

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20250213002

引用格式: 王玉霞, 孙建云, 高向娜, 等. 甘肃省内 48 种甜品中维生素含量监测结果分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2025, 16(10): 247-253.

WANG YX, SUN JY, GAO XN, *et al.* Analysis of vitamin content monitoring results in 48 kinds of desserts in Gansu Province [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2025, 16(10): 247-253. (in Chinese with English abstract).

# 甘肃省内 48 种甜品中维生素含量监测结果分析

王玉霞, 孙建云\*, 高向娜, 李拥军, 张琳, 刘小云, 吕青君,  
谢迎春, 骆 珊, 李春秋

(甘肃省疾病预防控制中心, 兰州 730000)

**摘要:** **目的** 基于国家营养监测要求对甘肃省内常见 48 种甜点中维生素含量情况进行检测。**方法** 以甘肃省内常见的 48 种甜品为研究对象, 采用食品安全国家标准中规定的高效液相色谱法对样品中维生素 A、胡萝卜素、维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、维生素 C、维生素 E 以及维生素 E(包括  $\alpha$ -生育酚、 $\beta$ -生育酚、 $\gamma$ -生育酚和  $\delta$ -生育酚)的含量进行检测。**结果** 48 种甜品中除去维生素 B<sub>1</sub> 均未检出外, 其余维生素检出率从高到低为维生素 E>维生素 B<sub>2</sub>>维生素 A>胡萝卜素>维生素 C; 样品中维生素 A 含量为未检出~549.000  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ , 中位数为 20.000  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ; 胡萝卜素检出含量为未检出~142.650  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ , 中位数为 0.250  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ; 维生素 B<sub>2</sub> 检出含量为未检出~0.226  $\text{mg}/100\text{ g}$ , 中位数为 0.090  $\text{mg}/100\text{ g}$ ; 维生素 C 检出为未检出~4.740  $\text{mg}/100\text{ g}$ , 中位数为 0.250  $\text{mg}/100\text{ g}$ ; 维生素 E(各分型之和)检出含量为未检出~549.000  $\text{mg}/100\text{ g}$ , 中位数为 21.650  $\text{mg}/100\text{ g}$ ;  $\alpha$ -生育酚检出含量为未检出~2.690  $\text{mg}/100\text{ g}$ , 中位数为 1.015  $\text{mg}/100\text{ g}$ ;  $\beta$ -生育酚检出含量为未检出~1.240  $\text{mg}/100\text{ g}$ , 中位数为 0.02  $\text{mg}/100\text{ g}$ ;  $\gamma$ -生育酚检出含量为未检出~11.810  $\text{mg}/100\text{ g}$ , 中位数为 1.135  $\text{mg}/100\text{ g}$ ;  $\delta$ -生育酚检出含量为未检出~2.040  $\text{mg}/100\text{ g}$ , 中位数为 0.020  $\text{mg}/100\text{ g}$ 。**结论** 脂溶性维生素在甘肃省内甜点样品中检出含量普遍较高, 水溶性维生素检出均较低。

**关键词:** 甘肃省; 甜品; 维生素; 参考摄入量

## Analysis of vitamin content monitoring results in 48 kinds of desserts in Gansu Province

WANG Yu-Xia, SUN Jian-Yun\*, GAO Xiang-Na, LI Yong-Jun, ZHANG Lin, LIU Xiao-Yun,  
LV Qing-Jun, XIE Ying-Chun, LUO Shan, LI Chun-Yang

(Gansu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Lanzhou 730000, China)

**ABSTRACT: Objective** To investigate the vitamin content in common 48 kinds of desserts in Gansu Province based on the requirements of national nutritional monitoring. **Methods** A total of 48 kinds of common desserts from Gansu Province were analyzed. The content of vitamin A, carotene, vitamin B<sub>1</sub>, vitamin B<sub>2</sub>, vitamin C, vitamin E and vitamin E

收稿日期: 2025-02-13

基金项目: 甘肃省重点研发计划项目(24YFGA060); 甘肃省中医药管理局科研项目(GZKP-2021-24)

第一作者: 王玉霞(1978—), 女, 副主任技师, 主要研究方向为检验。E-mail: 290657998@qq.com

\*通信作者: 孙建云(1976—), 男, 硕士, 主任技师, 主要研究方向为公共卫生。E-mail: 378940920@qq.com

fractions, *i.e.* ( $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -tocopherol,  $\gamma$ -tocopherol and  $\delta$ -tocopherol) were determined by high performance liquid chromatography method as specified in the national standard for food safety. **Results** The results showed that among the 48 kinds of desserts, except for vitamin B<sub>1</sub>, the detection rates of other vitamins ranged from high to low: Vitamin E>vitamin B<sub>2</sub>>vitamin A>carotene>vitamin C; the content of vitamin A in the sample is ND-549.000  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ , median of 20.000  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ; the content of carotene was ND-142.650  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ , median of 0.250  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ . The content of vitamin B<sub>2</sub> was ND-0.226 mg/100 g, median of 0.090 mg/100 g; The content of vitamin C was ND-4.740 mg/100 g, median of 0.250 mg/100 g. The detected content of vitamin E (sum of various subtypes) ranges was ND-549.000 mg/100 g, median of 21.650 mg/100 g; the content of  $\alpha$ -tocopherol was ND-2.690 mg/100 g, median of 1.015 mg/100 g; the content of  $\beta$ -tocopherol was ND-1.240 mg/100 g, median of 0.020 mg/100 g; the content of  $\gamma$ -tocopherol was ND-11.810 mg/100 g, median of 1.135 mg/100 g; the content of  $\delta$ -tocopherol was ND-2.040 mg/100 g, median of 0.020 mg/100 g. **Conclusion** The fat-soluble vitamins are generally detected at higher levels in the samples from Gansu Province, while the water-soluble vitamins are detected at lower levels.

