

**《食物营养素密度概念和健康价值报告》
—— 全民健康体重管理的食物选择指南**

中国营养学会健康体重研究工作组

2025 年 05月

《食物营养素密度概念和健康价值报告》

—— 全民健康体重管理的食物选择指南

目 录

一、引言	1
1. 研究背景与意义	1
2. 营养素密度概念的发展	2
3. 营养素密度概念的意义和价值	2
二、研究目的和方法	3
1. 研究目的	3
2. 研究方法	4
三、食物营养与我国居民健康的关联	4
1. 我国居民健康现状	4
2. 营养素与居民健康状况的关联	5
3. 膳食结构与居民健康状况的关联	8
4. 膳食营养在慢性病防控中的重要作用	9
四、食物/膳食营养价值的评估方法	10
1. 食物成分含量评价	10
2. 食物营养质量评价	11
五、营养素密度评价法的定义和应用	17
1. 营养素密度的定义	17
2. 营养素密度的计算方式	17
3. 营养素密度在食物选择中的指导作用	18
4. 营养素密度优势和应用	18
六、营养素密度在食物选择中的实践	22
1. 常见水果类食物的营养素密度综合分析	22
2. 常见蔬菜类食物的营养素密度分析	28
3. 常见全谷物类食物的营养素密度分析	34
七、研究结论与实践建议	40
1. 研究结论	40
2. 科普与推广营养素密度的策略建议	40
3. 对未来研究方向的展望	40
参考文献	42
附件：《各类食物营养素密度评估辅助图表》	43

一、引言

1. 研究背景与意义

随着我国社会经济快速发展和居民生活方式的深刻变革，国民健康正面临营养失衡与慢性代谢性疾病（简称为“慢性病”）高发的双重挑战。据《中国居民营养与慢性病状况报告（2020）》显示，我国成年居民高血压患病率达 27.5%，2 型糖尿病患病率为 11.9%，超重肥胖人口已突破 50.7%，慢性病导致的疾病负担占总疾病负担的 70%以上。这种“营养-慢性疾病”的恶性循环，与膳食中出现的能量摄入过量而微量营养素摄入不足或缺乏，即“隐性饥饿”现象密切相关，导致“空热量食物”挤占膳食空间，加剧营养不足和慢性病发生发展的风险。

食物作为营养素的载体，其选择策略直接影响人体健康。经济的提升使得食物供给越来越丰富，但居民营养素养提升还较迟缓，饮食模式存在结构性失衡，很多人群呈现“高能量、低营养”的膳食特征。例如，主食消费中 75%以上为精制谷物，全谷物摄入量不足推荐量的 1/3，杂豆及薯类的摄入量较低；蔬菜水果的人均日摄入量远低于膳食指南的推荐量；但加工肉制品和含糖饮料消费量较十年前增长迅猛。《柳叶刀》全球疾病负担研究的结论指出，高盐、低水果、低全谷物摄入是“中国居民当前饮食结构中的三大风险因素”，进一步凸显出科学合理选择食物对于改善我国居民饮食结构以及慢性病防控的重要性。

2024 年国家卫生健康委员会等 16 个部委联合启动“体重管理年”行动，倡导通过科学方法实现健康体重，推动慢性病预防“关口前移”。行动强调，公众需提升食物选择与膳食搭配能力，掌握膳食能量营养素平衡原则和方法，避免高糖高脂饮食，合理控制热量摄入。其中，提高食物选择和膳食搭配的知识和技能是非常重要的前提，也是保证充足营养素摄入以维持机体健康、预防超重肥胖以及相关慢性病的有效策略。

2. 营养素密度的概念和发展

要选择有益健康的食物，首先要对食物进行科学评价。根据目的不同，评价食物/膳食营养有多种方法。营养素密度（Nutrient Density, ND）这一概念最早为解决饮食中能量过剩和营养素缺乏问题而提出，一直在教科书和大众食物营养教育中应用。1971年，营养素密度出现在美国膳食营养协会杂志《Journal of The American Dietetic Association》的“Concept of nutritional food”一文中，称其为营养素和能量的比值，强调“在肥胖流行的年代，要吃饱也要吃好，营养素密度有着特别价值”。1983年，美国膳食调查工作组发表了“Nutrient density of diets in the USDA Nationwide Food Consumption Survey, 1977-1978: II. Adequacy of nutrient density consumption practices”。1998年，世界卫生组织（WHO）工作组在“Programme of Nutrition. Complementary Feeding of Young Children in Developing Countries: A Review of Current Scientific Knowledge”中提出儿童喂养中需要注意能量和营养素的双重满足。直到2005年，美国第一次把营养素密度概念和食物选择用于《美国居民膳食指南（2005）》和美国农业部的MyPyramid（我的饮食金字塔）中，明确指出能量密集型食物和营养密集型食物的健康价值和意义，将科学普及和指导居民合理选择食物提到了一个新高度。最近的20年间，几个新的评价食物/膳食营养的概念也被提出，如营养素丰富度指数（nutrient-rich foods, NRF指数），营养素度量（nutrient profiling, NP）等。为了区别，营养素密度也被称为关键营养素密度（critical nutrient density）。

3. 营养素密度概念的意义和价值

营养素密度是通过计算单位能量食物所含营养素的量来评估其营养价值，突破了传统营养学以单一食物成分（如蛋白质含量）或能量为核心的评估范式。营养素密度高的食物（包括未经加工或最低限度加工的食物），其关键特征是相对于能提供

的能量（卡路里），它们能够提供更多的营养素，如蛋白质、优质脂肪酸、维生素、矿物质、膳食纤维和植物化学物等。这些食物通常被认为是健康饮食的基石。而高能量食物，如超加工食品、甜点和快餐，其能量密度很高，但关键营养素含量低。空白能量食物，如含糖饮料、奶油等，只会带来更多能量，微量营养素几乎为零。这些食物营养素密度低，能量密度高，更容易造成超重肥胖和慢性病高发。

营养素密度这一概念对于指导我国居民合理选择食物、优化膳食结构具有现实指导意义。例如，同等热量的糙米与白米相比，糙米中不溶性膳食纤维和硫胺素的营养素密度含量分别是白米的 5.6 倍和 2.5 倍。营养素密度的推广和普及，不仅能够提升全民健康素养，还可有效引导公众在控制总能量摄入的前提下，优先选择富含维生素、矿物质及植物化学物的天然食物，实现从“吃饱”到“吃好”的认知升级。制定以营养素密度为导向的食物选择指南，既是落实《健康中国行动（2019-2030 年）》中合理膳食专项行动的重要抓手，也是应对我国居民超重肥胖和慢性病流行的重要举措。通过建立基于营养素密度的食物营养评价体系，构建从农田到餐桌的全链条营养优化路径，推动食品产业向高营养附加值方向转型和发展，为全球营养改善提供中国方案。

二、研究目的和方法

1. 研究目的

本研究构建以食物营养素密度为核心的食物营养质量评价方法，重点聚焦我国居民消费量不足的水果、蔬菜和全谷物等天然食品类，分析和比较食物的营养素密度，旨在（1）建立食物营养素密度数据库和图谱，为消费者合理选择食物提供科学指导；（2）在体重管理三年计划中，为减重群体的合理膳食提供帮助；（3）推动膳食结构从“量足”向“质优”转型，以降低我国居民慢性病发病风险和疾病负担；（4）为食品产业升级与健康政策制定提供理论依据。

2. 研究方法

(1) 文献研究。本研究基于 PubMed、CNKI 及联合国粮食及农业组织 (FAO) 全球营养数据库等, 系统梳理国内外食物/膳食营养评估方法和体系建立, 以及在膳食结构变迁与慢性病的关联的关系。

(2) 构建基于食物营养素密度的食物营养评估框架。本研究中营养素密度是指一定量的食物中所含营养素的量与该食物提供能量的比值, 折合成每 1000 kcal 能量的营养素质量单位数。

(3) 通过《中国食物成分表 (第 6 版)》数据库, 计算代表性食物的营养素密度数据, 构建可视化图谱, 比较各类食物的营养素密度, 理解和分析营养素密度价值和意义。

(4) 根据《中国居民膳食指南 (2022)》指导建议和营养素密度数据图谱, 提出科学选择食物的方法, 撰写分析报告。

三、食物营养与我国居民健康的关联

1. 我国居民健康现状

近年来, 随着健康中国建设和健康扶贫等民生工程的深入推进, 我国营养改善和慢性病防控工作取得积极进展和明显成效, 居民健康意识逐步增强。重大慢性病过早死亡率逐年下降, 因慢性病导致的劳动力损失也有明显减少。2019年, 我国居民因心脑血管疾病、癌症、慢性呼吸系统疾病和2型糖尿病等四类重大慢性病导致的过早死亡率与2015年相比有所下降, 提前实现2020年国家规划目标。

然而, 随着我国社会经济持续发展和卫生健康服务水平的提升, 慢性病患者生存期显著延长, 加之人口老龄化、城镇化、工业化进程加快和行为危险因素流行对慢性病发病的影响, 我国慢性病患者率/发病率仍呈上升趋势, 同时慢性病归因死亡率也持续增加。根据“中国健康与营养调查”及“中国发展与营养健康影

响队列调查”，2023年全国多个省市自治区的成年居民超重率、肥胖率和中心性肥胖患病率与2000年比较均呈上升趋势；高血压、高脂血症、2型糖尿病等慢性病的患病率从2009年到2023年不断增长；而且我国慢性病患病情况正由单一类型逐渐向多种慢性病共病的方向发展，居民患多种慢性病于一身的情况非常普遍。此外，慢性病的患病也表现为性别、城乡及地区的差异：绝大多数慢性病的患病率均为男性高于女性；除高血压外，城市居民患病率及慢性病共病患病率普遍高于农村，但城乡之间的差异随着城市化进程及城乡经济差异缩小而逐渐趋同；不同慢性病在不同地区形势也不同，高血压、2型糖尿病的患病率为北方高于南方，高尿酸血症的患病率为南方高于北方。

2. 营养素与居民健康状况的关联

（1）宏量营养素与健康

宏量营养素，也称产能营养素，包括蛋白质、脂肪和碳水化合物。人体通过摄取食物中的产能营养素获取能量，以维持机体的各种生理功能。

蛋白质是生命的物质基础，参与构成和修复人体的组织器官，构成体内的生理活性物质（如酶、抗体、激素等），并为机体提供能量。蛋白质也是构建机体免疫防御系统的物质基础，通过参与抗体、补体和免疫细胞因子的合成等维持机体的正常免疫功能。蛋白质摄入不足可增加患蛋白质-能量营养不良（protein-energy malnutrition, PEM）的风险。而蛋白质摄入过量则会导致肝肾代谢负担加重，增加骨质疏松症、心血管疾病以及癌症的发生风险。

脂肪可为机体提供能量，也是体内能量的重要储存形式。脂肪是机体的构成成分，还具有促进脂溶性维生素的吸收，维持体温和保护脏器以及内分泌的功能。脂肪摄入量过高，可导致血液中甘油三酯、总胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇水平升高，增加肥胖症、心脑血管疾病、2型糖尿病以及癌症的发生风险。但长期脂

肪摄入不足，可能会引起内分泌与生殖健康问题，并导致机体免疫力下降，甚至脑认知功能损害。

碳水化合物是人体最主要、最经济的能量来源，并参与构成机体组织及生理活性物质，发挥调节血糖、节约蛋白质和抗生酮作用等。研究表明，高精制碳水化合物摄入可能是导致肥胖和 2 型糖尿病重要风险之一。极低碳水化合物膳食对健康的影响也不容忽视。当每日碳水化合物摄入量低于130g 时，可导致饥饿性酮症的发生风险增加，而免疫细胞较难利用酮体。因此碳水化合物长期摄入不足的结果是免疫细胞难以获得足够的能量，并可能导致免疫功能下降。

宏量营养素对维持能量代谢至关重要。长期能量摄入不足时，机体为了满足生命活动的能量需求会消耗自身脂肪和肌肉来提供能量，进而导致营养不良、免疫失衡，甚至器官损伤。长期能量摄入过量又会导致脂肪在体内的蓄积及异常分布，诱发肥胖和代谢性疾病。人体能量代谢的最佳状态是能量摄入与消耗平衡。

(2) 微量营养素与健康

微量营养素包括维生素和矿物质。其中，维生素是维持机体生命活动过程所必需的一类微量低分子有机化合物，包括脂溶性维生素和水溶性维生素。摄入不足、吸收利用障碍或需要量相对增高是导致维生素缺乏较为常见的原因。矿物质也称为灰分，是人体不能合成，只能通过饮食和饮水获得的一类除了由碳、氢、氧、氮构成的有机化合物以外的其余元素。矿物质的生理功能包括参与机体核酸及酶的形成和能量代谢，维持免疫细胞的完整性，参与调控机体特异性免疫和非特异性免疫等。矿物质缺乏与过量通常与地球环境中的含量、食物种类、食物加工方式、人体生理状况等因素有关。常见微量营养素的生理功能及典型缺乏表现详见表 1。

