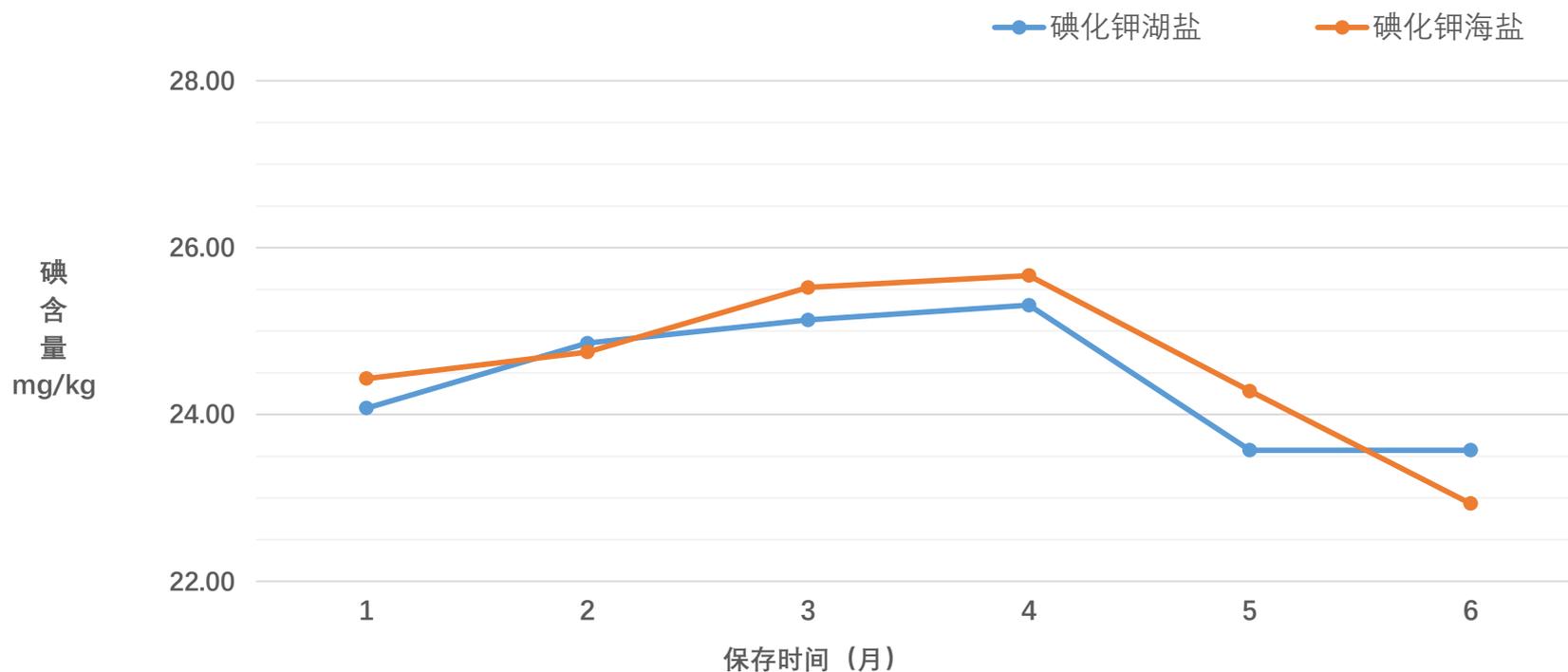
名称	碘剂	碘含量mg/kg	产地	盐种
藏青盐	碘酸钾	18 (18-33)	青海	湖盐
福建贡盐	碘酸钾	18 (18-33)	福建	海盐
竹盐	碘酸钾	22.5 (18-33)	浙江	海盐
莫顿牌加碘海盐	碘酸钾	26	上海	海盐
海藻碘盐	海藻碘	22.5 (18-33)	江苏	井矿盐
海藻碘盐	海藻碘	20 (18-33)	辽宁	海盐
自然海盐	碘化钾	24	河北	海盐
天然湖盐	碘化钾	24	天津	湖盐



# 研究结果

## ➤ 碘化钾碘盐

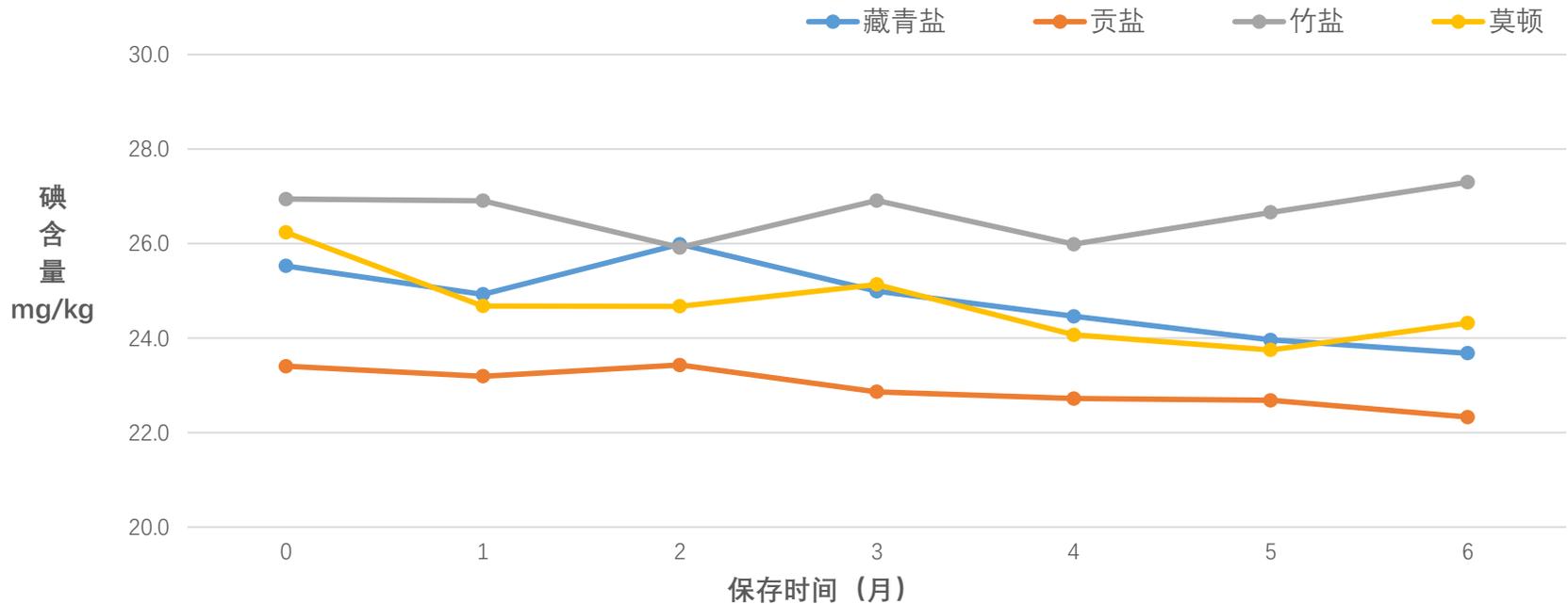
- 烧杯存放6个月后，碘化钾海盐(实验室制备)损失了**1.8%**，碘化钾湖盐(实验室制备)损失**0.03%**。



# 研究结果

## ➤ 碘酸钾碘盐

- 四种碘酸钾碘盐存放6个月，除浙江产竹盐碘未损失外，福建贡盐碘损失率为4.6%，藏青盐损失率为7.2%，进口莫顿碘酸钾海盐损失率为7.3%。

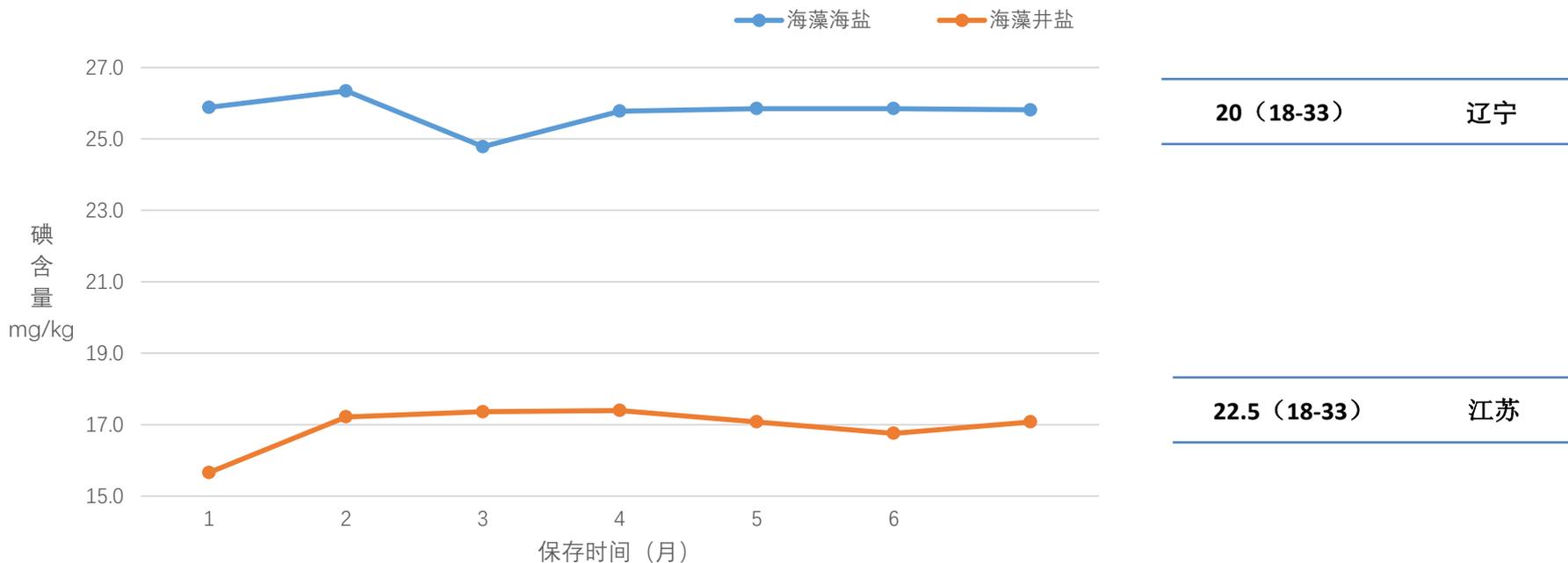


可能的原因是：这三种盐都**不是精制盐**，颗粒较粗糙，导致样品中碘的含量不均匀，同时其所含的一些**杂质**可能会加快碘的损失，但这三种盐中碘的**损失量都在2mg/kg**之内，这种损失在居民户实际食用过程中是完全可以接受的。