**KEY WORDS:** Gansu Province; dessert; vitamin; reference intake

## 0 引言

随着社会经济的发展和居民生活水平的提高,甜品消费逐渐成为日常饮食的重要组成部分。甜品因其独特的风味和多样化的形式深受消费者青睐,尤其在年轻群体及城市居民中消费需求持续增长。然而,传统甜品多以高糖、高脂、高热量的原料为主,其营养价值常因维生素等微量营养素含量不足而受到质疑。维生素作为人体必需的微量营养素,在维持代谢功能、增强免疫力及预防慢性疾病中具有重要作用。因此,系统评估甜品中维生素含量,对引导健康饮食具有重要意义。微量营养素缺乏对国民营养健康也造成了严重的负面影响<sup>[1]</sup>。为提高人们健康水平,中共中央提出了《“健康中国 2030”规划纲要》,根据 2015—2017 年中国居民营养与健康状况监测数据,我国 80%以上居民存在维生素 B<sub>1</sub> 和维生素 B<sub>2</sub> 摄入不足风险,近 70%居民存在维生素 C 摄入不足风险<sup>[2]</sup>。如能促进甜品从高糖、高脂、高热量的“愉悦消费”转向强化营养素的“健康消费”,如日本功能标示甜品添加维生素 B<sub>1</sub> 和维生素 B<sub>2</sub>,成为便利店热销商品,既顺应现代人对营养的关注,也为行业创新提供方向。其核心目的是在满足味蕾的同时,提升甜品的功能性价值,推动健康饮食文化与城市生活方式的融合。

维生素是参与维持人体正常生理活动必需的一类有机化合物,其主要功能是作为辅酶的成分调节代谢<sup>[3]</sup>。大部分维生素在体内不能合成或合成量很少,不能满足机体需要,必须由食物来供给<sup>[4]</sup>。随着经济的不断发展,人民生活水平不断提高,甜品已成为社会大众休闲、娱乐的首选消费食品,占人们消费支出的比重也越来越高<sup>[5]</sup>。有数据显示,中国甜品店铺数量已经位居餐饮市场第 3<sup>[6]</sup>。鉴于甜品现如今被大众喜爱的程度以及我国居民营养缺乏的现状,对甜品中各种营养素的检测是至关重要的。

目前国外对维生素的研究主要集中于各类维生素单一或者联合后在疾病中的作用<sup>[7-9]</sup>,对甜品方面的研究通过检索近十年文献发现大多集中于摄入过量甜品对人体健康的影响<sup>[10-11]</sup>。国内对维生素研究一方面主要集中在对检测维生素方法上的改良<sup>[12]</sup>,另一方面也有部分研究是对于维生素在疾病治疗中的作用<sup>[13]</sup>。国内对甜品方面的研究主要在市场发展与营销策略上<sup>[14]</sup>,而对于甜品中营养素含量的基础性研究较少。本研究通过以甘肃省内的 48 种常见甜品为研究对象,采用食品安全国家标准中规定的高效液相色谱法对样品中维生素 A、胡萝卜素、维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、维生素 C、维生素 E 以及维生素 E(包括  $\alpha$ -生育酚、 $\beta$ -生育酚、 $\gamma$ -生育酚和  $\delta$ -生育酚)的含量进行检测,对省内食品营养结构进行了解,以便为食品营养评价和人们健康膳食提供合理建议。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

#### 1.1.1 材料

为确保所采集的样品具有代表性,在甘肃省内连锁店(连锁店选择标准:数量大于 3 家)采取随机抽样的方法对常见甜点进行采样,共采集到 48 份样品。48 份样品可分为 6 大类,分别为特色类( $n=2$ )、糕点类( $n=7$ )、面点类( $n=8$ )、蛋糕类( $n=15$ )、面包类( $n=11$ )和饼干类( $n=5$ )。

#### 1.1.2 试剂

视黄醇、 $\alpha$ -胡萝卜素、 $\beta$ -胡萝卜素(纯度 $\geq 95\%$ ,坛墨质检标准物质中心); $\alpha$ -生育酚、 $\beta$ -生育酚、 $\gamma$ -生育酚、 $\delta$ -生育酚(纯度 $\geq 95\%$ ,天津阿尔塔科技有限公司);维生素 B<sub>1</sub>(纯度 $\geq 99\%$ )、维生素 B<sub>2</sub>(纯度 $\geq 98\%$ ,北京曼哈格生物科技有限公司);L(+)-抗坏血酸标准品、D(-)-抗坏血酸(异抗坏血酸)(纯度 $\geq 99\%$ ,北京振翔科技有限公司);木瓜蛋白酶