表1 常见微量营养素的生理功能及缺乏症的表现

微量营养素	生理功能	典型缺乏表现
维生素 A	维持正常视觉；促进上皮组织增殖分化和生长发育；帮助免疫细胞生长成熟；抗感染；抑制肿瘤	易发生感染性疾病、生长发育迟缓、“夜盲症”、皮肤干燥或过度角质化
硫胺素	参与能量代谢；维持神经系统功能；增强免疫细胞活性	脚气病、胃肠道症状（消化液分泌减少、胃肠蠕动差）
核黄素	参与能量代谢；抗氧化与维持线粒体功能；调节脂肪酸的氧化和免疫细胞的分化	口角炎、唇炎、舌炎、阴囊炎
烟酸	参与能量代谢；调节血脂与维持心血管健康；细胞修复与维持皮肤健康；抗炎	“3D”症状，即：皮炎、腹泻和痴呆
维生素B5	参与能量代谢；维持免疫功能	皮炎、疲劳、倦怠、头痛、恶心、呕吐
维生素B6	参与淋巴细胞的增殖、分化、成熟和激活，调节细胞因子/趋化因子的产生，并参与和调节炎症反应	皮肤炎症、口唇干裂、周围神经炎、贫血
维生素B12	参与能量代谢；降低同型半胱氨酸水平，保护心血管；促进红细胞生成，预防贫血；细胞免疫调节剂	贫血、引起神经系统症状、影响平衡感、记忆力减退、影响胃肠道功能
叶酸	DNA 修复；氨基酸代谢调控；红细胞生成与贫血预防；能量代谢与神经系统功能；肠道免疫调节	胎儿神经管畸形、妊娠期高血压、胎盘早剥、巨幼细胞贫血、腹泻
维生素 C	参与多种蛋白质合成，提高抵抗力；促胶原蛋白合成；提高铁吸收率；助力叶酸发挥作用；降低血清胆固醇与动脉粥样硬化风险；配合清除自由基；潜在抗抑郁；减轻毒素毒性	全身乏力、食欲减退、牙龈肿胀和发炎、生长迟缓、烦躁和消化不良、全身点状出血、牙龈出血和牙龈炎、皮下、肌肉及关节血肿、骨质疏松
维生素 D	调节钙磷代谢与骨骼健康；调节免疫应答；降低感染与慢性病风险	儿童佝偻病、成人骨质疏松症、免疫低下或亢进
维生素 E	调节脂质代谢与心血管健康；抗氧化、保护免疫细胞免受氧化损伤	小脑性共济失调、周围神经病、睾丸萎缩、习惯性流产
锌	影响 DNA 复制和 RNA 转录；免疫细胞发育、增殖和活化；酶的激活或抑制；维持细胞膜的稳定性；抗氧化	味觉障碍、生长迟缓、身材矮小、性发育迟缓、免疫力低下
铁	维持正常造血功能；参与能量和呼吸代谢；调节免疫细胞的分化和生长	缺铁性贫血、影响儿童的生长发育和智力发展、免疫力下降
钙	构建与维护骨骼与牙齿；调节酶活性与能量代谢；协调神经与肌肉功能；调控细胞信号与基因表达；影响肌肉收缩、神经传导；调节免疫细胞的功能	佝偻病、骨质疏松症、肌肉痉挛、手足抽搐、感觉异常

3. 膳食结构与居民健康状况的关联

膳食结构（也称“膳食模式”）是指一个国家、一个地区或个体日常膳食中各类食物的种类、数量及所占的比例。科学健康的膳食模式以食物种类齐全，数量充足，比例合适，烹调加工更科学为特征，同时倡导多食用蔬菜水果、全谷物、豆类，尤其是应季、当地生产的新鲜蔬果，适量吃坚果、海鲜禽类、乳制品等，限制添加糖、红肉和加工肉类的摄入。坚持平衡膳食可显著降低多种慢性病的发生风险、提高生活质量、延长寿命；而不合理的饮食结构则可能与多种疾病相关，危害人体健康。常见的健康膳食模式如下：

（1）江南饮食

江南饮食是指在我国长江中下游的浙江、上海和江苏南部等地流行的膳食模式，代表了东方健康膳食模式。该膳食模式的特点是多吃应季蔬菜水果、鱼虾水产和豆类，适量吃粗粮、红肉和植物油，烹调清淡少盐，烹饪方式多选蒸、煮、涮。《中国居民膳食指南科学研究报告（2021）》指出，以江南饮食为主要膳食模式的人群发生超重、肥胖和代谢性疾病的风险均较低。

（2）地中海饮食

地中海饮食是世界公认的健康膳食模式，是指处于地中海沿岸的希腊、西班牙等国的饮食。该膳食模式建议每餐应以植物性食物（各类蔬果、谷物、豆类等）为主，辅以适量富含优质蛋白的动物性食物（鱼类/海鲜、禽类、蛋类等）和乳制品，食用油以橄榄油为主，还提出了对每日饮水、饮酒、食物烹饪方式、运动与休息的建议。研究表明严格遵守地中海饮食可降低心血管死亡率、癌症发病率以及帕金森病和阿尔茨海默病的发病风险。

（3）DASH 饮食

DASH 饮食是美国国立卫生研究院（NIH）推出的有助于终身维护心脏

健康的膳食模式。其核心原则是饮食中富含钾、钙、镁和膳食纤维，低脂低钠，限制摄入红肉和加工肉、甜食、添加糖、盐和含糖饮料，建议食用未加工或低加工的新鲜食物，多吃蔬菜水果、瘦肉、低脂或无脂乳制品、全谷物、坚果、豆类。坚持 DASH 饮食的个体其罹患高血压、2型糖尿病的风险均较低，该膳食模式还可预防慢性心力衰竭，在一定程度上对慢性肝病和乳糜泻也有预防作用。

然而，社会经济的发展、生活节奏加快导致居民的膳食模式开始向高脂饮食、高蛋白饮食以及极低碳水化合物饮食等不健康的饮食模式转变。近年来，更多城市居民选择外出就餐或点外卖。为了迎合消费者对食物的口感、色泽和风味的需求，一些商家制售的食物多以能量密度高，总脂肪、饱和脂肪酸、反式脂肪酸、添加糖、钠等含量较高为特点，这些食物中隐含了诸多不利于健康的膳食营养风险因素，长期高频率摄入这些食物导致许多慢性病的发病风险增高。此外，食品安全隐患也不容忽视。例如，除食材和加工风险外，外卖食品直接接触塑料容器或包装材料，微塑料、增塑剂等物质可能直接迁移至食品中而对食用者的健康造成危害。

4. 膳食营养在慢性病防控中的重要作用

由于营养失衡是导致慢性病发生发展的重要危险因素，因此，营养改善在慢性病防控中具有重要地位。营养干预在慢性病管理中的作用日益受到重视，通过科学调整饮食结构和营养素摄入量，能有效防控慢性病。

近年来，相关国际组织相继发布膳食营养改善慢性病指南或科学研究报告。WHO在《成年人及儿童减糖指南》中明确要求，游离糖摄入需低于总能量10%（约50克），进一步降至5%（约25克）以下，以降低肥胖和2型糖尿病风险。针对心血管疾病，WHO与FAO联合发布的《可持续健康膳食指导原则》建议：

每日盐摄入量<5g，饱和脂肪占比<10%，并增加全谷物（每日≥125g）和膳食纤维（每日≥25g）摄入，预计可减少30%冠心病死亡风险。国际癌症研究机构（IARC）在《世界癌症报告》中，将加工肉类和红肉列为 I 类致癌物，建议用豆类替代部分动物蛋白。

在我国，《中国居民膳食指南科学研究报告（2021）》整合了2016-2021年间2000余项国内外研究，基于中国慢性病前瞻性研究（CKB）、中国健康与营养调查（CHNS）等大型队列数据，覆盖人群超100万，提出肥胖、心血管疾病、2型糖尿病、癌症等慢性病膳食干预证据。例如：采用“江南膳食模式”可使成年人冠心病风险降低23%；每日增加50g全谷物，卒中风险下降12%；膳食纤维摄入量每增加10g/天，胰岛素敏感性提升7%；十字花科蔬菜（如西兰花）摄入量≥300g/天，结直肠癌风险降低18%。2021年，北京大学研究团队基于中国传统饮食文化和菜系（鲁菜、淮扬菜、粤菜、川菜）研发出的中国心脏健康饮食，在降低成年人血压方面效果显著，并且在患有轻度高血压的成年人中，该膳食还可降低 10年内心血管疾病风险。

四、食物/膳食营养价值的评估方法

食物营养评价一直以来都是营养学研究关注的重点内容，从农业生产、食品工业加工，到居民消费以及营养相关的卫生保障，这些研究领域都非常关注食物的营养价值。在判断一种食物是否适合人体摄入时，常需要回答一些这样的问题，即食物中含有什么，由食物提供的营养素是否满足了人体生理的、功能的以及疾病预防的需求，食物中的营养物质在人体内是如何代谢的，对人体的健康益处是什么等。

1. 食物成分含量评价

食物成分主要包括蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素、矿物质、膳食纤维

维等营养素，以及生物活性物质（如植物化学物）和抗营养成分，并可提供能量。通过仪器测定可准确分析食物的基本营养特征，也常用于比较不同食物品种、不同地域、不同生产环境等条件下的食物成分差异；分析烹调、加工过程中营养素的损失，保质期内的营养素变化，以及从农田到餐桌整个链条中的产品质量溯源和控制等。食物成分分析获得的数据反过来又可以为食物供给政策、营养健康政策及指导性文件的制定提供依据，为营养配餐和营养相关慢性病干预措施的制订提供证据支持。

在利用食物成分数据进行食物营养评价时需要注意：需按照成分检测流程充分考虑抽样误差和检测误差，以及构成测量不确定性的各种因素，以保证结论的严谨性；除考虑食物本身固有的特征属性外，也应该考虑食物水分含量的影响，因此常需转换成每100 g干物质中成分的含量，以保证结果的相对客观性；食物在加工过程中可能会因为泡发、烹调等因素导致质量发生变化，比如菠菜作为原料时为500 g，烹制为菜肴后变为400 g，因此，在分析加工过程导致的食物营养成分损失过程中应注意纠正样品质量变化导致的结果偏移。

2. 食物营养质量评价

在评价食物的营养价值时，除了关注食物中营养素的“量”，还要判断所含有的营养素是否种类齐全、比例合适、消化吸收特征，以及营养素之间的协同和拮抗作用等。全面的食物营养评价结论常需要经过严谨的动物实验和人体试验才能获得。常见评价指标包括食物能量密度和营养素密度、营养质量指数、营养丰富度指数、营养素度量等。食物营养质量的评价均基于食物成分含量数据建立，常用于平衡膳食营养教育、肥胖控制、婴幼儿喂养以及老年人营养改善等。

（1）能量密度和营养素密度

为了满足特殊人群，如肥胖人群/儿童/老人的膳食营养供给，美国营养机构于20世纪70年代提出了营养素密度的概念，即一定量食物所提供的营养素所占能量的比例，计算公式为：营养素密度=一定量食物中某种营养素含量/能量 × 1000；能量密度=一定量食物提供的能量。上述公式中，一定量食物通常指每100 g或每份食物。后期，有研究者也用营养素推荐摄入量作为参照，即营养素密度=一定量食物中某种营养素含量/该营养素推荐摄入量标准，能量密度=一定量食物提供的能量/能量推荐摄入量标准。能量和营养素推荐摄入量标准则依照各国制定的居民每日膳食推荐的营养素参考摄入量（如 DRIs）。当没有特定研究数据时候，某些营养素的推荐摄入量也常常用1000 kcal能量所能提供的某营养素含量来表示，例如某食物膳食纤维的密度为12.5 g/1000kcal 表示能提供1000 kcal能量的该食物中膳食纤维的含量为12.5g。能量密度和营养素密度是一对互补的概念，一个表达食物能量的高低，一个表达在一定能量下营养素的丰富程度，是评价食物/膳食营养素水平高低和质量较为简易的方法。

（2）食物质量指数和营养质量指数

食物质量指数（index of food quality, IFQ）由美国学者R.G.Hansen等提出，是指某食物中营养素能满足人体营养需要的程度与该食物满足人体能量需要的程度的比值，属于能量密度和营养素密度的引申扩展。该指数将食物中特定营养素的含量与消费者所需的营养素推荐摄入量联系起来，由此产生的食物质量指数可以采用数字比率或易于理解的“条形图”等形式表达。IFQ 概念为专业营养师提供了一种新的评价方法，也为非专业人员提供了食物选择实用指南。1975年Hansen团队将其改为营养质量指数（index of nutrition quality, INQ），以提高对食物“营养”这一属性的认识。INQ 的计算公式如下：

$$\text{INQ} = \frac{\text{某营养素含量/该营养素参考摄入量}}{\text{所产生能量/能量参考摄入量}}$$

从 INQ 值的大小可以直观判断出该食物提供能量的能力和提供营养素能力的高低，以反映该食物营养质量。当 $INQ=1$ ，表示食物提供营养素的能力与提供能量的能力相当，二者满足人体需要的程度相等； $INQ>1$ ，则表示该食物营养素的供给能力高于能量；而 $INQ<1$ ，则表示该食物提供某营养素的能力小于提供能量的能力。一般认为， $INQ\geq 1$ 的食物营养价值高。 $INQ<1$ 的食物营养价值则较低，长期摄入这样的食物可能造成能量过剩而该营养素相对缺乏。INQ 在美国应用较为广泛，其最大特点就是可以根据不同人群的营养需求来分别计算，能做到因人（群）而异，但 INQ 仅用于评价食物的单一营养素供给能力。

（3）营养素度量

营养素度量（nutrient profiling, NP）是WHO定义的“出于预防疾病和促进健康的目的，根据食品的营养成分对食品进行分类或排序的科学方法”。NP 概念的发展起源于2000年，是食物营养质量评价指标的补充，用来描述所关注的营养素的综合性评价。营养素度量的特点是首次专指用来评价食物中正向营养素和负向营养素的综合富集程度，以促进健康预防慢性病为目标。营养素度量模型是根据食物的营养价值对其进行评级或分类的技术，根据食物成分含量水平，通过一套评分体系将食物进行归类分级评分，其目的在于实现对食物的综合评价，并帮助消费者快速识别出“微量营养素丰富”还是“脂肪、盐、糖过多”。NP 主要应用于食品标签与正面标识（FOP），如法国的Nutriscore五色标签、澳大利亚的健康星级评分，英国的红绿灯，中国营养学会的智慧选择标签等，都是通过 NP 模型筛选健康食品。目前，NP 侧重标签政策上的应用性，也包括儿童食品广告的筛查等。

（4）营养丰富度指数

华盛顿大学Adam Drewnowski团队在2005年建立了食物营养素丰富度指数（nutrient-rich foods, NRF）。通过量化食物中多种营养素的含量综合评估其营养价值。NRF 指数基于营养素度量和健康饮食指数（health eating index, HEI）方法