# 研究结果

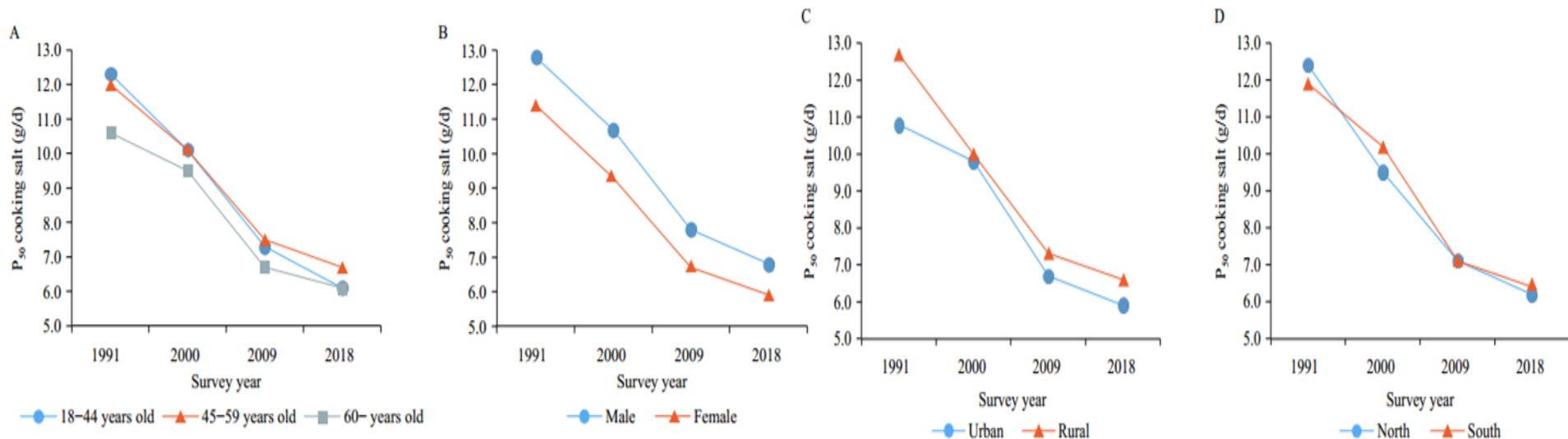
## ➤ 海藻碘盐

- 选取了两种海藻碘盐，一种原料为海盐，一种原料为井矿盐。这两种盐在烧杯中存放**6个月碘未损失**。

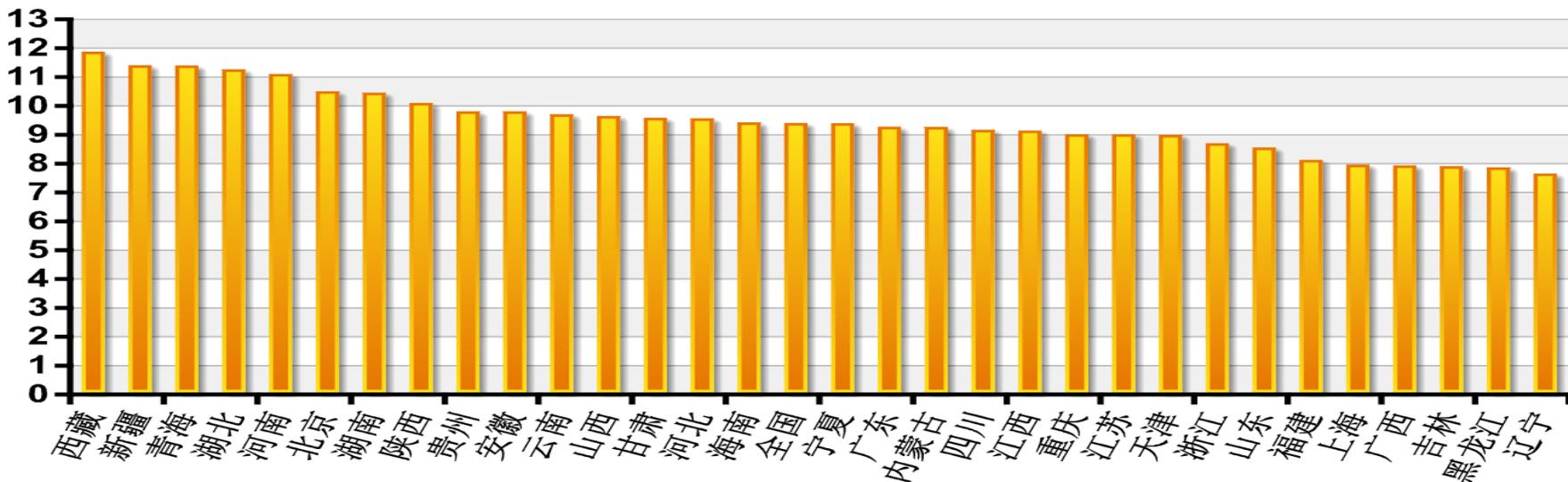


## 二、盐摄入量

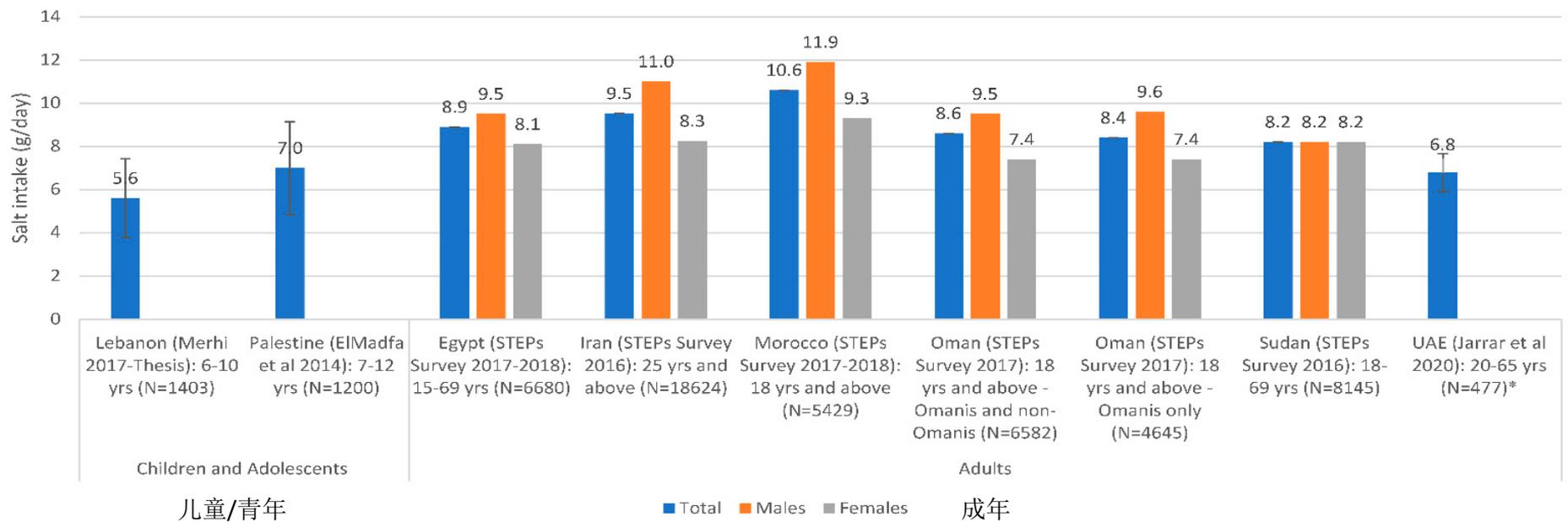
### 1. 我国不同人群摄盐量近些年呈现下降趋势



不同人群日摄盐量的变化情况



不同省份的日摄盐量（最近）

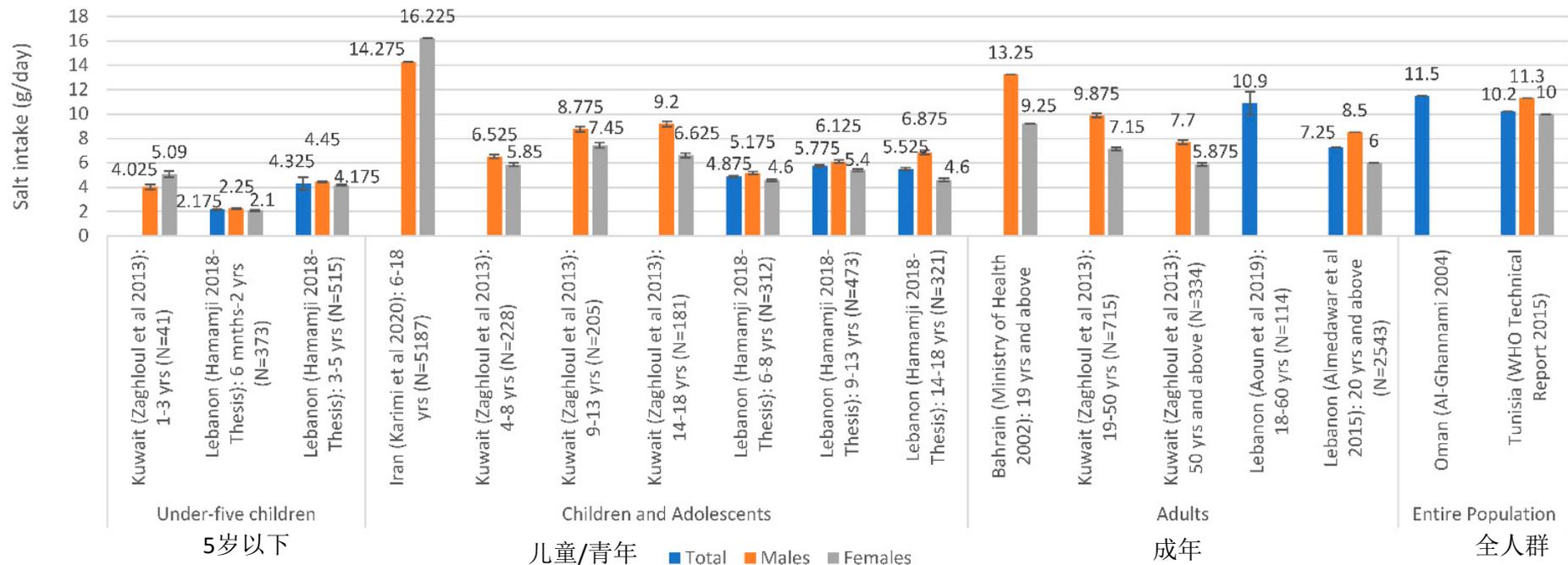


儿童/青年

成年

■ Total ■ Males ■ Females

成年



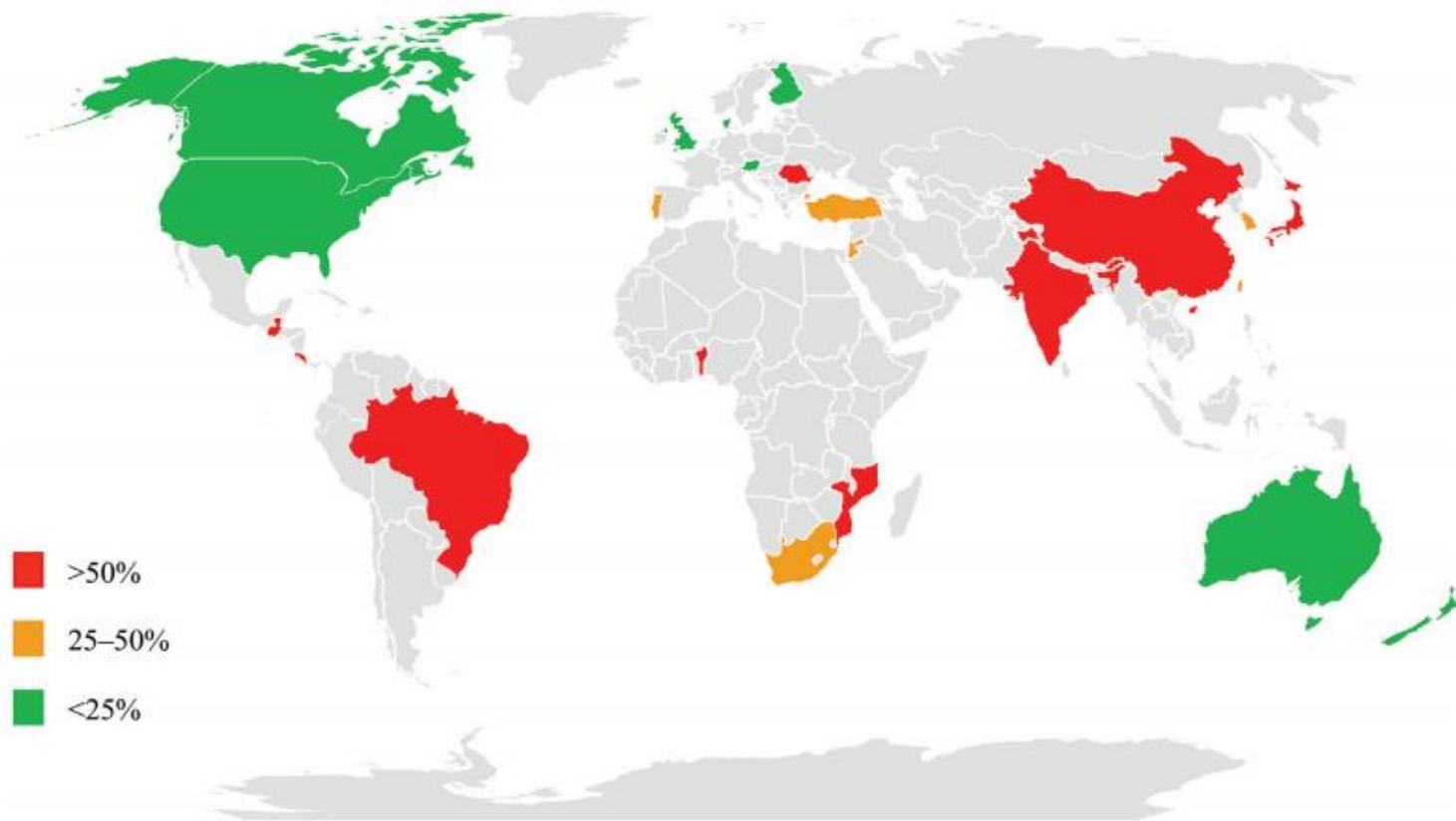
5岁以下

儿童/青年

成年

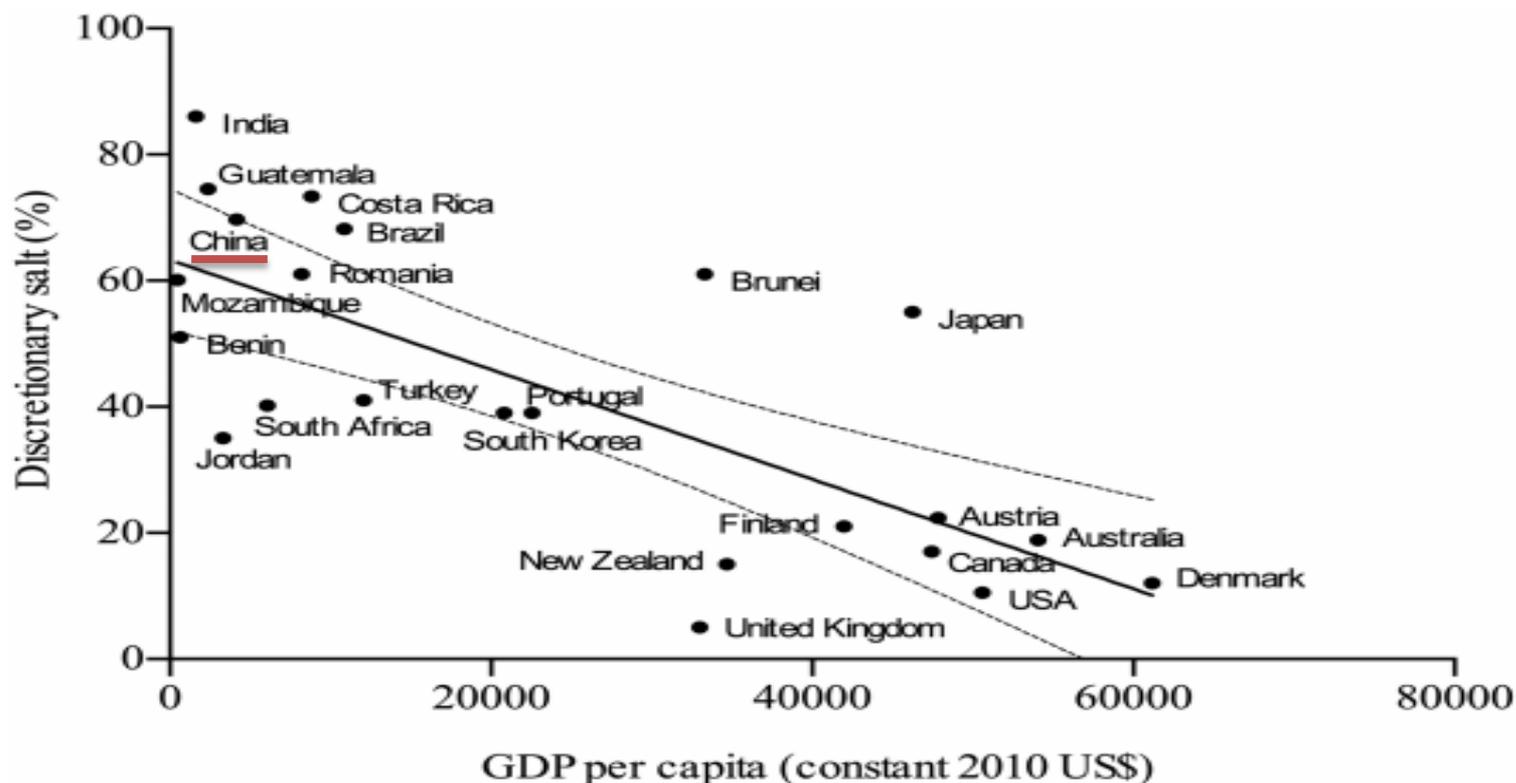
全人群

## 世界各国烹调或桌盐来源的膳食盐摄入



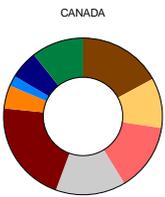
**FIGURE 2** Contribution of discretionary sources to total dietary salt intake around the globe. Green, <25% of dietary salt from discretionary sources; amber, 25–50% of dietary salt from discretionary sources; red, >50% of dietary salt from discretionary sources. No published data were available for countries shaded in gray. Values for discretionary salt intake are given in Supplemental Table 3.

Bhat S, Marklund M, Henry ME, et al. A Systematic Review of the Sources of Dietary Salt Around the World. *Adv Nutr.* 2020;11(3):677-686. doi:10.1093/advances/nmz134

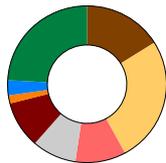


**FIGURE 3** Daily discretionary salt intake (% of total salt intake) as a function of per capita GDP. The per capita GDP figures, expressed in constant 2010 US dollars, were obtained for the year when data were collected for each study. A statistically significant linear regression fit (solid line) was found ( $F = 25.3$ ,  $P < 0.0001$ ) with an  $R^2$  of 0.55 and slope equal to  $-0.00087$  (95% CI:  $-0.0012$ ,  $-0.00051$ ). The 95% CI of the regression line is depicted by the dashed lines. GDP, gross domestic product.