(酶活力 $\geq 800$  U/mg)、淀粉酶(酶活力 $\geq 3700$  U/g)、木瓜蛋白酶(酶活力 $\geq 10$  U/mg)、高峰淀粉酶(酶活力 $\geq 100$  U/mg)、淀粉酶(酶活力 $\geq 100$  U/mg)(上海安谱实验科技股份有限公司); 2,6-二叔丁基对甲酚(纯度 $\geq 99.99\%$ )、乙酸钠(三水)(纯度 $\geq 99.99\%$ )(上海阿拉丁生化科技股份有限公司); 乙腈、甲醇、正己烷(色谱纯, 德国默克公司); 十六烷基三甲基溴化铵(分析纯, 沪试国药西陇科学股份有限公司); 三氯甲烷、甲基叔丁基醚、正丁醇(色谱纯, 上海麦克林生化科技股份有限公司); 二氯甲烷(色谱纯, 诺尔施成都市科隆化学有限公司); 盐酸、冰乙酸、乙酸钠、氢氧化钠、氢氧化钾、抗坏血酸、铁氰化钾、L-半胱氨酸、无水乙醇、无水乙醚、无水硫酸钠、磷酸、磷酸二氢钾、偏磷酸、磷酸三钠(优级纯, 天津市科密欧化学试剂有限公司); 五氧化二磷(分析纯, 安徽金粤冠新材料科技有限公司); 石油醚(分析纯, 天津市富宁精细化工有限公司)。

## 1.2 仪器与设备

Agilent 1200 高效液相色谱仪(带荧光、紫外检测器, 美国安捷伦公司); PL303 电子天平(精度 0.01 mg, 瑞士梅特勒托利多仪器有限公司); SS-1022 高速多功能粉碎机(武汉海纳电器有限公司); Milli-Q IQ 7000 纯水机[默克化工技术(上海)有限公司]; R-215 旋转蒸发仪(香港步琪有限公司); DHG-9240A 电热恒温鼓风干燥箱(江苏正基仪器有限公司); TARGINVX-III 涡旋振荡器(北京踏棉科技有限公司); N-EVAP112 氮吹仪(美国 Orangaomation 公司); 3k30 高速离心机(德国 Sigma 公司); PHSJ-5 酸度计(深圳市卡迪亚科技有限公司); SHA-B 水浴恒温振荡器(江苏正基仪器有限公司); C<sub>18</sub> 反相色谱柱(250 mm $\times$ 4.6 mm, 5  $\mu$ m)、C<sub>30</sub> 柱(250 mm $\times$ 4.6 mm, 3  $\mu$ m)(北京迪马科技公司)。

## 1.3 检测方法

在本研究中均采用 GB 5009 系列中不同维生素相应的检测进行测定, 样品处理均严格按照食品国家安全标准中规定的步骤进行相应的操作。为了保持样品的稳定性和防止可能的质量变化, 其中在测定维生素 A、E 与维生素 B<sub>2</sub> 中样品需避光检测; 维生素 C 要尽快测定。样品中维生素 A、E 测定用 GB 5009.82—2016《食品安全国家标准 食品中维生素 A、D、E 的测定》; 胡萝卜素测定用 GB 5009.83—2016《食品安全国家标准 食品中胡萝卜素的测定》; 维生素 B<sub>1</sub> 测定用 GB 5009.84—2016《食品安全国家标准 食品中维生素 B<sub>1</sub> 的测定》; 维生素 B<sub>2</sub> 测定用 GB 5009.85—2016《食品安全国家标准 食品中维生素 B<sub>2</sub> 的测定》; 维生素 C 测定用 GB 5009.86—2016《食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定》。

## 1.4 数据处理

采用 Excel 2010 软件进行原始数据记录及分类整理,

使用 SPSS 25.0 软件对样品中维生素含量进行多个独立样本非参数检验分析, 检验水准  $\alpha=0.05$ ,  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果与分析

### 2.1 样品中维生素检出情况

维生素可分为脂溶性与水溶性两大类, 其中脂溶性维生素包括维生素 A、胡萝卜素和维生素 E 等, 水溶性维生素包括维生素 B 族、维生素 C 等<sup>[15]</sup>。通过使用 GB 5009 中各维生素检测第一方法对甘肃省 48 份样品中维生素含量进行检测分析, 整体检出率见表 1。结果显示, 维生素 E 在 48 份样品中检出率最高, 为 72.9%。维生素 B<sub>1</sub> 在 48 份样品中均未检出。各类维生素检出率从高到低依次为: 维生素 E>维生素 B<sub>2</sub>>维生素 A>胡萝卜素>维生素 C>维生素 B<sub>1</sub>。根据表 3 中各类维生素检出情况得到图 1, 发现 48 份样品中脂溶性维生素检出率较高, 占全部检出维生素的 67%, 水溶性维生素检出率相对较少, 占 33%。

表 1 样品中各类维生素检出情况  
Table 1 Detection of various vitamins in the sample

种类	样品数/份	检出样本数/份	检出率/%
维生素 A	48	31	64.6
胡萝卜素	48	11	22.9
维生素 B <sub>1</sub>	48	0	0
维生素 B <sub>2</sub>	48	32	66.7
维生素 C	48	6	12.5
维生素 E	48	35	72.9