制定。其中，营养素度量模型需要透明，且基于公开的营养成分数据，并根据健康饮食的独立指标进行验证。HEI 是由美国农业部营养政策及促进中心开发的膳食质量评估工具，旨在衡量个体或群体的饮食是否符合膳食指南推荐，并反映其与慢性病风险的关系。一般HEI值是根据各国全国性营养调查数据计算均值或比例设计，通常基于100 kcal或100 g的模型。首先，营养素度量计算每100 g、100 kcal或每份食物中关键营养素的含量，建立NRF模型（包括鼓励营养素和限制营养素）。其次，根据HEI 反复测试NRF模型的性能。Drewnowski 等推荐的 NRF9.3 指数是基于9种鼓励营养素（蛋白质、纤维、维生素A、C和E、钙、铁、钾和镁）和3种限制营养素（饱和脂肪、添加糖和钠）计算的。鼓励营养素按每日推荐量加权求和，同时扣除限制营养素加权总分，最终得分越高表明营养越全面。该方法已被欧盟、澳大利亚等标签系统采用，其健康导向明确，如黄心奇异果 NRF= 3.4，草莓 NRF= 2.7，西红柿 NRF= 2.8，而可乐饮料NRF= -11，可直接引导消费者选择营养密集型食物。但其模型建立需要大量数据，计算相对复杂，我国尚缺少研究。

3. 食物消化与生物利用

人体在摄入食物后，需要经过胃肠道消化，使营养物质转化成可被机体吸收的小分子物质，再吸收入血运送到组织器官中进行代谢、利用，并产生一系列的后续效应。受到食物基质、物化形态和机体生理状态等因素影响，不同食物/成分在体内的消化吸收和组织利用状况有所差别，所产生的生理、生化、神经激素等变化也千差万别。因此，常采用体外实验、体内实验和人体试验等技术手段对食物成分引起生理效应的程度进行评价。评价指标包括食物利用率（availability）、营养素消化率（digestibility）、生物利用率（bioavailability）等指标，此处不再赘述。

4. 食物的生理应答

机体摄入一定量食物后会产生一定的生理反应，称为生理应答，其发生、发展和最终效应是一个复杂、但又规律有序的生理过程。根据食物或营养物质性质和多少，可以直接或间接地反映食物的生理反应以及对机体的功能作用。目前常见的方法有血糖应答（血糖生成指数、血糖负荷）、胰岛素指数、饱腹感指数等。

（1）食物血糖应答

人体进食一定量受试食物后所引起的餐后血糖浓度的变化称为血糖应答。通过观测餐后一段时间内血糖的动态变化可以预测食物的吸收速度及其对血糖调控的影响。受到食物组成、物理状况、加工方法等因素的影响，体内出现的血糖升高状况也有所差别，因此血糖应答常用来反映食物对血糖的即时影响和可能的远期健康效应，主要指标包括血糖生成指数（GI）和血糖负荷（GL）。其中，GI评价食物中碳水化合物转变成葡萄糖的速率和能力。一般GI > 70为高生糖指数，70 ~ 55为中生糖指数，≤ 55为低生糖指数食物。实际上这个能力的高低不仅与碳水化合物的消化特性有关，还与碳水化合物的摄入量有关。因此又提出了GL的概念。GL指摄入一定量某食物后，该食物可利用碳水化合物含量与GI值的乘积，表示摄入该食物后对血糖的综合影响，即： $GL = m \times GI / 100$ 。式中，m表示每100 g或每份食物中可利用碳水化合物的克数。食物GL的判断常常为GL > 20为高；11 ~ 19为中；< 10为低。GL是兼顾食物碳水化合物升血糖能力和摄入量的综合评价指标。

（2）食物胰岛素指数

食物胰岛素指数（Food Insulin Index, FII）是衡量特定食物摄入后引发人体胰岛素分泌量的指标，反映不同食物对胰岛素水平的刺激程度。食物中除了碳水化合物外还含有很多其他成分，如蛋白质、脂肪，这些成分对血糖和胰岛素分泌的影响并非完全一致。高蛋白食物和富含脂肪与精制碳水化合物

类食物有更强的FII值。为了方便应用指导，对食物FII值的评估强调了提供250 kcal或1000 kJ能量的受试食物所引起的胰岛素应答与参考食物胰岛素应答之比，通常以白面包为参考食物。可以看出，FII比GI有更广的应用范围，除评价可利用碳水化合物外，还可应用于蛋白质和脂肪引起的胰岛素响应等。

（3）饱腹感值

由于肥胖防控对于慢性病的防治越来越重要，以食欲和饱腹感来调控体重增长的策略开始受到关注。食物和一些成分例如膳食纤维因其独特的物化性质，能够通过下丘脑促进饱腹感的产生。当进餐后，血液中的葡萄糖水平升高，饱腹中枢受到刺激而兴奋，人就产生了饱腹感。饱腹感值（satiety index, SI）是反映摄取一定量食物后，通过量表评估人体对食物抵抗饥饿的满意程度。SI值越高说明食物在胃内停留时间较长。一般含膳食纤维较多的食物饱腹感更高，如全谷物。提高饱腹感，是控制体重的有效手段。

5. 食物的健康功能评价

除了每一种营养成分所具备的功能作用外，食物本身以及食物所组成的膳食模式的健康功能也值得探讨。近年来，营养科学的研究重点已从传统研究单一食物和营养素的生理、生化功能，发展到全面地分析膳食结构和营养成分对人体生理、代谢、健康和疾病的关系，以及行为和经济社会发展对膳食和健康的影响。健康功能评价法以食物与生理功能/疾病风险关联性为核心，通过文献综述、流行病学调查、观察性研究、临床试验等研究数据，量化食物对特定功能（如调节免疫、血糖、血压等）或健康结局（如降低2型糖尿病发生风险）的影响。该评价方法关注食物整体效应，也包括非营养成分（如植物化学物）与营养素的协同作用，可直接指导疾病预防。这些证据可用于制定膳食建议，但也存在一定的局限性，如因果推断困难，难以量化单一食物的独立效应等缺点。

五、营养素密度评价法的定义和应用

1. 营养素密度的定义

营养素密度是指一定量的食物中所含营养素的量与该食物提供能量的比值，折合成每1000 kcal 能量的营养素质量单位数。该概念在1973年由汉森（R.G. Hansen）提出，《中国居民膳食指南（2022）》中也采用此概念进行食物营养素密度计算。它强调食物在提供同等能量下，该食物能提供多少营养素，如维生素、矿物质、蛋白质和膳食纤维等。例如，标准小麦粉的蛋白质营养密度为32 g/1000 kcal，钙营养密度为 90 mg/1000 kcal。

2. 营养素密度的计算方式

营养素密度计算公式如下：

$$\text{营养素密度} = \frac{\text{食物中某营养素的含量（如mg、g）}}{\text{食物提供的能量（kcal）}} \times 1000$$

计算步骤如下：

（1）确定营养素含量：选择要评估的营养素，根据《中国食物成分表（第6版）》确定单位重量（如100 g）食物中该营养素的含量。

（2）确定能量：确定相同单位重量食物提供的能量（kcal）。

（3）计算比值：计算以上营养素含量和能量的比值，再乘以1000，得到该食物某营养素的密度。

下面以奇异果和西兰花为例：

每100 g 奇异果（黄心）能量值为 75 kcal，果肉中维生素 C 的含量约为 204 mg，钾含量约为 289 mg。按照营养素密度的计算公式，奇异果（黄心）维生素 C 和钾的营养素密度为：

$$\text{维生素 C 密度} = \frac{204 \text{ mg}}{75 \text{ kcal}} \times 1000 = 2720.0 \text{ mg/1000 kcal}$$

$$\text{钾营养素密度} = \frac{289 \text{ mg}}{75 \text{ kcal}} \times 1000 = 3853.3 \text{ mg}/1000 \text{ kcal}$$

每 100 g 西兰花能量值为 27 kcal，其中胡萝卜素的含量约为 151 μg ，钾含量约为 179 mg。西兰花胡萝卜素和钾的营养素密度为：

$$\text{维生素 C 密度} = \frac{151 \mu\text{g}}{27 \text{ kcal}} \times 1000 = 5592.6 \mu\text{g}/1000 \text{ kcal}$$

$$\text{钾营养素密度} = \frac{179 \text{ mg}}{27 \text{ kcal}} \times 1000 = 6629.6 \text{ mg}/1000 \text{ kcal}$$

3. 营养素密度在食物选择中的指导作用

高营养素密度食物，如蔬菜、水果、全谷物、豆类、坚果和低脂乳制品等，在提供较少能量的同时，能提供丰富的营养素（如维生素、矿物质、蛋白质、膳食纤维等）和生物活性物质（如多酚、大豆异黄酮等）。这些成分不但可以维持人体基本生命活动，还有助于降低各种慢性病的风险。而那些低营养素密度的食物通常提供较多的能量，但营养素含量较低。例如，各种超加工食品、高糖食品、油炸食品和精制谷物等。通过比较不同食物的营养素密度，可以快速识别哪些食物是健康的食物，哪些是不健康的食物。例如，选择全麦面包而不是白面包，选择新鲜水果而不是果汁。

4. 营养素密度优势和应用

（1）直观反映营养素与能量的平衡性

营养素密度评价法的核心在于关注食物中营养素与能量的比例关系。相较于传统的营养素含量评价法单纯关注食物提供的营养素数值，营养素密度更强调在一定能量下的营养素含量。例如，100 g 大米提供约 346 kcal 能量，主要营养成分是碳水化合物；而同样提供约 346 kcal 能量，西兰花则需要摄入约 1280 g。虽然两者提供的能量相等，但显然后者能提供更多的维生素 C、维生素 K、叶酸、钾等营养素。这种对营养素与能量的双重关注，使人们在选择食物时能够更加全面地考虑食物对健康的综合影响。

(2) 支持减重与代谢健康

营养素密度评价法在支持减重和代谢健康方面具有独特的综合优势。为增加饱腹感和控制热量，相对于糖、油等纯能量食物，高膳食纤维、高蛋白的高营养密度食物（如蔬菜、豆类）能延长饱腹时间，减少总热量摄入。例如，100 g黄瓜的热量仅16 kcal，但膳食纤维密度远超同等热量的零食，有助于增加饱腹感，控制体重。在改善代谢方面，营养素密度法优先选择单位热量中维生素、矿物质含量高的食物，直接补充细胞代谢必需的辅酶和抗氧化剂，精准填补“隐性饥饿”，降低营养缺乏相关性慢性病风险。例如，高营养素密度食物（如奇异果、三文鱼等）富含抗氧化物质和必需脂肪酸，可缓解氧化应激和慢性炎症，促进代谢；而低营养素密度食物（如奶油蛋糕）则易导致代谢紊乱。营养素密度策略通过正向选择提高大众依从性，从“限制”到“替代”的心理适配，实现可持续的饮食模式，达到慢性疾病预防的目的。

(3) 简单易懂便于居民应用

营养素密度以用单位热量能获得多少营养素来衡量食物价值，类似“买最少的热量，买最多的营养收益”。通过开发一些可视化工具，如基于“星级标签”的营养密度选择指南，居民可快速识别并选择高营养素密度的食物，还可以用高营养密度水果（如奇异果、草莓）替代零食，既满足食欲又延缓饥饿，达到减脂控糖目的。营养师还可以根据“营养素密度等价物”轻松实现食物交换，指导居民进行食物选择。以维生素C为例：奇异果（黄心）维生素C密度为2720 mg/1000 kcal，橙子为688 mg/1000 kcal，食用 618 g橙子（中等大小大约4个）所摄入的维生素C才能和吃100 g黄心奇异果（中等大小大约1~2个）所摄入相等。用“营养素密度等价物”来表述，则为：1份奇异果 \approx 6.2 份橙子的维生素C（表2）。彩椒维生素C密度为4000 mg/1000 kcal，豆角为529 mg/1000 kcal，则：1 份彩椒 \approx 5.8 份豆角的维生素C（表3）。

表 2 水果类维生素C密度等价物示例

食物	维生素 C 密度	维生素C摄入量	对应总热量	对应克数
奇异果（黄心）	2720 mg/1000 kcal	204 mg	75 kcal	100 g
草莓	1469 mg/1000 kcal	204 mg	139 kcal	434 g
橙子	688 mg/1000 kcal	204 mg	297 kcal	618 g
樱桃	217 mg/1000 kcal	204 mg	940 kcal	2040 g

表 3 蔬菜类维生素C密度等价物示例

食物	维生素 C 密度	维生素C摄入	对应总热量	对应克数
彩椒	4000 mg/1000 kcal	104 mg	26 kcal	100 g
菠菜	1143 mg/1000 kcal	104 mg	91 kcal	325 g
西红柿	933 mg/1000 kcal	104 mg	111 kcal	743 g
豆角	529 mg/1000 kcal	104 mg	196 kcal	578 g

（4）营养素密度在各国膳食政策中的应用

1) 中国居民膳食指南中的应用

在“食养是良医”理念及《国民营养计划（2017-2030）》的政策倡导下，《中国居民膳食指南》指出通过天然食物补充营养素已成为科学膳食的核心策略。餐餐有蔬菜，天天吃水果，同时减少高“油盐糖”食物，提高膳食整体营养素密度，解决中国居民当前面临的能量过剩（肥胖、慢性病）和隐性饥饿（微量营养素缺乏）并存的矛盾。

中国居民平衡膳食宝塔（2022），中国居民平衡膳食餐盘（2022），以及《中国居民膳食指南（2022）》平衡膳食八准则中“食物多样，合理搭配”、“多吃蔬果、奶类、全谷、大豆”、“适量吃鱼、禽、蛋、瘦肉”、“少盐少油，控糖限酒”以及“会烹会选，会看标签”，从食物选择、膳食搭配、标签解读到烹饪方式，均强调通过高营养密度食物满足营养需求和降低慢性病风险。利用营

营养素密度可高效筛选优质食物来源。新鲜天然的全谷物、瘦肉、蔬果、蛋奶、豆类通常都是营养素密度高的食物。其中，深色蔬菜富含胡萝卜素、钙、维生素C等，营养素密度显著高于浅色蔬菜；全谷物（如燕麦、糙米）保留胚芽与麸皮，提供B族维生素、膳食纤维，营养素密度远远高于精白米面。而过度加工，或高油高糖的食物大多是营养素密度低的食物，比如饼干、点心、薯片、锅巴、蛋挞等零食，以及油炸食品和含糖饮料等。其中，含糖饮料热量高，维生素、矿物质、膳食纤维等营养素含量极低，长期饮用易导致肥胖和代谢异常；糕点、薯片类加工食品油盐糖含量高，是典型的“高能量，低营养”的食物。