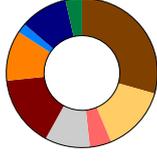
D. NORTH AMERICA



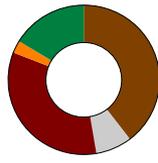
COSTA RICA



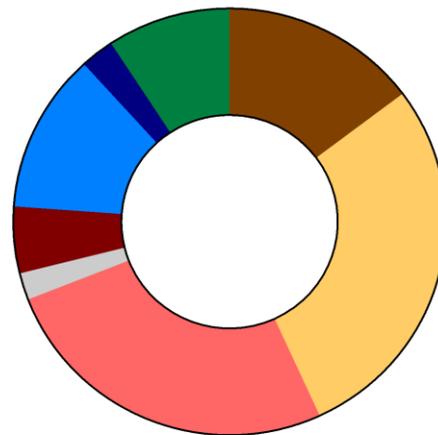
MEXICO



USA

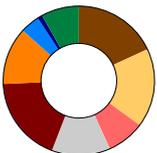


CHINA

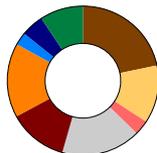


E. OCEANIA

AUSTRALIA

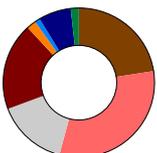


NEW ZEALAND

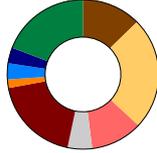


F. SOUTH AMERICA

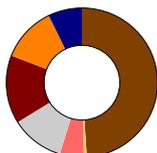
ARGENTINA



BRAZIL

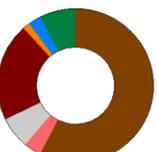


COLOMBIA



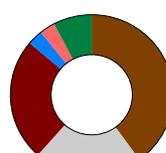
A. AFRICA

SOUTH AFRICA

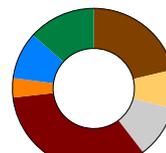


C. EUROPE

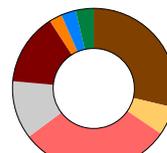
AUSTRIA



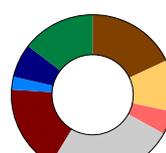
FINLAND



FRANCE



GREECE

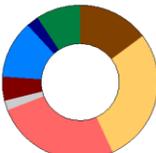


B. ASIA

BRUNEI



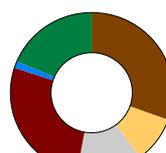
CHINA



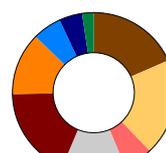
INDIA



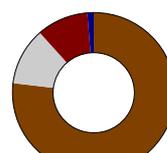
POLAND



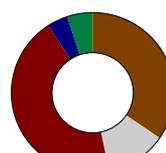
PORTUGAL



ROMANIA



SERBIA



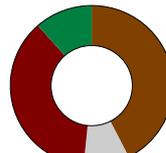
JAPAN



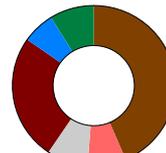
JORDAN



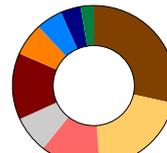
SLOVENIA



SPAIN



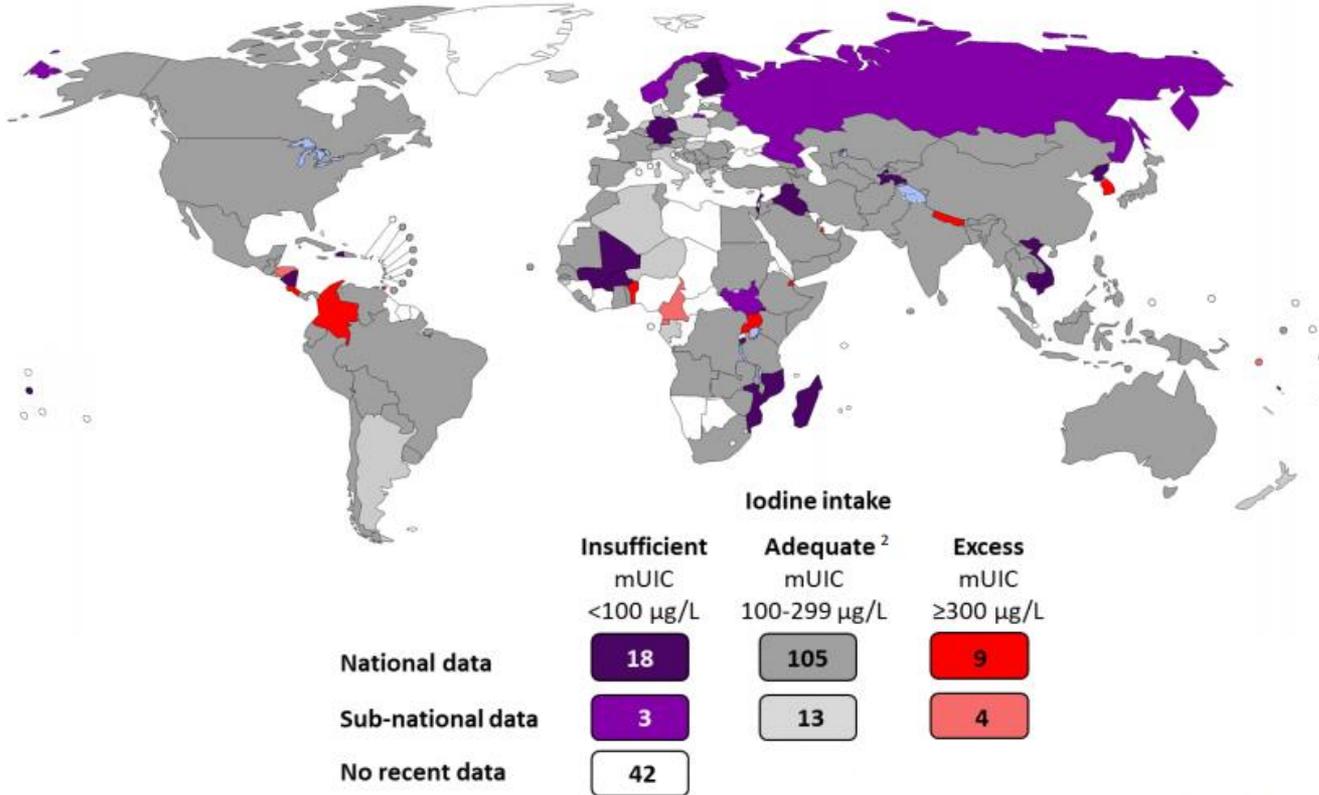
SWITZERLAND



# 三、碘营养状况

## Global scorecard of iodine nutrition in 2021

Iodine intake in the general population assessed by median urinary iodine concentration (mUIC) in school-age children (SAC)<sup>1</sup>  
Studies conducted in 2005-2020

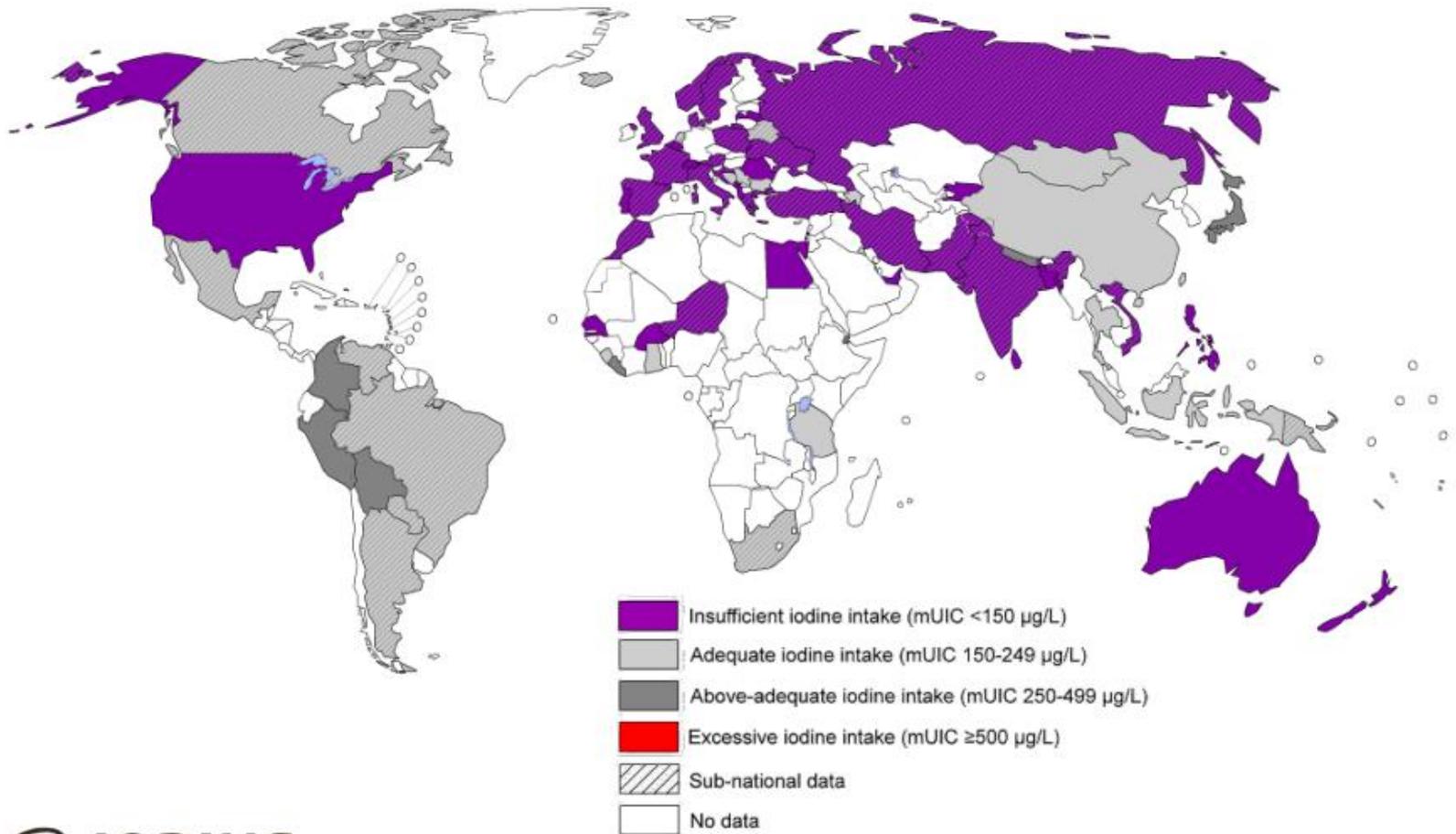


May 7, 2021

Estimated iodine nutrition in **194** WHO Member States in 2021 based on national median UIC in school-age children obtained from studies conducted between 2005-2020 . UIC, Urinary iodine concentration.