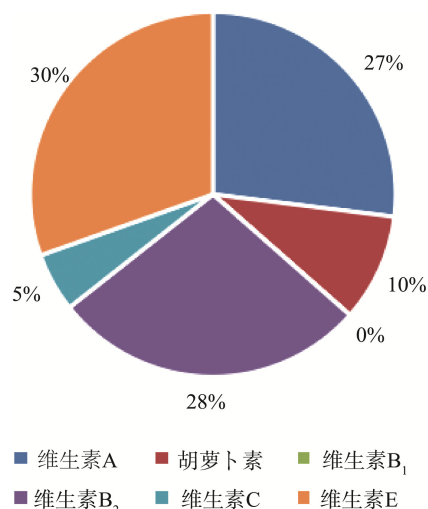


图 1 样品中各维生素检出率占比  
Fig.1 Proportion of vitamin detection rate in samples

### 2.2 各类维生素整体检出情况

对原始数据进行整理, 发现同一种样品中不同维生素含量检出差异较大。表 2 是对样品中各类维生素含量检测得到的原始数据通过中位数与四分位间距进行的统计描

述, 结果发现, 不同样品中均未检出维生素 B<sub>1</sub>(检出含量低于检测方法的最低检出限), 而同一种维生素在不同样品中检出的差异较大。将 48 份甜点样品按照传统分类进行归类, 可分为特色类、糕点类、面点类、蛋糕类、面包类和饼干类 6 大类。表 3 是样品经分类后, 各类别样品不同维生素具体含量。

### 2.2.1 维生素 A

48 种样品中维生素 A 检出含量为未检出(低于检测方法最低检出限)~549.000 μg/100 g, 中位数为 20.000 μg/100 g, 其中样品名为蔓越莓曲奇饼干的检出含量最高, 为 549.000 μg/100 g。对各类别甜点的维生素 A 含量进行非参数检验发现差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

### 2.2.2 胡萝卜素

在 48 份样品中检出胡萝卜素的有 11 份, 检出含量为未检出(低于检测方法最低检出限)~142.650 μg/100 g, 中位数为 0.250 μg/100 g, 极差为 142.650 μg/100 g, 表明得到的样品中胡萝卜素含量数据离散程度较大, 其中含量最高的甜点是名为黄金唱片的面包。对各类别甜点的胡萝卜素含量进行非参数检验发现差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

### 2.2.3 维生素 B<sub>2</sub>

48 份样品中维生素 B<sub>2</sub> 检出含量未检出(低于检测方法最低检出限)~0.226 mg/100 g, 占 NRV 百分比范围在

Tr~18.8%, 中位数为 0.090 mg/100 g。各样品中检出含量均低于《中国居民膳食营养素参考摄入量》中参考含量。对各类别甜点的维生素 B<sub>2</sub> 含量进行非参数检验发现差异有统计学意义( $P<0.001$ ), 不同类别两两比较, 发现就维生素 B<sub>2</sub> 而言, 饮品类与蛋糕类两者之间差异有统计学意义( $P=0.036$ ); 面包类与面点类两者之间差异有统计学意义( $P=0.035$ ); 面点类与蛋糕类两者之间有统计学意义( $P<0.001$ )。

### 2.2.4 维生素 C

48 份样品中维生素 C 检出为未检出(低于检测方法最低检出限)~4.740 mg/100 g, 占 NRV 百分比范围在 Tr~5.6%, 中位数为 0.250 mg/100 g, 其中茶心芝士检出含量最多, 占 NRV 百分比为 5.6%。样品中检测出有维生素 C 的仅有 6 种, 且检出含量均远低于《中国居民膳食营养素参考摄入量》中参考含量。对各类别甜点的维生素 C 含量进行非参数检验发现差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

### 2.2.5 维生素 E

48 份甜品中维生素 E(各分型之和)检出含量为未检出(低于检测方法最低检出限)~549.000 mg/100 g, 中位数为 21.650 mg/100 g, 蔓越莓曲奇饼干和杏愿蛋糕检出含量分别为 549.000 mg/100 g 与 488.000 mg/100 g, 对各类别甜点的维生素 E(各分型之和)含量进行非参数检验发现差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

表 2 甘肃省甜点样品中维生素含量中位数与四分位间距

Table 2 Median and interquartile intervals of vitamin content in dessert samples from Gansu Province

	含量	中位数	四分位间距[M( $P_{25}$ , $P_{75}$ )]	NRV/%
维生素 A/μg	Tr~549.000	20.000	20.000 (5.000,132.250)	Tr~98
胡萝卜素/μg	Tr~142.650	0.250	0.250 (0.250,0.250)	Tr~109.7
维生素 B <sub>1</sub> /mg	Tr	0.015	0.015 (0.015,0.015)	Tr
维生素 B <sub>2</sub> /mg	Tr~0.226	0.090	0.090 (0.010, 0.140)	Tr~18.8
维生素 C/mg	Tr~4.740	0.250	0.250 (0.250,0.250)	Tr~5.6
维生素 E 各分型之和/mg	Tr~549.000	21.650	21.650 (0.020, 133.00)	Tr~3921

注: Tr. 样品中该维生素含量低于相应检出方法的最低检出限, 在进行数据统计时均按照相应检出限的一半进行分析; 表中含量均为每 100 g 样品中维生素含量; NRV. 营养素参考值。