2) 美国膳食指南中的应用

美国居民膳食指南将以下四项原则作为提出美国居民健康膳食模式的科学基础：①在生命的每个阶段都应遵循健康的膳食模式；②考虑个人爱好、文化传统和经费支出，选择并采用个性化饮食；③关注各种类别的营养素密集型食物和饮料，并使能量摄入保持在适当范围内；④限制添加糖、饱和脂肪和钠含量过高的食物和饮料以及酒精饮品。

在指导原则①中，推荐每个人在全生命周期的每个阶段都应该努力采取“健康的美国膳食模式”，该膳食模式强调选择高营养素密度的食物和饮料并保持适宜的摄入量。在指导原则③中，强调制定膳食指南的基本目标是通过食物和饮料满足人体的营养需要。健康的膳食模式应该包括各种食物类别中的高营养素密度食物和饮料，以满足推荐的营养素摄入量，同时对能量的摄入有所限制。依据不同种类食物的营养素密度，新版《美国膳食指南》中列出了6大类食物与饮料，作为构成健康膳食模式的核心要素，具体包括： a. 蔬菜：各种深绿色、红色和橙色蔬菜，大豆、豌豆和小扁豆等豆类； b. 水果：新鲜水果以及100%纯果汁、干果； c. 谷物：全谷类食物及其产品，其中全谷物至少占每日谷物的一半； d. 乳及乳制品：脱脂或低脂牛奶、酸奶、奶酪，无乳糖和减少乳糖的产品，以及乳品强化的大豆饮料等；

e. 富含蛋白质食物：瘦的畜禽肉，鸡蛋、海产品等； f. 油脂：植物油和食物中含有的油脂（如坚果）。

3) WHO推广使用营养素密度预防婴幼儿和儿童营养缺乏病

WHO调查数据显示，维生素和矿物质缺乏，尤其是叶酸、铁、维生素A和锌缺乏影响了全世界50%的学龄前儿童和67%的育龄妇女。婴幼儿和儿童期微量营养素缺乏可对机体健康产生一系列严重后果，例如脊柱裂、贫血、免疫力降低和生长发育迟缓等。

为改善婴幼儿的营养不良问题，WHO发布了关于婴幼儿辅食营养素密度的建议：婴儿的食物应当包括一定量的蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素和矿物质以支持正常的生长和发育。在给婴儿添加辅食的过程中，应当逐渐引入多样化的食物，在选择辅食时应确保婴幼儿在有限能量摄入条件下获得足够的营养素，关注食物的营养素密度。婴幼儿和儿童的饮食应多样化强调每日摄入高营养素密度的食物，如保证每天都要吃动物性食物，包括肉、鱼、蛋等富含优质蛋白以及富含可促进生长发育的铁、钙、锌、维生素A、核黄素、维生素B12等营养素的食物；每天摄入富含钾、叶酸、维生素A、维生素C、维生素K以及膳食纤维和多种植物化学物的水果和蔬菜；常吃豆类、坚果以获得能量、蛋白质、必需脂肪酸，以及铁、锌、硫胺素等营养素。同时，应当避免给婴儿添加含有高热量和低营养密度的食物，如糖果、薯片等。这些建议旨在确保婴幼儿和儿童获得足够的营养素以支持其健康成长，预防营养缺乏病。

六、营养素密度在食物选择中的实践

1. 常见水果类食物的营养素密度综合分析

低水果摄入是我国居民心血管疾病死亡的第二大膳食危险因素，仅次于高盐。根据2000~2018年中国健康与营养调查数据显示，我国居民水果摄入量先呈上升趋势

势，2011年后出现下降趋势。2018年成年人水果摄入量接近50 g/天，远低于推荐最低摄入量200 g/天。水果作为天然食物，除了提供维生素C、钾及膳食纤维等营养素外，还富含植物化学物，可增强抗氧化能力，调节免疫。此外，水果色彩鲜艳、风味多样，还能增加食欲，帮助消化，总体呈现“高营养、低热量”特征。

本报告列举常见水果的营养素密度（表 4），帮助居民科学选择水果。

表4 常见水果营养素密度^a

营养素	单位	奇异果 (黄心)	猕猴桃	橙子	草莓	芒果	柠檬	福橘	香蕉	葡萄	西瓜	梨	苹果	樱桃
能量	kcal/100g	75	61	48	32	35	37	46	93	45	31	51	53	46
蛋白质	g/1000kcal	-	13.11	16.67	31.25	17.14	29.73	21.74	15.05	8.89	16.13	5.88	7.55	23.91
脂肪	g/1000kcal	-	9.84	4.17	6.25	5.71	32.43	4.35	2.15	6.67	9.68	1.96	3.77	4.35
碳水化合物	g/1000kcal	198.67	237.70	231.25	221.88	237.14	167.57	223.91	236.56	228.89	219.35	256.86	258.49	221.74
不溶性膳食纤维	g/1000kcal	20.50	42.62	12.50	34.38	37.14	35.14	8.70	12.90	22.22	6.45	50.98	32.08	6.52
总维生素 A	μgRAE/1000 kcal	-	180.33	270.83	93.75	2142.86	-	1086.96	53.76	66.67	451.61	39.22	75.47	391.30
胡萝卜素	μg/1000kcal	450.67	2131.15	3333.33	937.50	25628.57	-	13043.4 8	645.16	888.89	5580.6 5	392.16	943.40	4565.2 2
维生素 E	mg/1000kcal	25.33	39.84	11.67	22.19	34.57	30.81	-	2.58	19.11	3.55	9.02	8.11	48.26
硫胺素	mg/1000kcal	-	0.82	1.04	0.63	0.29	1.35	1.09	0.22	0.67	0.65	0.59	0.38	0.43
核黄素	mg/1000kcal	-	0.33	0.83	0.94	1.14	0.54	0.43	0.43	0.44	1.29	0.59	0.38	0.43
烟酸	mg/1000kcal	-	4.92	6.25	9.38	8.57	16.22	6.52	7.53	5.56	9.68	3.92	3.77	13.04
叶酸	μg/1000kcal	152.00	-	-	993.75	-	-	1150.00	217.20	220.00	129.03	172.55	118.87	215.22
维生素 C	mg/1000kcal	2720.00	1016.39	687.50	1468.75	657.14	594.59	239.13	86.02	88.89	183.87	98.04	56.60	217.39
钙	mg/1000kcal	157.33	442.62	416.67	562.50	-	2729.73	586.96	75.27	200.00	225.81	137.25	75.47	239.13
磷	mg/1000kcal	-	426.23	458.33	843.75	314.29	594.59	108.70	301.08	288.89	387.10	274.51	132.08	586.96
钾	mg/1000kcal	3853.33	2360.66	3312.50	4093.75	3942.86	5648.65	2760.87	2752.6 9	2822.2 2	3129.0 3	1666.6 7	1566.0 4	5043.4 8
钠	mg/1000kcal	-	163.93	25.00	131.25	80.00	29.73	10.87	8.60	42.22	106.45	33.33	24.53	173.91
镁	mg/1000kcal	154.67	196.72	291.67	375.00	400.00	1000.00	304.35	462.37	155.56	451.61	156.86	75.47	260.87
铁	mg/1000kcal	-	19.67	8.33	56.25	5.71	21.62	17.39	4.30	8.89	12.90	7.84	5.66	8.70
锌	mg/1000kcal	-	9.34	2.92	4.38	2.57	17.57	4.78	1.94	3.56	2.90	1.96	0.75	5.00
硒	μg/1000kcal	-	4.59	6.46	21.88	41.14	13.51	2.61	9.35	2.44	2.90	5.69	1.89	4.57

^a数据来自《中国食物成分表（第6版）》，其中，奇异果（黄心）数据来自国家轻工业食品质量监督检测上海站检测结果，当前所列营养素密度数值基于现有检测数据

进一步采用雷达图对常见水果中4种关键营养素（维生素 C、膳食纤维、钾以及胡萝卜素）营养密度进行对比。

首先，维生素C营养密度（图 1）分析显示，奇异果（黄心）以2720 mg/1000 kcal 位列榜首，是草莓的1.8倍、橙子的4.0倍。每日100 g奇异果（黄心）可提供 204 mg维生素C，超成人日需量（100 mg），100 g相当于1~2个中等大小奇异果（黄心），因此，吃1~2个中等大小奇异果（黄心）就能够满足成人一天的维生素C需要量。常见的苹果、葡萄等水果的维生素C营养密度较低。

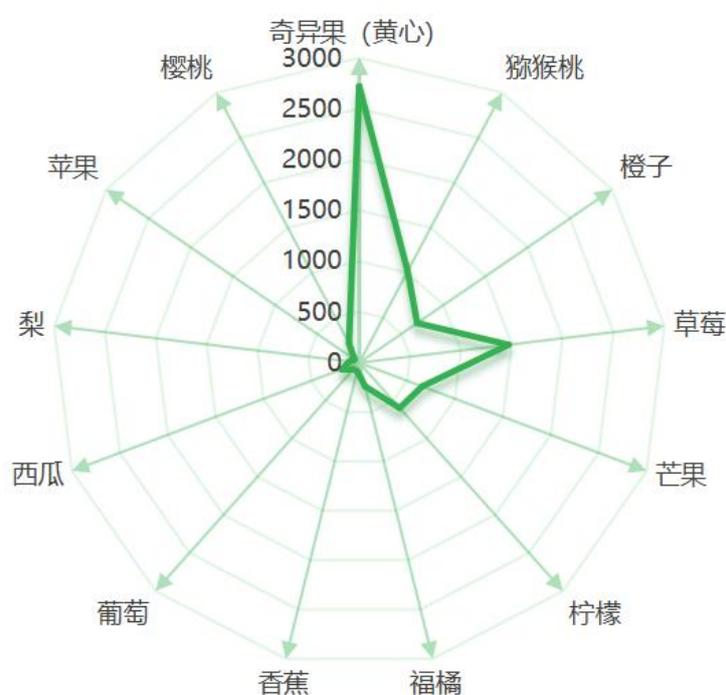


图1 常见水果维生素C营养密度对比图（mg/1000 kcal）

水果中膳食纤维营养密度均较高（图 2），梨（50.98 g/1000 kcal）、猕猴桃（42.62 g/1000 kcal）以及芒果（37.14 g/1000 kcal）位列前三；其次是柠檬（35.14 g/1000 kcal）、草莓（34.38 g/1000 kcal）、苹果（32.08 g/1000 kcal）、葡萄（22.22 g/1000 kcal）以及奇异果（黄心）（20.50 g/1000 kcal）。

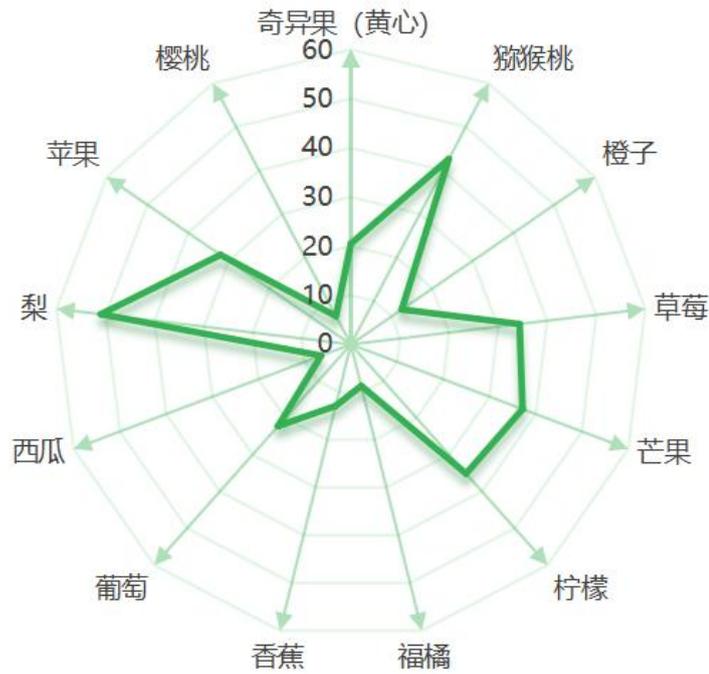


图2 常见水果膳食纤维营养密度对比图 (g/1000 kcal)

各种水果钾的营养密度均较高 (图 3)。草莓 (4093.75 mg/1000 kcal) 与芒果 (3942.86 mg/1000 kcal) 位居前列。奇异果位居第三 (3853.33 mg/1000 kcal)，香蕉为2752.69 mg/1000 kcal。柠檬 (5648.65 mg/1000 kcal) 的钾营养密度最高，但其酸性味道可能限制其日均摄入量。

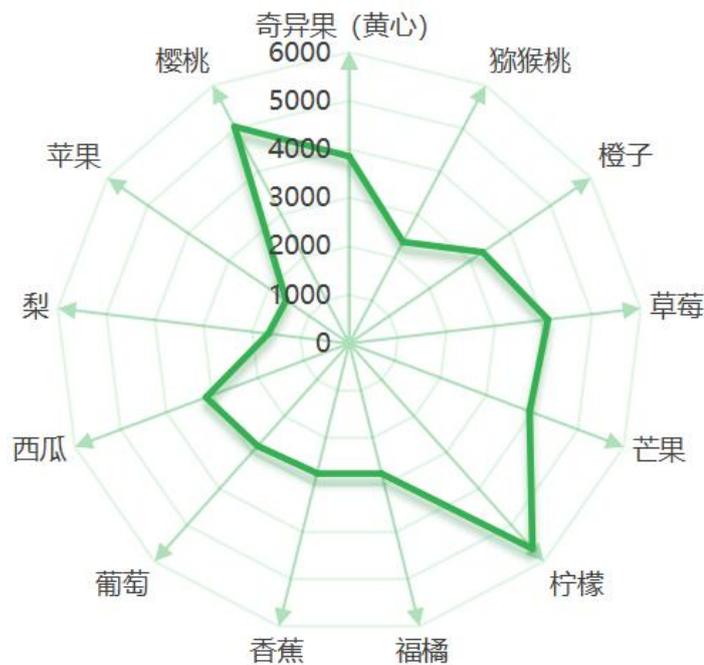


图3 常见水果钾营养密度对比图 (mg/1000 kcal)