# Global Scorecard of Iodine Nutrition 2017

Based on median urinary iodine concentration (mUIC) in pregnant women



Note: The boundaries, colours, denominations, and other information shown on this map do not imply any judgment on the part of the Iodine Global Network concerning the legal status of any territory or the endorsement or acceptance of such boundaries.

全球孕妇尿碘情况

# 碘过量的国家（14个）

Country or territory	Median UIC (µg/L)	Date of survey	Data type	Population surveyed
Cameroon	>300	2014-2018	Sub-national	SAC
Trinidad and Tobago	311	2018	National	SAC
Costa Rica	314	2008-09	National	SAC
Nepal	314	2016	National	SAC
Benin	318	2011	National	SAC
Solomon Islands	328	2007-10	Sub-national	SAC
Djibouti	335	2015	National	SAC
Qatar	341	2014	National	SAC
Honduras	356	2005	Sub-national	SAC
Colombia	407	2015-16	National	SAC
Somalia	417	2009	National	SAC
Korea, Republic of	449	2013-15	National	SAC, Adolescents
Uganda	464	2005	National	SAC
Equatorial Guinea	564	2007	Sub-national	SAC

**Salt iodine at 100 ppm**

high iodine in groundwater

**Salt iodine at 83 ppm**

**Salt iodine at 75 ppm**

high iodine in groundwater

**high intakes of iodine-rich seaweed**

## 四、减盐与补碘

### *Salt reduction and iodine fortification strategies in public health*

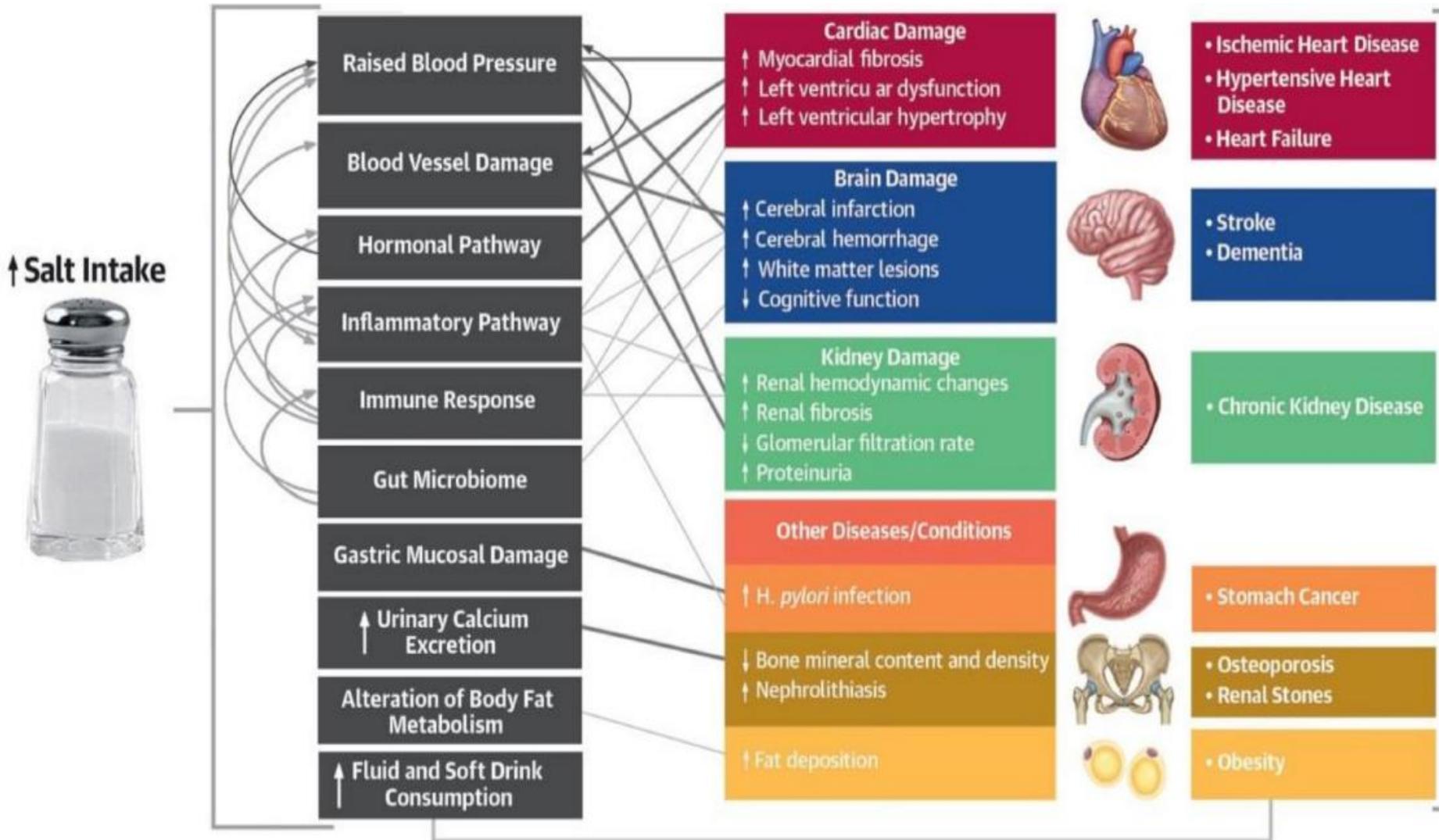
Report of a joint technical meeting convened by World Health Organization and The George Institute for Global Health in collaboration with the International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders Global Network, Australia, March 2013



# FIGURE 1: WHO NCD Global Voluntary Targets

慢性非传染性疾病





**Figure 2.** Effect of salt reduction on hypertension adapted from He et al. [13].

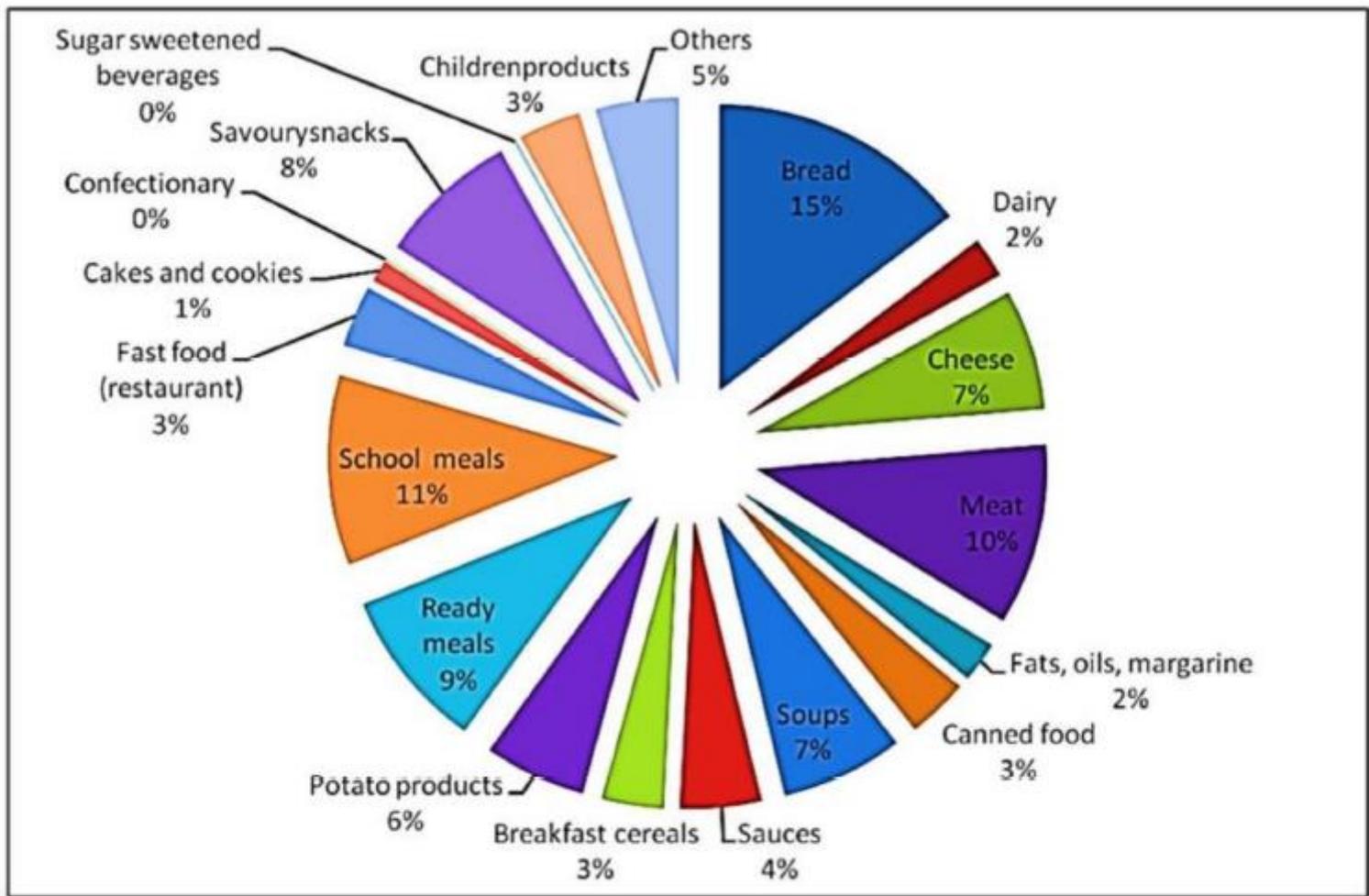


Figure 3. Food commodities on which reformulations aimed at salt content reduction are focused [14].