表 3 不同类甜点中各维生素含量状况

Table 3 Vitamin content in different kinds of desserts

	饮品(n=2)	糕点类(n=7)	面点类(n=8)	蛋糕类(n=15)	面包类(n=11)	饼干类(n=5)
维生素 A/(μg/100 g)	Tr~12.700	Tr~257.000	Tr~23.100	Tr~488.000	Tr~166.000	Tr~549.000
胡萝卜素/(μg/100 g)	Tr~10.610	Tr~16.160	Tr~9.580	Tr~4.630	Tr~142.650	Tr
维生素 B <sub>1</sub> /(mg/100 g)	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr
维生素 B <sub>2</sub> /(mg/100 g)	Tr	Tr~0.053	Tr	0.067~0.226	0.069~0.120	0.044~0.098
维生素 C/(mg/100 g)	Tr	Tr	Tr	Tr~0.703	Tr~4.740	Tr~1.520
维生素 E 各分型之和/(mg/100 g)	10.610~12.700	Tr~257.000	Tr~23.190	Tr~488.000	Tr~277.650	Tr~549.000
α-生育酚/(mg/100 g)	Tr~0.421	0.652~2.580	0.204~5.280	Tr~2.200	Tr~1.680	Tr~2.690
β-生育酚/(mg/100 g)	Tr	Tr~0.0823	Tr	Tr~1.240	Tr	Tr~0.107
γ-生育酚/(mg/100 g)	Tr~1.060	3.040~9.910	0.152~11.350	Tr~11.810	Tr~1.880	Tr~7.160
δ-生育酚/(mg/100 g)	Tr	Tr~1.000	Tr~0.842	Tr~2.040	Tr	Tr~1.170

根据刘文芳<sup>[16]</sup>在研究中提到的维生素 E 中较为重要的分型有  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$  4 类, 对 6 大类 48 份甜品分别进行检测,  $\alpha$ -生育酚检出含量为未检出~2.690 mg/100 g, 中位数为 1.015 mg/100 g;  $\beta$ -生育酚检出含量为未检出~1.240 mg/100 g, 中位数为 0.020 mg/100 g;  $\gamma$ -生育酚检出含量为未检出~11.810 mg/100 g, 中位数为 1.135 mg/100 g;  $\delta$ -生育酚检出含量为未检出~2.040 mg/100 g, 中位数为 0.020 mg/100 g。得到检测含量见表 2。对各类别甜点的  $\alpha$ -生育酚、 $\beta$ -生育酚、 $\gamma$ -生育酚、 $\delta$ -生育酚含量进行非参数检验发现其中  $\alpha$ -生育酚与  $\beta$ -生育酚均无统计学意义( $P>0.05$ );  $\gamma$ -生育酚有统计学

意义( $P=0.004$ );  $\delta$ -生育酚有统计学意义( $P=0.006$ )。

### 2.3 维生素含量间的相关性分析

表 4 是对不同维生素含量进行 Spearman 相关分析。由表 4 可知, 在  $P=0.01$  情况下, 维生素 E(各分型之和)与维生素 A 相关系数为 0.983, 呈显著正相关; 维生素 C 与胡萝卜素相关系数为 0.464, 呈显著正相关;  $\alpha$ -生育酚与  $\gamma$ -生育酚相关系数为 0.619, 呈显著正相关;  $\gamma$ -生育酚与  $\delta$ -生育酚相关系数为 0.720, 呈显著相关。表明不同种维生素间有相互促进作用。

表 4 甜点中维生素含量的 Spearman 相关分析  
Table 4 Spearman correlation analysis of vitamin content in desserts

	维生素 A	胡萝卜素	维生素 B <sub>1</sub>	维生素 B <sub>2</sub>	维生素 C	维生素 E				
						(各维生素 E 分型之和)	$\alpha$ -生育酚	$\beta$ -生育酚	$\gamma$ -生育酚	$\delta$ -生育酚
维生素 A RAE	1.000									
胡萝卜素	0.103	1.000								
维生素 B <sub>1</sub>	-	-	-							
维生素 B <sub>2</sub>	0.221	0.059	-	1.000						
维生素 C	-0.018	0.464**	-	0.111	1.000					
维生素 E(各维生素 E 分型之和)	0.983**	0.285*	-	0.224	0.069	1.000				
$\alpha$ -生育酚	0.387**	-0.112	-	-0.071	-0.242	0.352*	1.000			
$\beta$ -生育酚	0.043	-0.043	-	0.218	-0.060	0.033	0.010	1.000		
$\gamma$ -生育酚	-0.013	-0.068	-	-0.342*	-0.226	-0.025	0.619**	-0.104	1.000	
$\delta$ -生育酚	0.075	-0.088	-	-0.117	-0.177	0.056	0.215	-0.054	0.720**	1.000

注: \*\*表示在 0.01 级别(双尾), 相关性显著; \*表示在 0.05 级别(双尾), 相关性显著; RAE 指视黄醇活性当量; -表示未检出。

## 3 讨论

维生素 A 的生物活性分子形式主要为视黄醇、维甲酸、视黄素等<sup>[17]</sup>, 以视黄醇为核心, 所以本研究以视黄醇含量指证维生素 A, 本研究中维生素 A 检出率与检出含量都较高。维生素 A 主要存在于动物性食物中, 以动物肝脏、牛奶、鸡蛋、鱼肝油和奶油等含量较高<sup>[17]</sup>。维生素 A 较稳定, 耐酸、碱与热。维生素 A 经一般的烹调加工不会被破坏, 但易被氧化, 食物中的维生素 C、磷脂等抗氧化剂有助于维生素 A 的稳定<sup>[18]</sup>。由此对研究结果做出推测为: 一方面是由于甜品原料中本身就含有较高的维生素 A, 因为甜品制作都会加入较高含量的牛奶、鸡蛋及奶油, 尤其是蛋糕类甜点中会用到大量奶油, 另一方面是由于维生素 E、胡萝卜素等抗氧化维生素的存在使维生素 A 在制作过程中免受氧化。