胡萝卜素营养素密度（图 4）分析显示，芒果（25628.57 $\mu\text{g}/1000 \text{ kcal}$ ）为胡萝卜素营养密度最高的水果，福橘（13043.48 $\mu\text{g}/1000 \text{ kcal}$ ）、西瓜（5580.65 $\mu\text{g}/1000 \text{ kcal}$ ）和樱桃（4565.22 $\mu\text{g}/1000 \text{ kcal}$ ）位列其后；其他水果的胡萝卜素营养密度均较低。

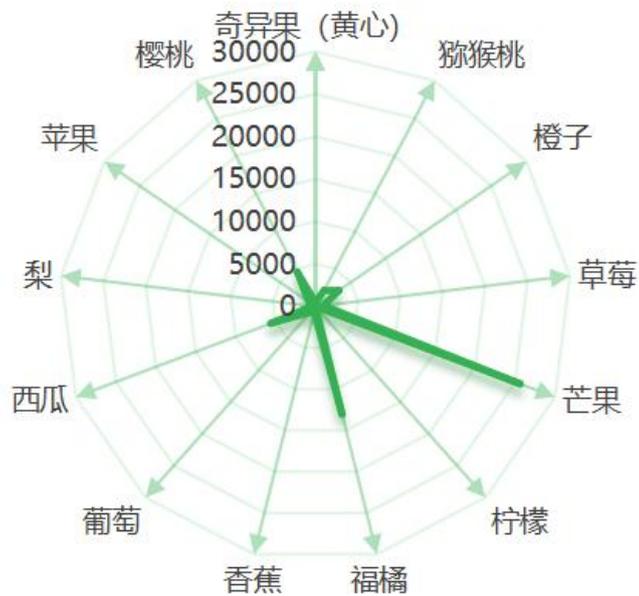


图4 常见水果胡萝卜素营养密度对比图 ($\mu\text{g}/1000 \text{ kcal}$)

图 5 综合展示了奇异果（黄心）、橙子、苹果等七种水果在维生素C、不溶性膳食纤维、钾、钙、维生素 E 五种营养素的密度数据。其中，奇异果（黄心）在维生素C（2720 $\text{mg}/1000 \text{ kcal}$ ）营养密度上表现突出，不溶性膳食纤维、钾等营养元素处于中等或偏上水平；橙子的钾（3312.50 $\text{mg}/1000 \text{ kcal}$ ），苹果的不溶性膳食纤维（32.08 $\text{g}/1000 \text{ kcal}$ ）营养密度优势显著。日常生活中，居民可依据不同水果的营养素密度特征合理选择，科学优化膳食结构。

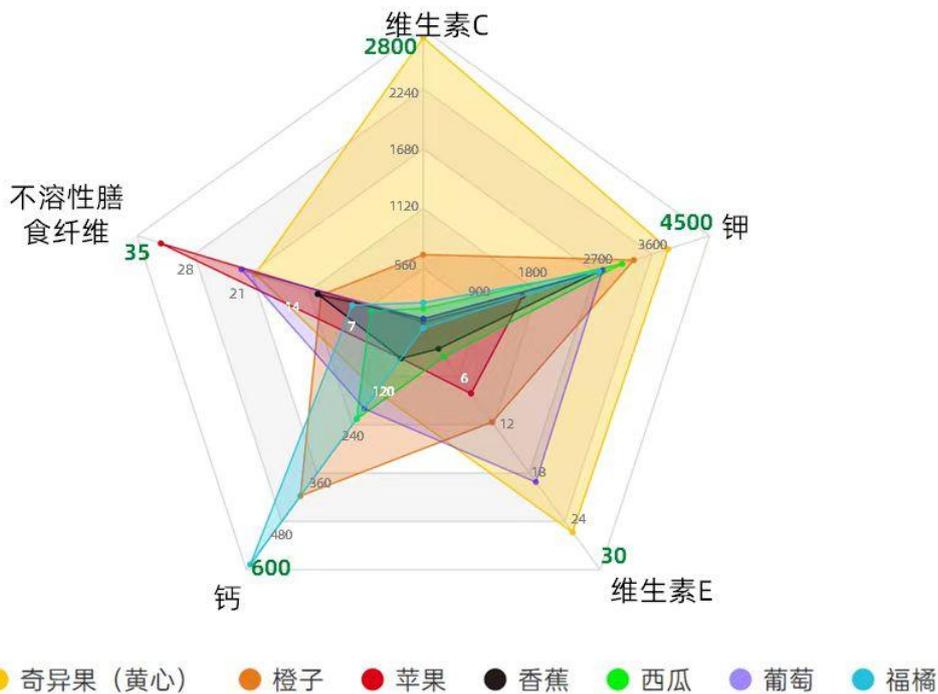


图5 常见水果营养素密度雷达图

维生素C、维生素E、钾和钙密度单位为mg/1000 kcal，不溶性膳食纤维单位为g/1000 kcal。

2. 常见蔬菜类食物的营养素密度分析

蔬菜是平衡膳食的重要组成部分，是维生素、矿物质、膳食纤维和植物化学物的重要来源。增加蔬菜摄入量，尤其是深色蔬菜、十字花科蔬菜等，可以显著降低心血管疾病发病和死亡风险。根据2000~2018年中国健康与营养调查数据显示，我国成年居民以浅色蔬菜摄入为主，深色蔬菜和浅色蔬菜摄入量持续下降，分别从85.2 g/天和237.2 g/天下降到55.9 g/天和193.2 g/天。2018年不同年龄段居民每日蔬菜摄入量达到300 g的人群比例仅有 21.9%~35.2%。

本报告展示了常见蔬菜的营养素密度情况（表5），蔬菜对膳食营养的贡献率，最突出的是维生素C、维生素A、胡萝卜素、叶酸、钾、钙、镁以及膳食纤维等。

表5 常见蔬菜营养素密度^a

营养素	单位	菠菜	油菜 (小)	白菜	生菜	西兰花	芹菜	韭菜	黄瓜	西红柿	茄子	青椒	豆角	胡萝卜	冬瓜
能量	kcal/100g	28	12	20	12	27	22	25	16	15	23	22	34	32	10
蛋白质	g/1000kcal	92.86	108.33	80.00	133.33	129.63	54.55	96.00	50.00	60.00	47.83	36.36	73.53	31.25	30.00
脂肪	g/1000kcal	10.71	16.67	10.00	33.33	22.22	9.09	16.00	12.50	13.33	8.70	13.64	5.88	6.25	20.00
碳水化合物	g/1000kcal	160.71	133.33	170.00	91.67	137.04	204.55	180.00	181.25	220.00	213.04	236.36	197.06	253.13	240.00
不溶性膳食纤维	g/1000kcal	60.71	58.33	45.00	-	-	54.55	-	31.25	-	56.52	-	61.76	-	-
总维生素A	μgRAE/1000kcal	8678.57	10166.67	350.00	166.67	481.48	1272.73	5320.00	500.00	2066.67	173.91	363.64	500.00	10687.50	-
胡萝卜素	μg/1000kcal	104285.71	121666.67	4000.00	2166.67	5592.59	15454.55	63840.00	5625.00	25000.00	2173.91	4454.55	5882.35	128343.75	-
维生素E	mg/1000kcal	62.14	63.33	18.00	-	28.15	60.00	22.80	30.63	28.00	49.13	17.27	65.88	9.69	4.00
硫胺素	mg/1000kcal	1.43	0.83	2.50	1.67	2.22	0.91	1.60	1.25	1.33	0.87	0.91	1.47	-	-
核黄素	mg/1000kcal	3.93	6.67	2.00	0.83	2.96	2.73	2.00	1.88	0.67	1.74	0.91	2.06	0.63	-
烟酸	mg/1000kcal	21.43	-	32.50	-	27.04	18.18	34.40	12.50	32.67	26.09	28.18	26.47	-	22.00
叶酸	μg/1000kcal	3139.29	8966.67	1295.00	2633.33	1103.70	618.18	2448.00	568.75	553.33	530.43	977.27	-	637.50	940.00
维生素C	mg/1000kcal	1142.86	583.33	1875.00	-	2074.07	363.64	80.00	562.50	933.33	217.39	2681.82	529.41	281.25	1600.00
钙	mg/1000kcal	2357.14	12750.00	2850.00	1166.67	1851.85	3636.36	1760.00	1500.00	266.67	1043.48	500.00	852.94	843.75	1200.00
磷	mg/1000kcal	1678.57	3416.67	1650.00	1000.00	2259.26	1727.27	1800.00	1500.00	1600.00	1000.00	909.09	1617.65	1187.50	1100.00
钾	mg/1000kcal	11107.14	13083.33	6700.00	7583.33	6629.63	9363.64	9640.00	6375.00	11933.33	6173.91	7000.00	6088.24	3718.75	5700.00

钠	mg/1000kcal	3042.8 6	4416.67	3445.00	1341.6 7	1729.6 3	7227.27	232.00	306.25	646.67	234.78	318.18	100.00	3771.88	280.00
镁	mg/1000kcal	2071.4 3	2250.00	600.0 0	583.33	814.81	818.18	960.00	937.50	800.00	565.22	681.82	1029.41	562.50	1000.00
铁	mg/1000kcal	103.57	325.00	40.00	16.67	33.33	54.55	28.00	31.25	13.33	21.74	13.64	44.12	9.38	10.00
锌	mg/1000kcal	30.36	72.50	23.00	10.00	17.04	10.91	10.00	11.25	8.00	10.00	9.55	15.88	6.88	10.00
硒	μg/1000kcal	34.64	-	28.50	3.33	15.93	25.91	53.20	23.75	-	20.87	0.91	63.53	18.75	2.00

^a 数据来自《中国食物成分表（第6版）》

进一步采用雷达图对常见蔬菜中4种关键营养素（胡萝卜素、维生素C、钙和钾）营养密度进行对比。

胡萝卜素营养密度（图 6）分析结果显示，胡萝卜（128.34 mg/1000 kcal）成为胡萝卜素营养密度最高的蔬菜，油菜（小）（121.67 mg/1000 kcal）、菠菜（104.29 mg/1000 kcal）和西红柿（25.00 mg/1000 kcal）位列其后。其他蔬菜胡萝卜素营养密度均较低。

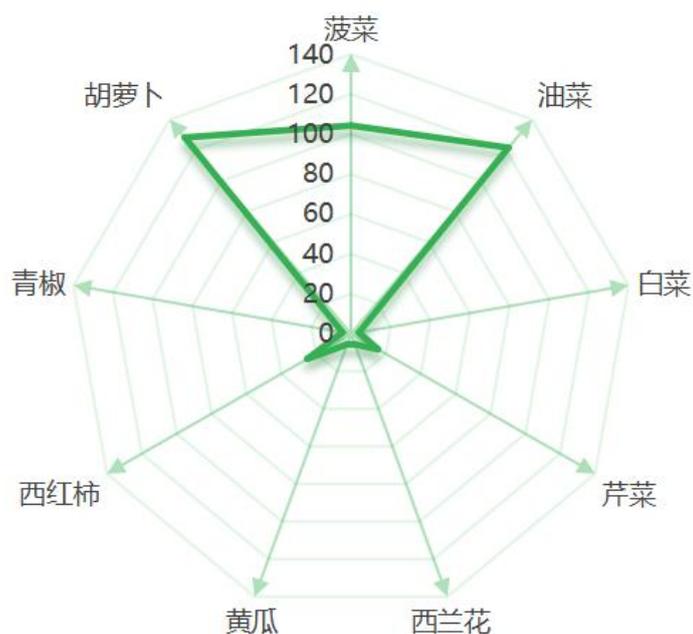


图 6 常见蔬菜胡萝卜素营养密度对比图 (mg/1000 kcal)

蔬菜维生素C营养密度均较高（图 7）。其中青椒以2681.82 mg/1000 kcal 位列榜首，是菠菜（1142.86 mg/1000 kcal）的2.3倍、黄瓜（562.50 mg/1000 kcal）的约4.8倍。西兰花（2074.07 mg/1000 kcal）位居第二，白菜（1875.00 mg/1000 kcal）位居第三。

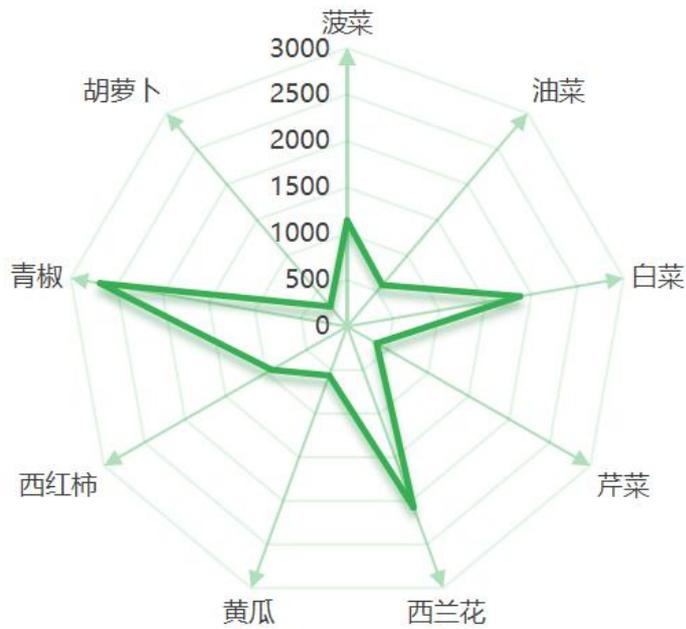


图7 常见蔬菜维生素C营养密度对比图 (mg/1000 kcal)

蔬菜中油菜 (12.75 g/1000 kcal) 钙密度最高 (图 8)，是钙的良好食物来源。芹菜 (3.64 g/1000 kcal)、白菜 (2.85 g/1000 kcal)、菠菜 (2.36 g/1000 kcal)、西兰花 (1.85 g/1000 kcal) 位列其后。其他蔬菜钙密度相对较低。