<b>Salt Taste Sources</b>	<b>Salt Taste Enhancers</b>
modified sodium chloride	plants as a salty taste enhancer
micronized salt	herbs and spices
encapsulated salt with lipids	extracts of herbs or spices
modified shape of salt crystals	seaweed
crystal aggregates	
hollow salt crystals	
salt nanoparticles on polysaccharide carriers	
organic and inorganic salts	amino acids and peptides
potassium chloride	glycine
magnesium chloride	lysine
ammonium chloride	arginine
calcium chloride, calcium carbonate	ornithine
potassium citrate and diphosphate	histidine
magnesium and sodium sulphate	plant protein hydrolysate
	yeast extracts
plants as a salt substitutes	other enhancers
seaweed	trehalose
halophytes	lactic acid salts
	glutamates
	adenosine-5'-monophosphate
	milk permeate
	sourdough
	edible mushrooms

## 五、预包装食品中的碘含量

# 概念

加工食品（**Processed food**）

工业加工食品（**Industrially processed food**）

指的是运用工业制造的流程和化学配方来制造的食品。

**零食**：非正餐时间所吃的各种食物。提供的能量和营养素是全天摄入的组成部分，在评估营养摄入量时应计算在内。运动人体由于能量需求高，常以液态或固态食物形式的加餐方式补充一定的能量、营养素和水。

*Convenience food, tertiary processed food, Packaged food, Ready-to-eat food*

**预包装食品（prepackaged food）**：预先定量包装（包括预先定量制作在包装材料和容器中）、在一定量限范围内具有统一的质量或体积标识的食品。

我们关注的是：侧重于食品工业用盐（含调料），而**不是用于小规模商业食品生产和加工的盐**，如当地面包店或街头食品摊贩。小型企业通常使用与家庭相同类型的盐，而加工食品制造商可能依赖批量供应，可能按照不同的标准生产。加工食品制造商通常拥有广泛的产品分销渠道，并可纳入监管监测范围，以确保只使用符合国家标准的碘化盐。

与补碘相关的工业加工食品包含：

- 1、**含盐量高**的食物，经常**少量食用**，通常代替烹调或食用盐，如**虾酱**、鱼酱或肉汤；
- 2、通常**含盐量相对较低的主食**，经常大量食用，如工业生产的面包或方便面；
- 3、根据年龄和城乡位置等人口因素，某些人口群体经常食用含盐量中等至高的其他食品，如**方便食品或零食**。

# 中国预包装食品碘含量——2020

表3 不同分类预包装食品碘含量 [M (P25, P75) ]

分类		<i>n</i>	碘含量	<i>H</i> 值	<i>P</i> 值
类别	休闲食品	74	7.6 (1.6~23.6)	49.243	<0.001
	鱼禽肉蛋类制品	83	<u>40.5 (20.7~54.3)</u>		
	主食及速食食品	63	15.2 (6.8~22.4)		
	乳类及制品	4	13.0 (12.4~49.3)		
加工方式	发酵类	24	12.5 (1.6~43.3)	73.282	<0.001
	烘焙类	43	10.0 (3.5~14.6)		
	烘炒类	11	0.8 (0.3~6.0)		
	烘烤类	14	23.4 (10.8~37.2)		
	腌制类	81	<u>40.5 (22.2~58.4)</u>		
	其他类	51	<u>15.7 (6.8~25.6)</u>		
种类	动物性食物	106	<u>34.9 (12.7~51.2)</u>	35.062	<0.001
	植物性食物	118	11.0 (3.0~23.4)		
碘含量	非富碘食物	210	16.2 (5.9~38.2)	11.293	0.001
	富碘食物	14	<u>42.6 (28.0~70.0)</u>		

[1]谭洪兴,骆璇,刘妍妍,刘鑫,李林秋,刘小立,王竹,王俊.预包装食品中钠、碘含量及相关性[J].卫生研究,2020,49(06):1002-1007.

本次调查的224种预包装食品中，总体碘盐使用率约为**81.70%**。在计算总体碘盐使用率时，**剔除烘焙、烘烤类等易造成碘损失的样品后**，碘盐使用率为**88.46%**。由图1可见，根据不同的加工方式，**发酵类食品**碘盐使用率为**87.50%**，**腌制类食品**碘盐使用率为**88.89%**，**其他类**为**88.24%**。

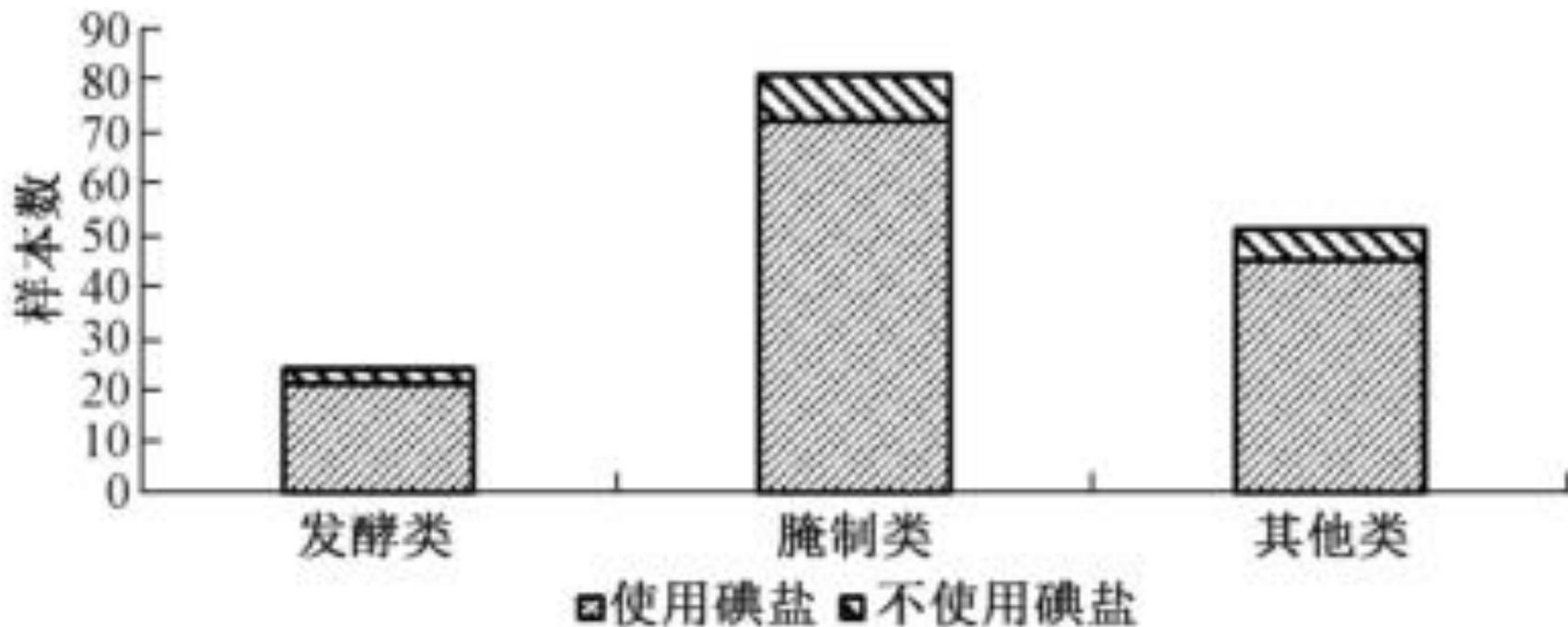


图 1 不同加工方式预包装食品碘盐使用情况

# 调味品碘含量

表 1 各类调味品碘含量检测结果(以 100g 可食部计碘  $\mu\text{g}$ )

调味品	n	$\bar{x} \pm sd$	中位数	P25	P75
食盐	9	2317.78 $\pm$ 70.67	2320.00	2270.00	2370.00
酱油	28	23.07 $\pm$ 43.45	2.98	1.24	12.83
蚝油	4	16.31 $\pm$ 28.46	3.00	0.56	45.36
鱼露	4	26.22 $\pm$ 22.21	20.02	8.95	49.67
料酒	12	1.45 $\pm$ 1.86	0.88	0.62	1.39
醋	12	7.97 $\pm$ 17.77	1.63	0.30	5.50
香辛料	12	48.21 $\pm$ 58.58	19.38	12.16	46.66
味精	13	13.00 $\pm$ 42.66	0.30	0.30	0.30
鸡精	8	71.59 $\pm$ 83.22	21.64	9.91	173.30
酱类	12	51.60 $\pm$ 63.43	28.75	6.86	69.68

注:Kruskal - Wallis 检验,卡方值:66.676,  $P = 0.000$

表2 各品牌调味品碘含量(以100g可食部计碘 μg)