在本次研究中胡萝卜素整体检出率相对其余脂溶性维生素较低, 推测是由于胡萝卜素本身化学稳定性差<sup>[19]</sup>, 而且类胡萝卜素最主要的来源是蔬菜和水果<sup>[20]</sup>, 甜点制作中所用的含胡萝卜素原料较少且制作过程中由于稳定性差

被分解故而检出较低。值得一提的是在名为黄金唱片与乳香包的甜点中胡萝卜素检出含量较高, 根据张同等<sup>[20]</sup>提到在食品工业中类胡萝卜素被大量用作着色剂, 推测是在制作过程中加入了人工合成和提取的胡萝卜素作为着色剂故而检出含量较高。在相关性分析中胡萝卜素与维生素 C 在  $P=0.01$  情况下呈显著相关( $r=0.464$ ), 经过对相关文献的查阅发现在胃肠道中维生素 C 可以增加类胡萝卜素的稳定性<sup>[21]</sup>。本研究维生素 C 与胡萝卜素呈显著相关, 推测是由于维生素 C 增加了胡萝卜素的化学稳定性。

在本次研究中维生素 B<sub>1</sub> 均未检出; 维生素 B<sub>2</sub> 检出率相对较高。B 族维生素是维持机体正常功能与代谢活动必须的水溶性维生素, 人体无法自行制造合成<sup>[22]</sup>。维生素 B<sub>1</sub> 在大多数食物中含量较少, 主要富含于谷类中谷粒的外皮<sup>[23]</sup>。另一方面维生素 B<sub>1</sub> 在加工过程中极易降解<sup>[24]</sup>。在本研究中检测的样品使用原料均为已经过加工的面粉, 不含谷粒外皮, 且甜品制作有多道工序, 维生素 B<sub>1</sub> 在制作过程中被降解, 故维生素 B<sub>1</sub> 未检出。在人体内维生素 B<sub>1</sub> 是糖代谢过程中重要的辅酶<sup>[25]</sup>, 当人体摄入较多甜品时便需要一定量的维生素 B<sub>1</sub> 的去参与糖代谢, 而甜品中又未检测到维生素

B<sub>1</sub>, 故而推荐居民尤其喜爱甜品的居民在日常生活中注意摄入适当含维生素 B<sub>1</sub> 较丰富的食物。奶类制品中含有较多的维生素 B<sub>2</sub>, 有国外研究表明西方国家膳食维生素 B<sub>2</sub> 的主要来源就是奶和奶制品<sup>[26]</sup>。甜品制作中一般会用到牛奶、炼乳和奶粉等一系列奶类制品, 故而样品中维生素 B<sub>2</sub> 整体检出率较高。但是对数据进行进一步分析观察到能检出维生素 B<sub>2</sub> 的样品中检出含量均远低于推荐摄入量, 根据 2015—2017 年中国居民营养与健康状况监测数据显示我国有近 80% 以上居民存在维生素 B<sub>2</sub> 摄入低于推荐摄入量<sup>[2]</sup>, 这与本研究结果相符。

在本研究中维生素 C 检出率仅为 12.5%, 且检出的各样品含量均低于中国居民膳食营养素参考摄入量中的参考摄入量。维生素 C, 又称为抗坏血酸, 属于水溶性维生素, 有较强的抗氧化能力。维生素 C 主要存在于新鲜蔬菜和水果中<sup>[4]</sup>。由此对本研究结果做出推测: 一方面是因为甜品中较少的使用富含维生素 C 的原材料, 另一方面是维生素 C 在加工烹调过程中易损失, 且烹调时间越长损失越多<sup>[23]</sup>, 甜点在制作过程中往往较为复杂, 故而检出率与检出含量都较低。根据 2015—2017 年中国居民营养与健康状况监测数据显示我国有近 70% 的居民存在维生素 C 摄入低于推荐摄入量<sup>[2]</sup>, 这与本研究结果相符。鉴于研究结果与维生素 C 在烹饪过程中易损失的特点, 推荐居民在日常生活中注意摄入新鲜水果与蔬菜, 以确保摄入足够机体所需的维生素 C。

在本研究中维生素 E 检出率与检出含量都居高。维生素 E 是一种脂溶性维生素化合物, 具有抗氧化和抗癌等多种活性<sup>[27]</sup>。维生素 E 多存在于麦胚油、豆油和玉米油等植物油及人造奶油、坚果和各种谷类中<sup>[16]</sup>。对维生素 E 检出率与检出含量均高这一研究结果做出推测是由于在甜点制作过程中会运用植物油及奶油等, 且维生素 E 本身稳定性就较强, 也有可能是甜点制作过程中为了抗氧化而加入了维生素 E。本研究结果 2.3 中提到维生素 E 与维生素 A 在  $P=0.01$  情况下呈现高度相关( $r=0.983$ ), 推测是由于维生素 E 有较强的抗氧化能力<sup>[28]</sup>, 在制作过程中维生素 E 保护维生素 A 免受氧化, 故而两者含量呈高度相关。

## 4 结 论

48 份常见甜点中脂溶性维生素检出率与检出含量都较高, 水溶性维生素检出均偏低。其中脂溶性维生素 A、E 检出率分别高达 64.6% 与 72.9%, 水溶性维生素 C 检出率仅为 12.5%。对于同一种甜品检出的不同种类维生素含量差异较大。对不同种类维生素通过 Spearman 相关分析, 发现维生素 A 与维生素 E, 胡萝卜素与维生素 C 都存在显著性相关, 其中维生素 A 与 E 在  $P=0.01$  的情况下, 相关性高达 0.983。《中国食品网》统计数据显示, 烘焙食品的销售