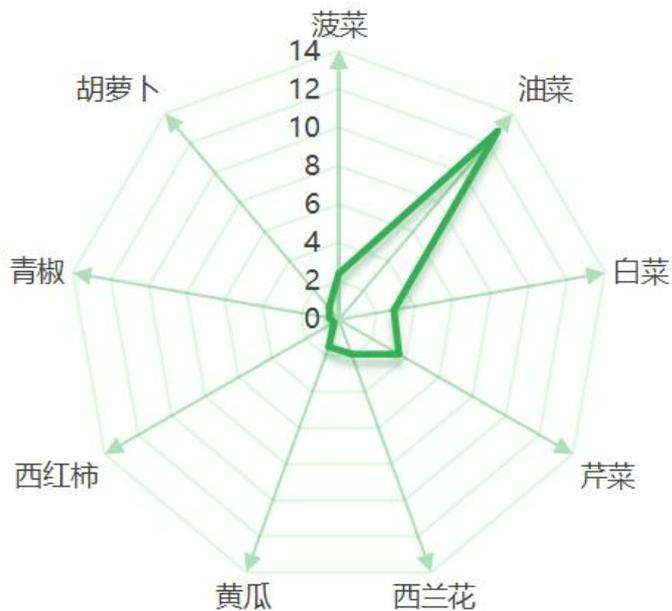


图8 常见蔬菜钙密度对比图 (g/1000 kcal)

蔬菜是钾的良好食物来源 (图 9)。钾营养密度方面，油菜 (13.08 g/1000 kcal)、西红柿 (11.93 g/1000 kcal) 和菠菜 (11.11 g/1000 kcal) 位居前三。

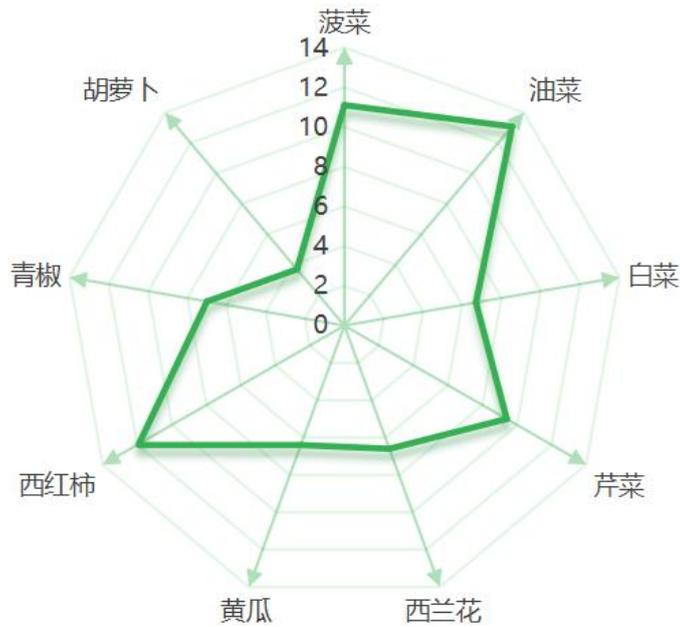


图9 常见蔬菜钾营养密度对比图 (g/1000 kcal)

图 10 综合展示了九种蔬菜在胡萝卜素，维生素C等五种营养素的密度数据。胡萝卜的胡萝卜素最高，维生素C密度最高为青椒，油菜（小）的钙密度和钾密度都最高。其中，油菜（小）在这五种营养素的密度方面表现均很优异。

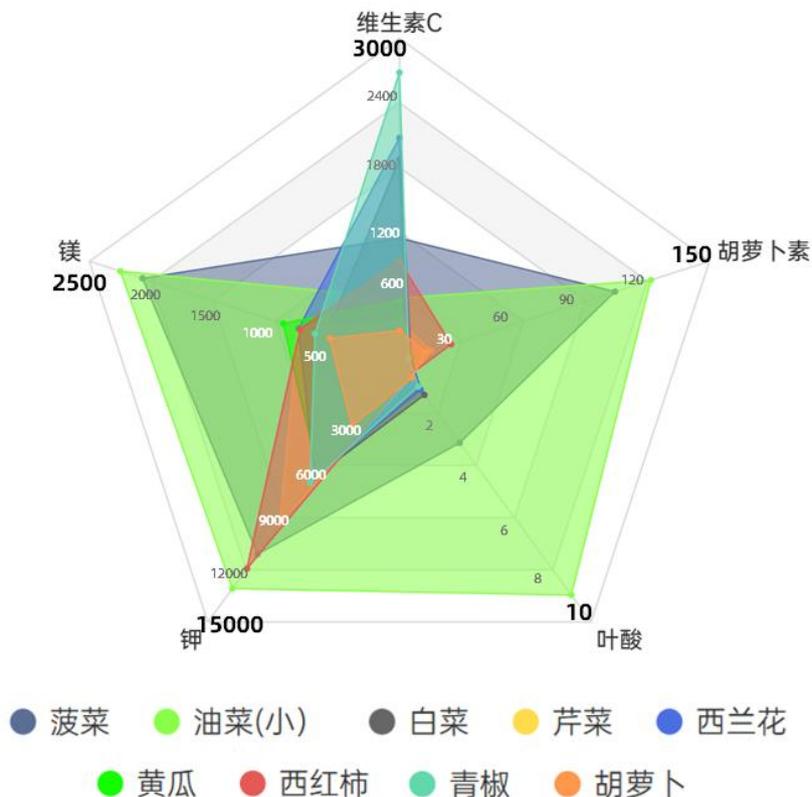


图 10 常见蔬菜营养素营养密度雷达图 (mg/1000 kcal)

3. 常见全谷物类食物的营养素密度分析

全谷物是指保留了谷粒完整结构（胚乳、胚芽、麸皮）的谷物，或经过碾磨、粉碎等加工但仍保持天然营养成分的谷物制品。有充足的证据表明，与精制米面相比，全谷物可提供更多的B族维生素、矿物质和膳食纤维等营养成分，对降低肥胖、2型糖尿病、心血管疾病、肿瘤等膳食相关疾病的发生风险具有重要作用。根据中国居民营养与健康状况监测数据显示，我国居民全谷物摄入量长期处于较低水平，远未达到膳食指南推荐标准（每日50~150g），仅7%~16.7%的居民达到最低推荐量50g，超过80%的成年人摄入不足。

本报告展示了常见全谷物类食物的营养素密度情况（表6），全谷物对膳食营养的贡献率，最突出的是维生素E、硫胺素）、核黄素、叶酸和镁。

表6 常见全谷物类食物营养素密度^a

营养素	单位	燕麦	玉米 (黄, 干)	玉米糝	小米	糙米	黑米	糯米	荞麦面
能量	kcal/100g	338	348	326	361	348	341	350	340
蛋白质	g/1000kcal	29.88	25.00	22.70	24.93	22.13	27.57	20.86	33.24
脂肪	g/1000kcal	0.59	10.92	3.68	8.59	7.76	7.33	2.86	8.24
碳水化合物	g/1000kcal	228.99	209.77	241.41	208.03	215.52	211.73	223.71	206.47
不溶性膳食纤维	g/1000kcal	17.75	18.39	-	4.43	9.77	11.44	2.29	-
总维生素 A	μgRAE/1000kcal	-	22.99	-	22.16	-	-	-	5.88
胡萝卜素	μg/1000kcal	-	287.36	-	277.01	-	-	-	58.82
维生素 E	mg/1000kcal	2.69	11.18	2.94	10.06	3.79	0.65	3.69	15.62
硫胺素	mg/1000kcal	1.36	0.60	0.09	0.91	1.09	0.97	0.31	0.76
核黄素	mg/1000kcal	0.21	0.37	0.09	0.28	0.11	0.38	0.11	0.29
烟酸	mg/1000kcal	-	7.18	2.33	4.16	-	23.17	6.57	10.21
叶酸	μg/1000kcal	89.05	91.67	21.47	81.99	65.80	158.94	53.43	85.59
钙	mg/1000kcal	171.60	-	150.31	113.57	28.74	35.19	74.29	208.82
磷	mg/1000kcal	1011.83	626.44	438.65	634.35	873.56	1043.99	322.86	714.71
钾	mg/1000kcal	1053.25	862.07	542.94	786.70	660.92	750.73	391.43	894.12
钠	mg/1000kcal	6.21	9.48	5.21	11.91	15.52	20.82	4.29	2.65
镁	mg/1000kcal	343.20	275.86	463.19	296.40	353.45	431.09	140.00	444.12
铁	mg/1000kcal	8.58	6.90	0.61	14.13	5.17	4.69	4.00	20.59
锌	mg/1000kcal	5.18	4.89	0.15	5.18	5.14	11.14	4.40	5.71
硒	μg/1000kcal	-	10.11	3.34	13.13	-	9.38	7.74	6.35

^a数据来自《中国食物成分表（第6版）》

进一步采用雷达图对常见全谷物中5种关键营养素（维生素E、硫胺素、核黄素、叶酸和镁）营养密度进行对比。

首先，维生素E营养密度（图 11）分析结果显示，荞麦面以15.62 mg/1000 kcal 位列榜首，是燕麦（2.69 mg/1000 kcal）的5.8 倍。玉米（黄，干）（11.18 mg/1000 kcal）和小米（10.06 mg/1000 kcal）维生素E营养密度位居第二和第三。



图11 常见全谷物维生素E营养密度对比图（mg/1000 kcal）

全谷物中除玉米糝外硫胺素营养密度均较高（图 12），其中燕麦（1.36 mg/1000 kcal）、糙米（1.09 mg/1000 kcal）和黑米（0.97 mg/1000 kcal）位居前三；而玉米糝硫胺素营养密度较低，仅0.09 mg/1000 kcal，是玉米（黄，干）（0.6 mg/1000 kcal）的15%，提示谷物加工易引起硫胺素的损失。

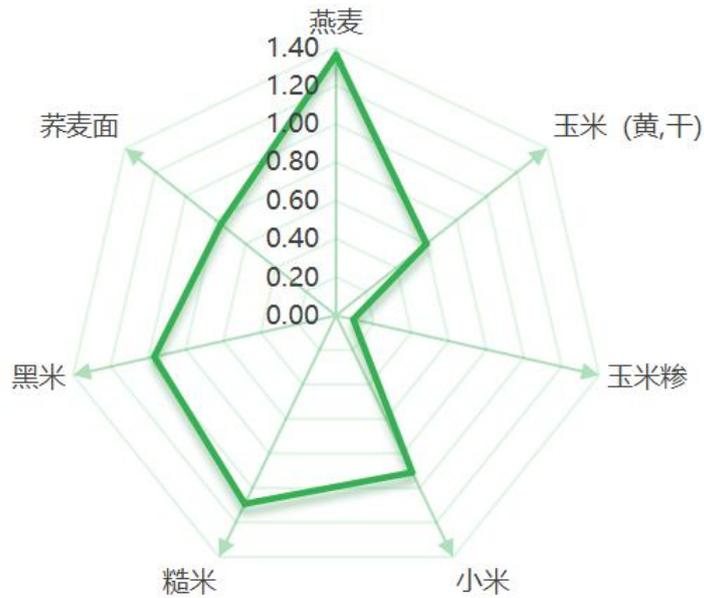


图12 常见全谷物硫胺素营养密度对比图 (mg/1000 kcal)

全谷物中，黑米 (0.38 mg/1000 kcal) 和玉米 (黄,干) (0.37 mg/1000 kcal) 核黄素营养密度相当。荞麦面 (0.29 mg/1000 kcal) 和小米 (0.28 mg/1000 kcal) 相当。玉米糝核黄素营养密度较低，仅0.09 mg/1000 kcal，是玉米 (黄,干) 的24.3%，提示加工过程也易引起核黄素的损失 (图 13)。

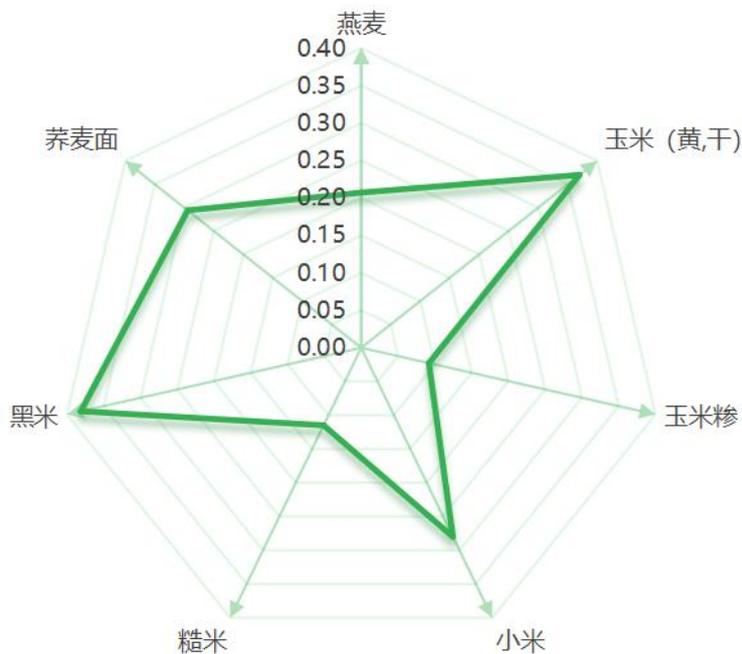


图13 常见全谷物核黄素营养密度对比图 (mg/1000 kcal)

各种全谷物叶酸营养密度相当（图 14），其中黑米（158.94 $\mu\text{g}/1000 \text{ kcal}$ ）叶酸密度最高，其次是玉米（黄，干）（91.67 $\mu\text{g}/1000 \text{ kcal}$ ）。玉米糝叶酸营养密度最低，仅21.47 $\mu\text{g}/1000 \text{ kcal}$ ，加工过程同样也易引起叶酸损失。