品名	碘	品名	碘	品名	碘	品名	碘	品名	碘	品名	碘
食盐		草菇老抽 (李锦记.广东)	1.48	精选老抽 (李锦记.广东)	0.82	锦珍生抽 (李锦记.广东)	1.33	锦珍老抽 (李锦记.广东)	0.80	红烧汁酱油 (李锦记.广东)	0.61
精酿生抽 (味事达.广东)	113.05	草菇老抽 (海天.广东)	4.75	金标生抽 (海天.广东)	11.42	上等鲜酱油 (海天.广东)	3.60	宴会特级酱油 (太太乐.上海)	98.26	特级酱油 (欣和.烟台)	-
六月鲜红烧酱油 (欣和.烟台)	-	老抽 (厨邦.广东)	1.87	金品生抽 (厨邦.广东)	2.83	酱油 (厨邦.广东)	3.07	蒸鱼豉油 (广味源.广州)	13.30	白酱露 (广味源.广州)	0.92
金标生抽 (有味坊.阜丰)	3.35	味极鲜酱油 (有味坊.阜丰)	2.05	味极鲜生抽 (加加.长沙)	37.04	鲜味鲜酱油 (加加.长沙)	<u>168.29</u>	蒸鱼豉油酱油 (珠江桥.广州)	1.21	特级御品鲜 (珠江桥.广州)	3.22
福州酱油 (民天.福州)	80.84	超级酱油 (海堤.厦门)	82.39	味极鲜酱油 (金冠园.晋江)	2.90	鲜味生抽 (金冠园.晋江)	3.58	酱油 (大茂.漳浦)	2.47	鲍汁蚝油王 (凤球唛.福州)	4.70
蚝油 (珠江桥.广州)	1.30	蚝油 (李锦记.广州)	0.32	味极鲜蚝油 (味事达.广东)	58.91	泰国风味鱼露 (凤球唛.福州)	8.07	闽江鱼露 (民天.福州)	28.47	泰国风味鱼露 (民天.福州)	11.58
特级鱼露 (民天.福州)	56.74	银耳黄酒 (凤在香.古田)	0.86	料酒 (老才臣.北京)	-	老酒 (黄华山.建瓯)	-	绍兴加饭酒 (绍兴.绍兴)	0.83	加饭酒 (绍兴.绍兴)	0.78
姜汁料酒 (恒顺.江苏)	0.91	葱姜料酒 (恒顺.江苏)	1.13	黄酒 (恒顺.江苏)	1.82	老酒 (闽安.长乐)	0.57	老酒 (闽桥.南平)	7.20	黄酒 (巨龙.四川)	1.44
福建老酒 (鼓山.福州)	1.23	陈醋 (加加.长沙)	-	陈醋 (厨邦.广东)	1.01	姜汁老醋 (民天.福州)	-	陈醋 (民天.福州)	0.94	老醋 (永春.永春)	-
白醋 (恒顺.江苏)	-	镇江陈醋 (恒顺.江苏)	2.25	山西老陈醋 (恒顺.山西)	13.22	老陈醋 (老才臣.北京)	5.48	陈醋 (海天.广东)	5.51	镇江陈醋 (北固山.江苏)	2.89
白醋 (海堤.厦门)	63.12	黑胡椒粉 (味好美.上海)	10.54	五香粉 (味好美.上海)	42.92	辣椒粉 (味好美.上海)	11.88	花椒粉 (味好美.上海)	45.05	生姜粉 (味好美.上海)	<u>170.21</u>
椒盐 (味好美.上海)	<u>170.21</u>	白胡椒粉 (味好美.上海)	11.74	孜然粉 (味好美.上海)	18.06	白胡椒 (珍津.晋江)	13.00	黑胡椒 (珍津.晋江)	17.02	孜然 (珍津.晋江)	20.69
椒盐 (珍津.晋江)	47.20	味精 (轩辉.福州)	-	味精 (味丹.上海)	-	味精 (加加.长沙)	-	味精 (罗星塔.福州)	-	味精 (葵花.山东)	-
纯味精 (武夷.南平)	-	味精 (莲花.河南)	-	特鲜味鲜味精 (太太乐.上海)	154.62	特鲜味精 (百味特.福州)	-	鲜味精 (阜丰.阜丰)	-	纯味精 (双塔.泉州)	-
味之精华 (家艺.重庆)	11.14	米味精 (武夷.南平)	-	蔬之鲜 (太太乐.上海)	<u>193.08</u>	鸡精 (太太乐.上海)	120.01	鸡精 (阿一波.泉州)	2.75	鸡精 (武夷.南平)	13.97
鸡精 (老卤锅.温州)	191.06	鸡精 (加加.长沙)	15.38	鸡精 (有味坊.阜丰)	27.89	鸡精 (家乐.深圳)	8.56	香菇炸酱 (葱伴侣.山东)	4.69	黄豆酱 (葱伴侣.山东)	<u>183.86</u>
豆瓣酱 (6月香.山东)	171.28	特级辣椒酱 (海堤.厦门)	42.33	蒜蓉酱 (B.B.厦门)	6.60	粽子酱 (B.B.厦门)	65.01	酸甜酱 (B.B.厦门)	20.54	甜辣酱 (B.B.厦门)	1.32
甜辣酱 (味好美.上海)	36.96	番茄沙司 (李锦记.广东)	7.65	番茄沙司 (呱呱.厦门)	71.23	番茄沙司 (家乐.上海)	7.74				

注“-”为未检出。

# 工业加工食品使用碘盐项目指南



**PROGRAM GUIDANCE ON THE USE OF  
IODIZED SALT IN INDUSTRIALLY PROCESSED  
FOODS**

## 目的：

- 1、评估工业加工食品中的盐对碘摄入的贡献；
- 2、运用分析结果给出相应的政策建议。

## 意义：

- 1、通过在盐中提供适量的碘来保护后代，并考虑到饮食习惯的变化可能会使盐的主要来源从家庭盐转变为食品工业盐；
- 2、为难以获得有质量保证的家庭用碘盐的人群提供保护，这些人群也在消费含盐加工食品；
- 3、了解调整盐碘标准对人群碘摄入量可能产生的影响。

## Effect of iodized salt on organoleptic properties of processed foods: a systematic review

Jessica L. Blankenship<sup>1</sup> · Greg S. Garrett<sup>2</sup> · Noor Ahmad Khan<sup>3</sup> ·  
Luz Maria De-Regil<sup>3</sup> · Rebecca Spohrer<sup>4</sup> · Jonathan Gorstein<sup>5,6</sup>

Accepted: 10 June 2018 / Published online: 13 July 2018  
© Association of Food Scientists & Technologists (India) 2018

**Abstract** Despite the global recommendation for fortification of salt with iodine, including salt used in food processing, most salt iodization programs have focussed only on iodization of household salt. Food manufacturers are frequently concerned about the potential instability of iodine and changes in organoleptic properties of their products if iodized salt is used instead of non-iodized salt. To address these concerns, this paper provides a comprehensive review of studies conducted to assess the effect of iodized salt on the organoleptic properties of processed foods and condiments. A comprehensive review was conducted of eligible studies identified by searching electronic databases (PubMed, Medline) and open Internet searches for studies examining the effect of salt iodized with either potassium iodide (KI) or potassium iodate (KIO<sub>3</sub>) on processed foods. A total of 34 studies on the effect of iodized salt on 38 types of processed foods are summarized. There is no evidence that the use of iodized salt in production of processed foods or condiments causes adverse organoleptic changes that will affect consumer acceptability or product quality. Universal salt iodization is widely recognized as the most cost-effective intervention to eliminate iodine

deficiency. Taking into account increases in the proportion of dietary salt consumed through processed foods, and declines in salt consumed as household salt, iodized salt should be used in the production of processed foods as a means of assuring optimal iodine nutrition without the risk of affecting the organoleptic properties of foods.

**Keywords** Iodized salt · Processed foods · Salt iodization · Organoleptic properties · Iodine deficiency

### Introduction

Universal salt iodization (USI) has been credited with reducing the prevalence of iodine deficiency disorders (IDD) and enabling countries to supply optimal iodine to meet dietary requirements globally. Legislation on USI is in place in 108 countries (Global Fortification Data Exchange 2018) and 86% of households globally have access to iodized salt (UNICEF 2017). While there has been tremendous progress, sub-optimal iodine intake is still a public health burden in 19 countries and the prevalence of

考虑到通过加工食品

摄入的盐量的增加、家庭

碘盐消费量下降，**应该在**

**加工食品的生产中使用碘**

**盐**，作为不影响食物的感

官特性并确保人群最佳碘

营养的方法。

发达国家的成功经验国家需要适应发展中国家的情况。加工食品的日益普及给孟加拉国和巴基斯坦的农村地区提供了增加碘摄入量的机会。然而，这种干预的影响仍有待量化。为了更好地发展国家USI项目，需要不同人群对加工食品的消费量、食品中碘的含量及加工食品对碘营养贡献的数据。