额每年以超出 10% 的速度持续增长<sup>[5]</sup>。近年来越来越多的国人对甜品喜爱程度增加, 更有研究提出中国消费者更有可能将甜品当成主餐一部分食用<sup>[29]</sup>, 因此建议甘肃省内甜品店在甜品制作过程中在兼顾美味的情况下, 注意原材料的合理搭配, 尝试添加天然果蔬成分或强化营养, 使甜品中可以富含更多人体所需的维生素, 消费者健康意识加强, 知晓营养强化食品而获取的健康益处, 而选择营养强化食品<sup>[30]</sup>。与此同时, 相关部门应该加强居民营养健康教育宣传, 让大众自身意识到健康饮食的重要性, 从而改变不合理的饮食结构, 使我国的国民健康水平不断提高<sup>[31]</sup>。

## 参 考 文 献

- [1] 刘贝贝, 李涵, 侯明慧. 营养比较、信息解释水平对消费者作物营养强化食品选择的机制研究[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2023(6): 47-55.  
LIU BB, LI H, HOU MH. The effect of nutrition comparison and information construal level on consumers' choice for biofortified food [J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2023(6): 47-55.
- [2] 李戎格, 黄坤, 杨宇祥, 等. 2015 年中国成年居民膳食维生素日常摄入量分布及不足率[J]. 卫生研究, 2024, 53(2): 215-222.  
LI YG, HUANG K, YANG YY, et al. Distribution of usual vitamin intake and prevalence of inadequate intake among Chinese adults in 2015 [J]. Journal of Hygiene Research, 2024, 53(2): 215-222.
- [3] 杨国丽, 吴卫, 郑有良, 等. 薄荷和留兰香嫩叶维生素种类及含量研究[J]. 食品科学, 2009, 30(2): 228-231.  
YANG GL, WU W, ZHENG YL, et al. Analysis on varieties and contents of vitamin of younger leaves of *Mentha haplocalyx* Briq. and *Mentha spicata* L [J]. Food Science, 2009, 30(2): 228-231.
- [4] 姚芳玲. 维生素对人体健康的妙用[J]. 科技信息, 2010(16): 602.  
YAO FL. The wonderful effects of vitamins on human health [J]. Science and Technology Information, 2010(16): 602.
- [5] 杨洁. 言言甜品的市场定位及营销策略[D]. 成都: 四川师范大学, 2020.  
YANG J. Market positioning and marketing strategy of yanyan dessert [D]. Chengdu: Sichuan Normal University, 2020.
- [6] 陈泓如. 浅谈甜品行业的存在问题及创新发展[J]. 中国食品, 2021(7): 108-109.  
CHEN XR. A brief discussion on the existing problems and innovative development in the dessert industry [J]. China Food, 2021(7): 108-109.
- [7] MAGRÌ A, GERMANO G, LORENZATO A, et al. High-dose vitamin C enhances cancer immunotherapy [J]. Science Translational Medicine, 2020, 12(532). DOI: 10.1126/scitranslmed.aay8707
- [8] PLUDOWSKI P, HOLICK MF, PILZ S, et al. Vitamin D effects on musculoskeletal health, immunity, autoimmunity, cardiovascular disease, cancer, fertility, pregnancy, dementia and mortality—a review of recent evidence [J]. Autoimmunity Review, 2013, 12(10): 976-989.
- [9] BADEAUX JE, MARTIN JB. Emerging adjunctive approach for the treatment of sepsis: Vitamin C and thiamine [J]. Critical Care Nursing Clinics of North America, 2018, 30(3): 343-351.
- [10] TRUDE ACB, SURKAN PJ, CHESKIN LJ, et al. A multilevel,