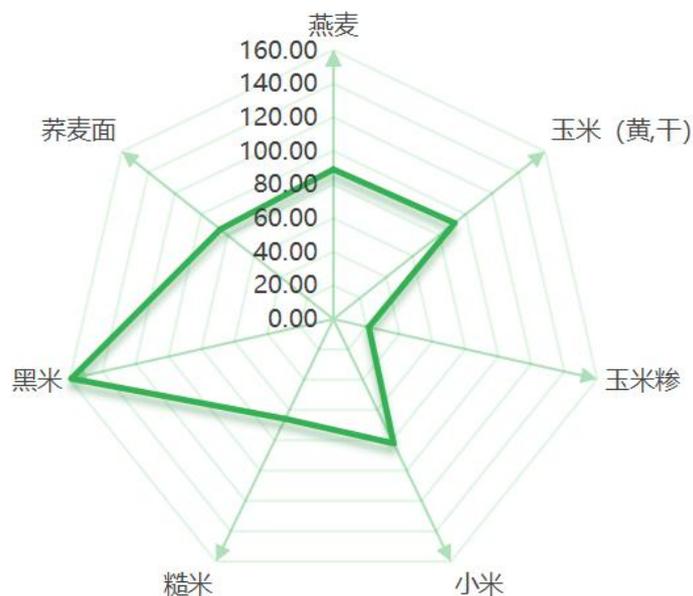


图 14 常见全谷物叶酸营养密度对比图 ($\mu\text{g}/1000 \text{ kcal}$)

全谷物中镁营养密度普遍较高（图 15），其中玉米糝镁营养密度（463.19 $\text{mg}/1000 \text{ kcal}$ ）最高，其次是荞麦面（444.12 $\text{mg}/1000 \text{ kcal}$ ）和黑米（431.09 $\text{mg}/1000 \text{ kcal}$ ）。

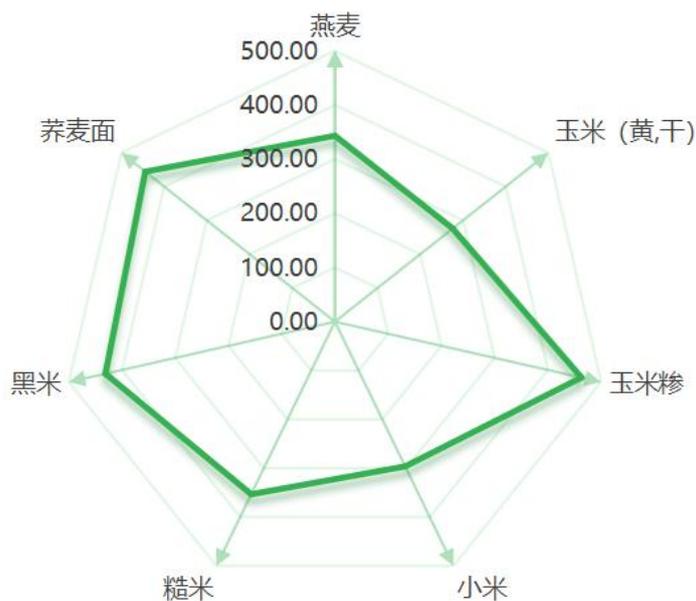


图 15 常见全谷物镁营养密度对比图 ($\text{mg}/1000 \text{ kcal}$)

图 16 综合展示了燕麦、糙米等七种全谷物在维生素E、硫胺素、核黄素、叶酸和镁等5种营养素的密度数据。其中，荞麦面的维生素E营养密度最高，燕麦的硫胺素密度最高，黑米的核黄素和叶酸营养密度最高，玉米碴的镁营养密度最高。这七种全谷物的营养质量均较高。值得注意的是，全谷物中B族维生素营养密度也较高，但容易在加工过程中破坏，日常生活中需要尽量减少食物因精加工引起的营养素破坏。

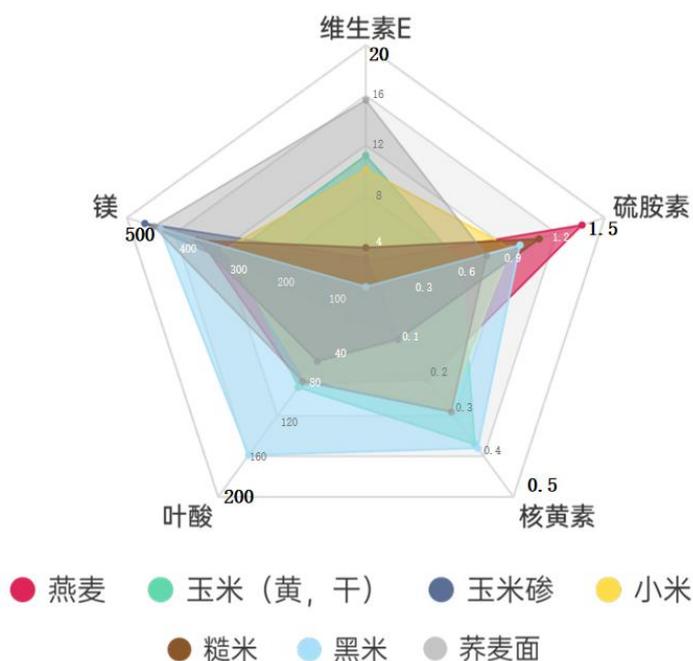


图 16 常见全谷物营养素密度雷达图

叶酸密度单位为 $\mu\text{g}/1000\text{ kcal}$ ，其余营养素密度单位为 $\text{mg}/1000\text{ kcal}$

其他各类食物的营养素密度详情见附件 1。

各类食物营养素密度TOP10（星级标签）详情见附件 2。

各类代表性食物（单个）营养素密度饼图见附件 3。

食物营养素密度气泡图见附件 4。

常见水果类代表性食物营养素密度雷达图见附件 5。

为进一步提升居民对食物营养素密度的认知与理解，以上附件可作为食物营养素密度科普工具包内容使用。

七、研究结论与实践建议

1. 研究结论

我国居民健康状况在整体提升的同时，仍面临慢性疾病发病率上升、饮食结构不合理等挑战。营养素密度突破了传统营养学的评估范式，建立了“单位能量营养贡献”的科学模型，具有多维优势。营养素密度不仅是一个食物营养价值评价工具，还可以揭示食物活性成分的协同增效规律，指导农业育种、食品加工等产业实践，还能为“健康中国 2030”和“碳中和”目标提供量化实施路径。

2. 科普与推广营养素密度的策略建议

为了提高居民对营养素密度的认知和应用能力，应加大科普宣传力度。建议通过短视频平台、社交媒体，电视广播等构建全媒体科普宣传矩阵，例如制作“1 分钟营养课”系列短视频，开发“营养素密度打卡挑战”，社区开设实践课程或超市实景教学等活动。此外，在重点人群中要创新宣传手段，如在学生群体中推广以营养素密度为核心的“食育”教育，在养老机构推行“高营养密度膳食周”等。在高密度食物推广措施方面，还可以通过产地直采计划、优化供应链、加工工艺革新等方面进行。

3. 对未来研究方向的展望

(1) 营养素密度评估体系的构建与拓展

当前营养素密度研究多基于静态数据，未来需建立“从农田到餐桌”的全链条动态模型。例如，利用物联网传感器实时监测果蔬在储运过程中的营养素流失率，结合气象数据预测气候变化对农作物营养密度的影响。此外，可针对特殊生理阶段（如儿童青少年、孕期、老年）及慢性病人群（如2型糖尿病、肾病），创新建立“疾病特异性营养素密度指标”等个性化评价标准。可结合可穿戴设备监测个体营养状态，动态调整推荐方案（如为血钾偏低老年人自动推送高钾密度食材）。

(2) 技术创新驱动的营养素密度应用突破

借助人工智能辅助决策系统，开发基于深度学习的营养密度预测，通过分析食物基因组学数据，预测新品种作物的营养密度特征。结合消费者饮食习惯大数据，生成个性化购物清单（如预算每人每天10元钱生成高营养素密度的高性价比组合购物清单）。同时，加强新型食品加工技术研发，针对营养素易流失问题，重点攻关营养保全技术：如微波真空干燥技术、微胶囊包埋技术等。

(3) 基于高营养素密度食物的社会生态系统的协同研究

通过营养经济政策仿真研究，量化推广高营养密度食物的社会经济价值。例如，模拟在全国中小学推行高密度营养餐政策，预测 10 年、20 年内降低肥胖相关医疗的支出，同时减少食品碳足迹。开发政策效果预判工具包，为政府决策提供循证依据。

附件：《各类食物营养素密度评估辅助图表》

1. 各类食物的营养素密度表
2. 各类食物营养素密度 TOP10（星级标签）
3. 各类代表性食物（单个）营养素密度饼图
4. 食物营养素密度气泡图
5. 常见水果类代表性食物营养素密度雷达图

参考文献

- [1]中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量(2023版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2023.
- [2]中国营养学会. 《中国居民膳食指南(2022)》[M]. 复旦大学出版社, 2022.
- [3]《中国营养科学全书》[M], 人民卫生出版社, 2019.
- [4]中国居民营养与慢性病状况报告(2020年)[J]. 营养学报, 2020(6): 521.
- [5]中国营养学会. 《中国居民膳食指南科学研究报告(2021)》.
- [6]张润, 欧阳一非, 魏艳丽, 等. 食物营养素丰富度指数的构建与应用现状[J]. 中国食物与营养, 2024, 30(9):10-14.
- [7]农业农村部食物与营养发展研究所. 《常见水果营养充足率于营养素密度评价研究报告(2024)》.
- [8]World Health Organization. Nutrient Profiling for Food Policy: Global Status Report[R]. Geneva: WHO, 2022.
- [9]He YN, Li YP, Yang XG, et al. The dietary transition and its association with cardiometabolic mortality among Chinese adults, 1982-2012: a cross-sectional population-based study[J]. Lancet Diabetes & Endocrinology, 2019, 7(7):540-548.
- [10] National Health Commission. Report on Nutrition and Chronic Diseases in China (2020-2022)[R]. Beijing: NHC, 2023.
- [11] Geary R, Fukudo S, Barbara G, et.al. Consumption of 2 Green Kiwifruits Daily Improves Constipation and Abdominal Comfort-Results of an International Multicenter Randomized Controlled Trial[J]. The American Journal of Gastroenterology, 2023, 118(6): 1058-1068.
- [12] Aune D, Giovannucci E, Boffetta P, et.al. Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality-a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies[J]. International Journal of Epidemiology, 2017, 46(3): 1029-1056.
- [13]Wang Y, Feng L, Zeng G, et al. Effects of Cuisine-Based Chinese Heart-Healthy Diet in Lowering Blood Pressure Among Adults in China: Multicenter, Single-Blind, Randomized, Parallel Controlled Feeding Trial[J]. Circulation, 2022, 146(4): 303-315.
- [14]Helen A. Guthrie. Concept of a nutritious food, Journal of nutrition education. 1977, 71(1):14-19.
- [15]Hansen, R.G. An index of food quality. Nutrition Reviews, 1973, 31:1
- [16]WHO Programme of Nutrition. Complementary Feeding of Young Children in Developing Countries: A Review of Current Scientific Knowledge. World Health Organization; Geneva, Switzerland: 1998.
- [17]United States Department of Agriculture (USDA) National Nutrient Database. Food Data Central. [(February 3, 2021)]; Available online: <https://fdc.nal.usda.gov>.

附件：《各类食物营养素密度评估辅助图表》

附件 1：各类食物营养素密度表

表 1 常见谷类食物营养素密度^a

营养素	单位	稻米	小麦粉	挂面	馒头	燕麦	玉米（黄，干）	玉米糝	小米	糙米	黑米	糯米	荞麦面	米粉
能量	kcal/100g	346	359	353	223	338	348	326	361	348	341	350	340	349
蛋白质	g/1000kcal	22.83	34.54	32.29	31.39	29.88	25.00	22.70	24.93	22.13	27.57	20.86	33.24	1.15
脂肪	g/1000kcal	2.60	4.74	2.55	4.93	0.59	10.92	3.68	8.59	7.76	7.33	2.86	8.24	2.29
碳水化合物	g/1000kcal	223.12	206.41	212.75	210.76	228.99	209.77	241.41	208.03	215.52	211.73	223.71	206.47	245.85
不溶性膳食纤维	g/1000kcal	1.73	2.23	2.55	5.83	17.75	18.39	-	4.43	9.77	11.44	2.29	-	-
总维生素 A	μgRAE/1000kcal	-	-	-	-	-	22.99	-	22.16	-	-	-	5.88	-
胡萝卜素	μg/1000kcal	-	-	-	-	-	287.36	-	277.01	-	-	-	58.82	-
维生素 E	mg/1000kcal	1.24	1.84	3.14	2.91	2.69	11.18	2.94	10.06	3.79	0.65	3.69	15.62	-
硫胺素	mg/1000kcal	0.43	0.56	0.48	0.18	1.36	0.60	0.09	0.91	1.09	0.97	0.31	0.76	0.03
核黄素	mg/1000kcal	0.12	0.17	0.11	0.22	0.21	0.37	0.09	0.28	0.11	0.38	0.11	0.29	0.03
烟酸	mg/1000kcal	5.78	4.37	5.92	-	-	7.18	2.33	4.16	-	23.17	6.57	10.21	-
叶酸	μg/1000kcal	68.50	57.66	56.94	22.42	89.05	91.67	21.47	81.99	65.80	158.94	53.43	85.59	-
钙	mg/1000kcal	23.12	77.99	56.66	170.40	171.60	-	150.31	113.57	28.74	35.19	74.29	208.82	31.52

磷	mg/1000kcal	323.70	378.83	379.60	479.82	1011.8 3	626.44	438.65	634.35	873.56	1043.9 9	322.86	714.71	128. 94
钾	mg/1000kcal	323.70	515.32	365.44	618.83	1053.2 5	862.07	542.94	786.70	660.92	750.73	391.43	894.12	54.4 4
钠	mg/1000kcal	5.20	39.28	522.66	740.36	6.21	9.48	5.21	11.91	15.52	20.82	4.29	2.65	149. 57
镁	mg/1000kcal	89.60	147.63	138.81	134.53	343.20	275.86	463.19	296.40	353.45	431.09	140.00	444.12	17.1 9
铁	mg/1000kcal	3.18	3.90	6.52	8.07	8.58	6.90	0.61	14.13	5.17	4.69	4.00	20.59	6.88
锌	mg/1000kcal	4.45	1.92	2.04	3.18	5.18	4.89	0.15	5.18	5.14	11.14	4.40	5.71	1.03
硒	μg/1000kcal	8.18	19.78	26.09	37.89	-	10.11	3.34	13.13	-	9.38	7.74	6.35	1.29