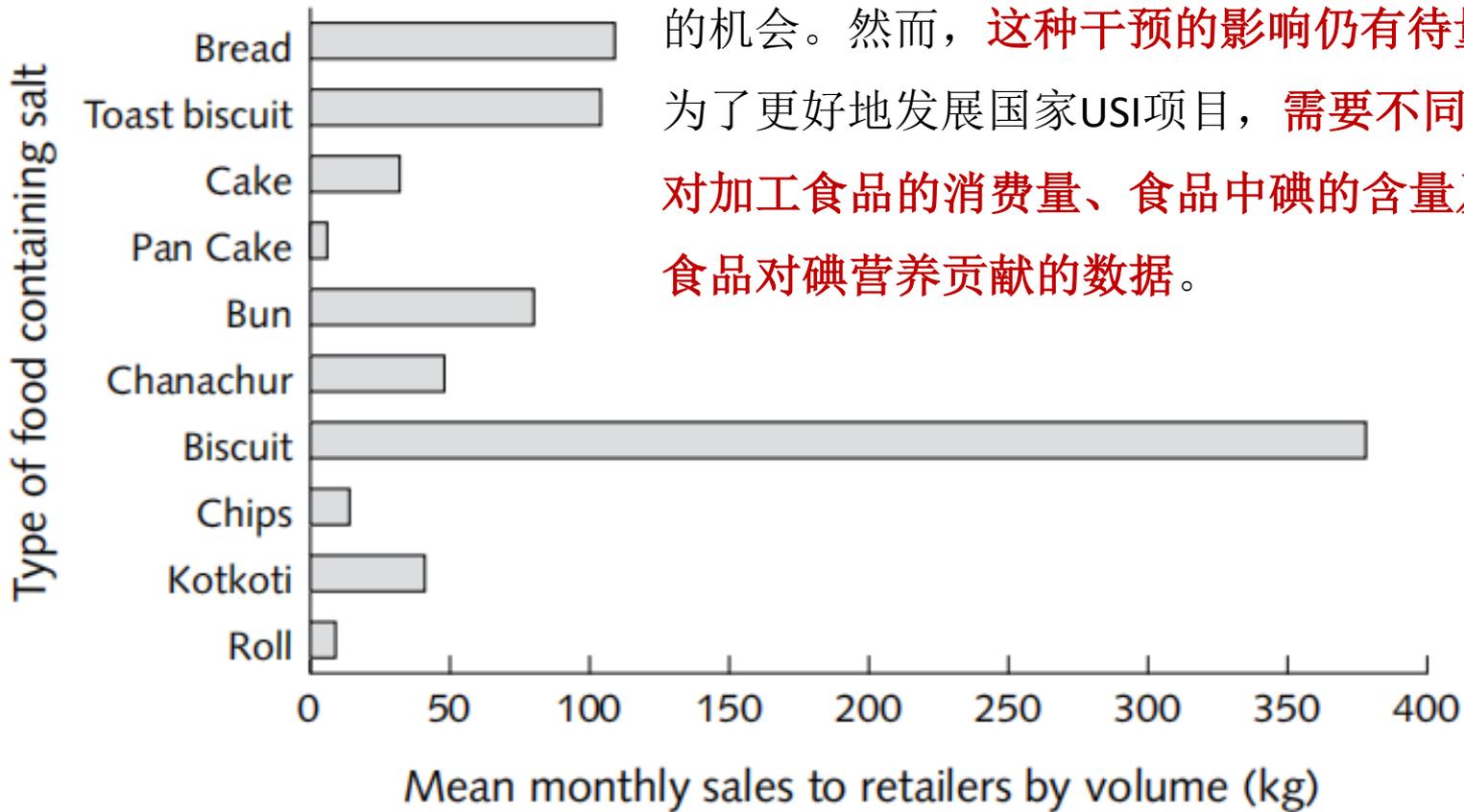
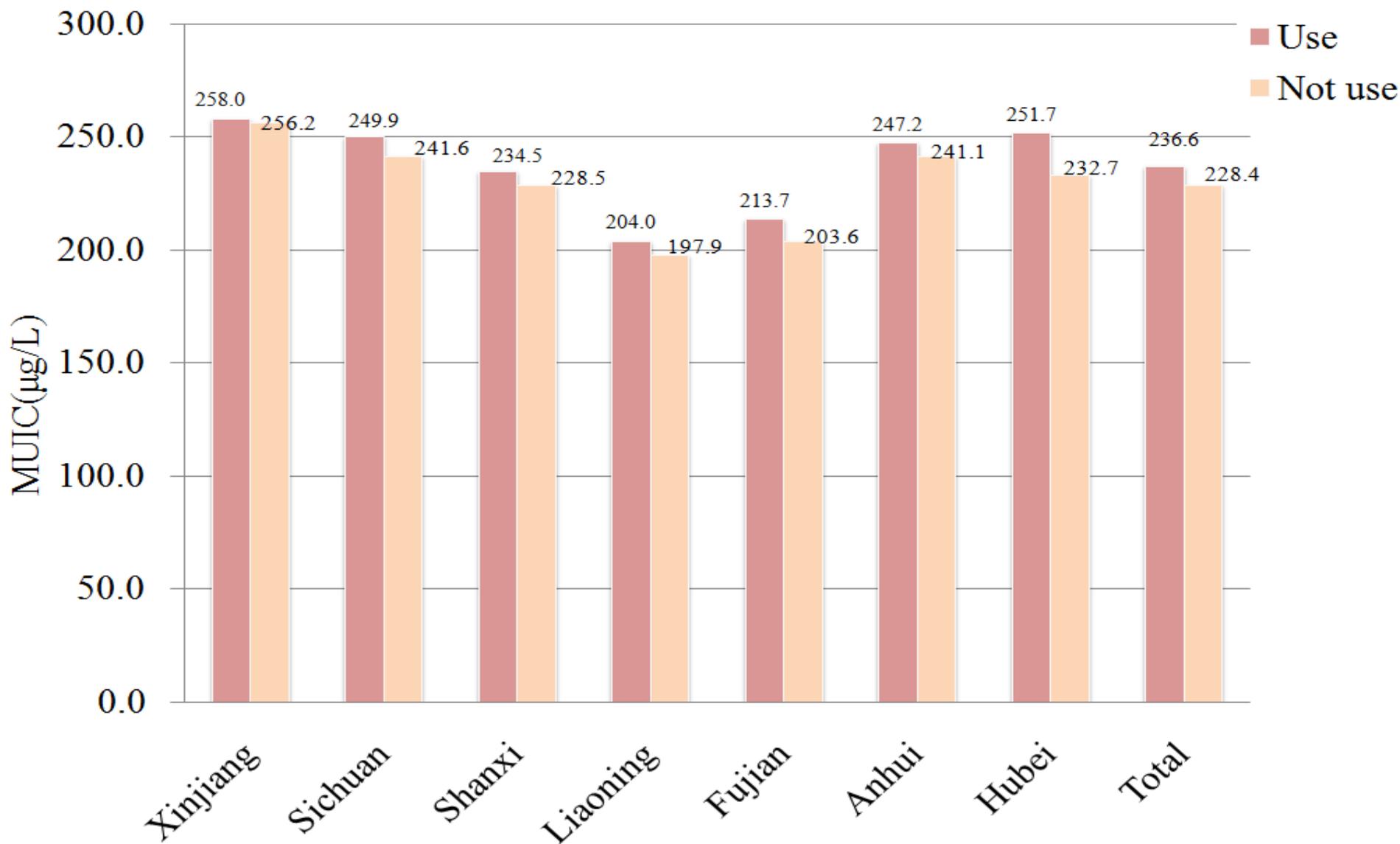


FIG. 4. Mean monthly sales of processed foods in Bangladesh to retailers. Source: The Nielsen Company (Bangladesh) Ltd. [24]

# 零食是否使用碘盐对儿童尿碘的影响

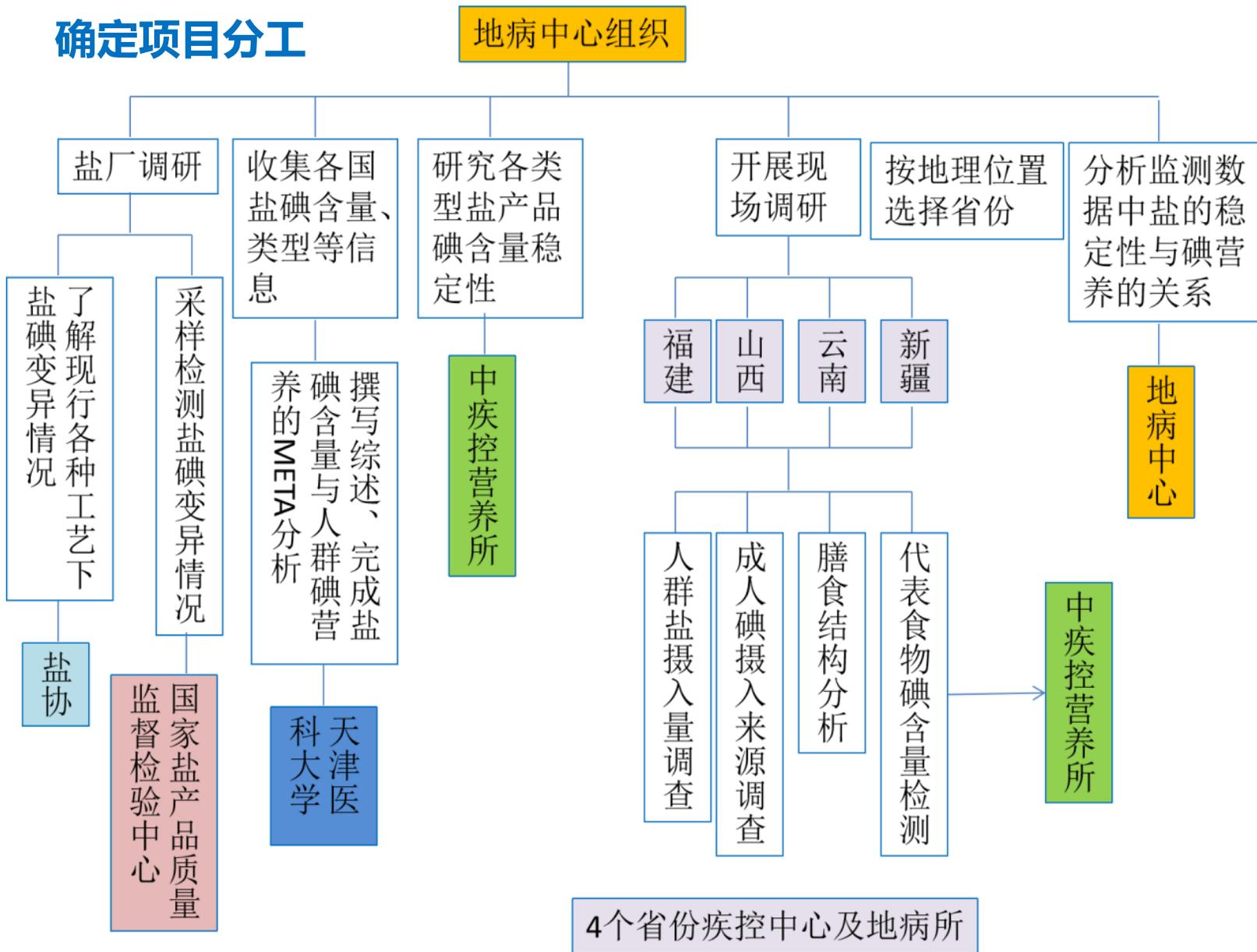




《指南》综合了各国减盐措施以及工业界减盐经验，按类别提出了我国食品工业减盐基本原则、目标、技术程序和研究需求，并依据食品分类和工艺等提出了各类食品分阶段减盐目标。《指南》建议，食品企业作为减盐工作的实践者应循序渐进、分段实施、重点突破，逐渐实现到**2030年加工食品钠含量平均水平降低20%的目标**。食品企业可参照同类食品钠含量的平均水平和分布状况，通过改善工艺、口味调节等多种技术减少钠盐用量，达到行业整体下调盐的用量。

# 六、《食用盐碘含量》标准的修订

## 确定项目分工



# 目前达成的一致性见解

- 1、保持2-3个盐碘含量标准；
- 2、压缩盐碘标准值的变异范围；
- 3、增加孕妇盐碘含量；
- 4、维持碘酸钾、碘化钾、海藻碘的制剂类型。

谢谢！