- multicomponent childhood obesity prevention group-randomized controlled trial improves healthier food purchasing and reduces sweet-snack consumption among low-income African-American youth [J]. *Nutrition Journal*, 2018, 17(1): 96.
- [11] WILK K, KORYTEK W, PELCZYŃSKA M, *et al.* The effect of artificial sweeteners use on sweet taste perception and weight loss efficacy: A review [J]. *Nutrients*, 2022, 14(6). DOI: 10.3390/nu14061261
- [12] 胡文森, 杨路宽, 栾奕. HPLC 法测定保健食品中 B 族维生素的 6 种化合物的方法优化[J]. *食品工业*, 2024, 45(3): 302–305.  
HU WS, YANG LK, LUAN Y. Determination of 6 compounds of vitamin B in health foods by HPLC [J]. *The Food Industry*, 2024, 45(3): 302–305.
- [13] 杨茜岚, 相东晓, 谢丹, 等. 维生素 A, D, E 与儿童反复呼吸道感染关系的研究[J]. *医学信息*, 2023, 36(21): 66–69.  
YANG XL, XIANG DX, XIE D, *et al.* Study on the correlation between vitamin A, D, E and recurrent respiratory tract infection in children [J]. *Journal of Medical Information*, 2023, 36(21): 66–69.
- [14] 陈媛媛. 新零售环境下郑州 Q 烘焙店的营销策略优化研究[D]. 上海: 东华大学, 2021.  
CHEN YY. Research on the marketing strategy optimization of Zhengzhou Q bakery on the new retail environment [D]. Shanghai: Donghua University, 2021.
- [15] 钱文. 维生素的分类和特性[J]. *食品与健康*, 2001(2): 14.  
QIAN W. Classification and characteristics of vitamins [J]. *Food Safety and Health*, 2001(2): 14.
- [16] 刘文芳. 维生素 E 对人体作用简介[J]. *生物学通报*, 1999(4): 29.  
LIU WF. Introduction to the effects of vitamin E on the human body [J]. *Bulletin of Biology*, 1999(4): 29.
- [17] 胡立威, 方超华, 王秋实, 等. 基于新方法检测天然鱼肝油中维生素 A 和不饱和脂肪酸[J]. *食品安全质量检测学报*, 2025, 16(6): 208–215.  
HU LW, FANG CH, WANG QS, *et al.* Identification of vitamin A and unsaturated fatty acid in natural cod liver oil based on a new method [J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2025, 16(6): 208–215.
- [18] 闫吉美, 李湘丽. 维生素 A 缺乏对人体的影响[J]. *现代食品*, 2016(15): 24–26.  
YAN JM, LI XL. The effect of vitamin A deficiency on human body [J]. *Modern Food*, 2016(15): 24–26.
- [19] 李梦杰, 潘思轶. 膳食结构对柑橘类胡萝卜素生物利用度和抗氧化活性的影响[J]. *食品科学*, 2023, 44(1): 38–45.  
LI MJ, PAN SY. Effect of dietary structure on bioavailability and antioxidant activity of citrus carotenoids [J]. *Food Science*, 2023, 44(1): 38–45.
- [20] 张同, 赵婷, 惠伯棣. 类胡萝卜素在食物中的分布[J]. *食品科学*, 2010, 31(17): 487–492.  
ZHANG T, ZHAO T, HUI BD. Distribution of carotenoids in foods [J]. *Food Science*, 2010, 31(17): 487–492.
- [21] 师恩娟, 李智娴, 戴竹青, 等. 类胡萝卜素肠道吸收与代谢的影响因素研究进展[J]. *中国食品学报*, 2023, 23(5): 411–420.  
SHI ENJ, LI ZX, DAI ZQ, *et al.* Research progress on factors affecting intestinal absorption and metabolism of carotenoids [J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2023, 23(5): 411–420.
- [22] 王城婕. 维生素 B 族严重缺乏的危害[J]. *开卷有益-求医问药*, 2022(9): 20.  
WANG CJ. The hazards of severe vitamin B deficiency [J]. *Journal for Beneficial Readiness Drug Informations & Medical Advices*, 2022(9): 20.
- [23] 屠瑞莹, 孟娟, 赵榕, 等. 2021 年北京市 4 家中小型中餐馆 40 道菜肴中维生素含量[J]. *卫生研究*, 2022, 51(6): 1030–1034.  
TU RY, MENG J, ZHAO R, *et al.* Vitamin content in 40 dishes from 4 small and medium-sized Chinese restaurants in Beijing in 2021 [J]. *Journal of Hygiene Research*, 2022, 51(6): 1030–1034.
- [24] 赵洪静, 杨月欣. 食品加工、烹调中的维生素损失[J]. *国外医学(卫生学分册)*, 2003(4): 221–226.  
ZHAO HJ, YANG YX. Vitamin loss in food processing and cooking [J]. *Foreign Medical Sciences (Section Hygiene)*, 2003(4): 221–226.
- [25] 乔奇. 维生素 B<sub>1</sub> 及其衍生物对糖尿病周围神经病变的影响[D]. 郑州: 郑州大学, 2016.  
QIAO Q. The effects of vitamin B<sub>1</sub> and its derivatives on diabetic peripheral neuropathy [D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2016.
- [26] POWERS HJ. Riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>) and health [J]. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2003, 77(6): 1352–1360.
- [27] 王子强, 邓家诚, 尹实. 维生素 E 合成路线研究进展[J]. *合成化学*, 2024, 32(2): 188–200.  
WANG ZQ, DENG JC, YIN S. Research progress on synthetic routes of vitamin E [J]. *Chinese Journal of Synthetic Chemistry*, 2024, 32(2): 188–200.
- [28] 王磊. 维生素 E 的功能[J]. *当代畜禽养殖业*, 2021(6): 28–29.  
WANG L. The function of vitamin E [J]. *Modern Animal Husbandry*, 2021(6): 28–29.
- [29] 阿布力孜·布力布力, 阿卜杜苏普尔·如则, KARIMOV Narboy. 跨国消费者水果甜品食用偏好调查分析[J]. *湖北农业科学*, 2022, 61(15): 229–233.  
ABULIZI BLBL, ABUDUSUPUER RZ, KARIMOV N. Investigation and analysis on the preference of multinational consumers for fruit desserts [J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2022, 61(15): 229–233.
- [30] 刘贝贝, 张非凡, 程柳, 等. 消费者营养型食品选择影响因素研究——基于拓展的健康信念模型[J]. *华中师范大学学报(自然科学版)*, 2022, 56(6): 1074–1084.  
LIU BB, ZHANG FF, CHENG L, *et al.* Influencing factors of consumer nutritional food choice: Based on an expanded model of health beliefs [J]. *Journal of Central China Normal University (Natural Science Edition)*, 2022, 56(6): 1074–1084.
- [31] 吴倩. “健康中国 2030”公共营养政策的意义及实施策略[J]. *现代食品*, 2019(20): 129–132.  
WU Q. Significance and implementation strategy of public nutrition policy in healthy China 2030 [J]. *Modern Food*, 2019(20): 129–132.

(责任编辑: 蔡世佳 安香玉)