^a数据来自《中国食物成分表（第6版）》

表 2 常见薯类食物营养素密度^a

营养素	单位	土豆	红薯	芋头	山药	南瓜	莲藕	荸荠	木薯	魔芋精粉	凉薯	慈姑	菊芋	菱角
能量	kcal/100g	81	61	56	57	23	47	61	119	186	56	97	64	101
蛋白质	g/1000kcal	32.10	11.48	23.21	33.33	30.43	25.53	19.67	17.65	24.73	16.07	47.42	37.50	44.55
脂肪	g/1000kcal	2.47	3.28	3.57	3.51	4.35	4.26	3.28	2.52	0.54	1.79	2.06	-	0.99
碳水化合物	g/1000kcal	219.75	250.82	226.79	217.54	230.43	244.68	232.79	233.61	423.66	239.29	205.15	246.88	211.88
不溶性膳食纤维	g/1000kcal	13.58	-	1.79	14.04	34.78	4.68	18.03	13.45	400.00	14.29	14.43	67.19	16.83
总维生素 A	μgRAE/1000kcal	12.35	1032.79	17.86	52.63	3217.39	-	49.18	-	-	-	-	-	9.90
胡萝卜素	μg/1000kcal	74.07	12295.08	250.00	350.88	38695.65	-	327.87	-	-	-	-	-	99.01
维生素 E	mg/1000kcal	4.20	4.59	-	4.21	15.65	6.81	10.66	-	-	15.36	22.27	13.75	-
硫胺素	mg/1000kcal	1.23	0.82	0.89	0.88	1.30	0.85	0.33	1.76	-	0.54	1.44	0.16	1.88
核黄素	mg/1000kcal	0.25	0.16	0.36	0.35	1.74	0.21	0.33	0.76	0.54	0.54	0.72	1.56	0.59
烟酸	mg/1000kcal	13.58	3.28	5.00	5.26	17.39	2.55	11.48	10.08	2.15	5.36	16.49	21.88	14.85
叶酸	μg/1000kcal	193.83	321.31	160.71	136.84	473.91	653.19	-	-	-	-	-	-	-
维生素 C	mg/1000kcal	172.84	65.57	26.79	87.72	347.83	404.26	114.75	294.12	-	232.14	41.24	78.13	128.71
钙	mg/1000kcal	86.42	295.08	196.43	280.70	695.65	382.98	65.57	739.50	241.94	375.00	144.33	359.38	69.31
磷	mg/1000kcal	567.90	426.23	892.86	596.49	1043.48	957.45	721.31	420.17	1462.37	428.57	1618.56	421.88	920.79
钾	mg/1000kcal	4283.95	1442.62	446.43	3736.84	6304.35	6234.04	5016.39	6420.17	1607.53	1982.14	7288.66	7156.25	4326.73
钠	mg/1000kcal	72.84	1162.30	98.21	326.32	34.78	729.79	257.38	67.23	268.28	98.21	403.09	179.69	57.43
镁	mg/1000kcal	296.30	278.69	339.29	350.88	347.83	297.87	196.72	554.62	354.84	250.00	247.42	375.00	485.15
铁	mg/1000kcal	4.94	3.28	5.36	5.26	17.39	6.38	9.84	21.01	8.60	10.71	22.68	112.50	5.94
锌	mg/1000kcal	3.70	2.62	3.39	4.74	6.09	5.11	5.57	-	11.02	4.11	10.21	5.31	6.14
硒	μg/1000kcal	5.80	3.61	16.25	9.65	20.00	3.62	11.48	-	1882.53	2.86	9.48	20.47	-

^a数据来自《中国食物成分表（第6版）》

表3 常见豆类食物营养素密度^a

营养素	单位	豆浆	北豆腐	南豆腐	豆腐干	腐竹	素火腿	豆皮	豆奶	黑豆	青豆	绿豆	毛豆
能量	kcal/100g	31	116	87	197	461	213	447	30	401	398	329	131
蛋白质	g/1000kcal	96.77	79.31	65.52	75.63	96.75	89.67	115.44	80.00	89.78	86.68	65.65	100.00
脂肪	g/1000kcal	51.61	69.83	66.67	57.36	47.07	61.97	51.45	50.00	39.65	40.20	2.43	38.17
碳水化合物	g/1000kcal	38.71	25.86	44.83	48.73	48.37	22.54	27.96	60.00	83.79	88.94	188.45	80.15
不溶性膳食纤维	g/1000kcal	-	-	-	-	2.17	4.23	-	-	25.44	31.66	19.45	30.53
胆固醇	mg/1000kcal	-	-	-	-	-	-	-	166.67	-	-	-	-
总维生素 A	μgRAE/1000kcal	-	-	-	10.15	-	-	51.45	-	7.48	165.83	33.43	83.97
胡萝卜素	μg/1000kcal	-	-	-	126.90	-	-	626.40	-	74.81	1984.92	395.14	992.37
硫胺素	mg/1000kcal	0.65	0.43	0.69	0.10	0.28	0.05	0.49	0.67	0.50	1.03	0.76	1.15
核黄素	mg/1000kcal	0.65	0.17	0.23	0.25	0.15	0.14	0.27	2	0.82	0.45	0.33	0.53
烟酸	mg/1000kcal	4.52	0.95	-	2.03	1.74	0.47	2.04	10	4.99	7.54	6.08	10.69
叶酸	μg/1000kcal	1270.97	343.10	296.55	275.13	320.17	-	-	1536.67	464.84	70.60	869.91	-
维生素 E	mg/1000kcal	34.19	72.41	65.75	65.99	60.39	122.02	104.14	150.00	43.29	25.35	33.28	18.63
钙	mg/1000kcal	161.29	905.17	1298.85	2269.04	167.03	37.56	534.68	766.67	558.60	502.51	246.20	1030.53
磷	mg/1000kcal	1354.84	965.52	873.56	883.25	616.05	539.91	1105.15	1166.67	1246.88	992.46	1024.32	1435.11
钾	mg/1000kcal	3774.19	913.79	1770.11	695.43	1199.57	112.68	1961.97	3066.67	3433.92	1804.02	2392.10	3648.85
钠	mg/1000kcal	119.35	62.93	35.63	1670.05	57.48	3173.24	16.55	106.67	7.48	4.52	9.73	29.77
镁	mg/1000kcal	483.87	543.10	413.79	350.25	154.01	117.37	400.45	233.33	605.99	321.61	379.94	534.35
铁	mg/1000kcal	12.90	12.93	13.79	36.04	35.79	34.27	26.17	20.00	17.46	21.11	19.79	26.72
锌	mg/1000kcal	9.03	6.38	4.94	9.34	8.00	9.20	9.13	8.00	10.42	7.99	6.63	13.21
硒	μg/1000kcal	-	21.21	14.14	36.14	14.43	14.93	5.06	24.33	16.93	14.12	13.01	18.93
大豆异黄酮	mg/1000kcal	-	-	-	-	425.27	-	-	-	0.02	-	0.27	-

^a数据来自《中国食物成分表（第6版）》

表 4 常见肉蛋类食物营养素密度^a

营养素	单位	鸡蛋	鸡胸肉	猪肉 (瘦)	牛肉 (瘦)	对虾	鸭肉	鲫鱼	三文鱼	鸡腿	火腿肠	腊肉 (培根)	羊肉	鳕鱼	鹌鹑蛋
能量	kcal/100g	139	118	143	113	93	240	108	139	146	212	181	139	88	160
蛋白质	g/1000kcal	94.24	208.47	141.96	188.50	200.00	64.58	158.33	123.74	138.36	66.04	123.20	133.09	231.82	80.00
脂肪	g/1000kcal	61.87	16.10	43.36	22.12	8.60	82.08	25.00	56.12	49.32	49.06	49.72	46.76	5.68	69.38
碳水化合物	g/1000kcal	17.27	5.08	10.49	11.50	30.11	0.83	35.19	-	-	73.58	14.36	11.51	5.68	13.13
胆固醇	mg/1000kcal	4661.87	550.85	566.43	530.97	2075.27	391.67	1203.70	489.21	678.08	268.87	254.14	589.93	1295.45	3218.75
总维生素 A	μgRAE/1000kcal	1834.53	25.42	307.69	35.40	161.29	216.67	157.41	323.74	150.68	23.58	-	57.55	159.09	2106.25
视黄醇	μg/1000kcal	1553.96	25.42	307.69	35.40	161.29	216.67	157.41	323.74	150.68	23.58	-	57.55	159.09	2106.25
维生素 E	mg/1000kcal	8.20	3.47	2.38	7.35	6.67	1.13	6.30	5.61	-	3.35	0.61	3.45	-	19.25
硫胺素	mg/1000kcal	0.65	0.59	3.78	0.35	0.11	0.33	0.37	0.50	0.41	1.23	4.97	0.50	0.45	0.69
核黄素	mg/1000kcal	1.44	0.51	0.70	1.15	0.75	0.92	0.83	1.29	0.68	2.03	0.61	1.15	1.48	3.06
烟酸	mg/1000kcal	1.44	101.36	37.06	43.54	18.28	17.50	23.15	31.65	22.26	10.85	24.86	31.73	30.68	0.63
叶酸	μg/1000kcal	815.11	5.93	56.64	31.86	283.87	-	-	34.53	108.90	-	-	26.62	-	-
钙	mg/1000kcal	402.88	8.47	41.96	44.25	666.67	25.00	731.48	93.53	--	42.45	11.05	115.11	477.27	293.75
磷	mg/1000kcal	935.25	1440.68	1321.68	1610.62	2451.61	508.33	1787.04	1107.91	1856.16	882.08	1259.67	1158.27	2636.36	1125.00
钾	mg/1000kcal	1107.91	2822.03	2132.87	1876.11	2311.83	795.83	2685.19	2597.12	1513.70	1023.58	1624.31	2158.27	3647.73	862.50
钠	mg/1000kcal	946.04	379.66	402.10	567.26	1776.34	287.50	381.48	455.40	504.11	3637.74	282.87	646.76	1480.6	666.25

镁	mg/1000kcal	71.94	237.29	174.83	194.69	462.37	58.33	379.63	258.99	143.84	103.77	16.57	165.47	954.55	68.75
铁	mg/1000kcal	11.51	8.47	20.98	20.35	16.13	9.17	12.04	2.16	12.33	21.23	13.26	28.06	5.68	20.00
锌	mg/1000kcal	6.40	2.20	20.91	45.04	25.59	5.54	17.96	7.99	7.60	15.19	12.49	25.32	9.77	10.06
硒	μg/1000kcal	100.43	99.58	66.43	30.71	362.58	51.04	132.50	212.01	66.44	43.40	30.39	42.81	281.82	159.25

^a数据来自《中国食物成分表（第6版）》

表 5 常见蔬菜类食物营养素密度^a

营养素	单位	菠菜	油菜(小)	白菜	生菜	西兰花	空心菜	芹菜	韭菜	黄瓜	西红柿	茄子	青椒	豆角	胡萝卜	冬瓜	彩椒
能量	kcal/100g	28	12	20	12	27	19	22	25	16	15	23	22	34	32	10	26
蛋白质	g/1000kcal	92.86	108.33	80.00	133.33	129.63	115.79	54.55	96.00	50.00	60.00	47.83	36.36	73.53	31.25	30.00	50.00
脂肪	g/1000kcal	10.71	16.67	10.00	33.33	22.22	10.53	9.09	16.00	12.50	13.33	8.70	13.64	5.88	6.25	20.00	7.69
碳水化合物	g/1000kcal	160.71	133.33	170.00	91.67	137.04	210.53	204.55	180.00	181.25	220.00	213.04	236.36	197.06	253.13	240.00	246.15
不溶性膳食纤维	g/1000kcal	60.71	58.33	45.00	-	-	-	54.55	-	31.25	-	56.52	-	61.76	-	-	-
总维生素 A	μgRAE/1000 kcal	8678.57	10166.67	350.00	166.67	481.48	7526.32	1272.73	5320.00	500.00	2066.67	173.91	363.64	500.00	10687.50	-	2538.46
胡萝卜素	μg/1000kcal	104285.71	121666.67	4000.00	2166.67	5592.59	90210.53	15454.55	63840.00	5625.00	25000.00	2173.91	4454.55	5882.35	12834.375	-	30538.46
维生素 E	mg/1000kcal	62.14	63.33	18.00	-	28.15	5.26	60.00	22.80	30.63	28.00	49.13	17.27	65.88	9.69	4.00	61.54
硫胺素	mg/1000kcal	1.43	0.83	2.50	1.67	2.22	1.58	0.91	1.60	1.25	1.33	0.87	0.91	1.47	-	-	1.92
核黄素	mg/1000kcal	3.93	6.67	2.00	0.83	2.96	2.63	2.73	2.00	1.88	0.67	1.74	0.91	2.06	0.63	-	1.92
烟酸	mg/1000kcal	21.43	-	32.50	-	27.04	11.58	18.18	34.40	12.50	32.67	26.09	28.18	26.47	-	22.00	41.92
叶酸	μg/1000kcal	3139.29	8966.67	1295.00	2633.33	1103.70	784.21	618.18	2448.00	568.75	553.33	530.43	977.27	-	637.50	940.00	3207.69
维生素 C	mg/1000kcal	1142.86	583.33	1875.00	-	2074.07	263.16	363.64	80.00	562.50	933.33	217.39	2681.82	529.41	281.25	1600.00	4000.00
钙	mg/1000kcal	2357.14	12750.00	2850.00	1166.67	1851.85	6052.63	3636.36	1760.00	1500.00	266.67	1043.48	500.00	852.94	843.75	1200.00	346.15

磷	mg/1000kcal	1678.57	3416.67	1650.00	1000.00	2259.26	1947.37	1727.27	1800.00	1500.00	1600.00	1000.00	909.09	1617.65	1187.50	1100.00	1000.00
钾	mg/1000kcal	11107.14	13083.33	6700.00	7583.33	6629.63	16000.00	9363.64	9640.00	6375.00	11933.33	6173.91	7000.00	6088.24	3718.75	5700.00	10692.31
钠	mg/1000kcal	3042.86	4416.67	3445.00	1341.67	1729.63	5663.16	7227.27	232.00	306.25	646.67	234.78	318.18	100.00	3771.88	280.00	261.54
镁	mg/1000kcal	2071.43	2250.00	600.00	583.33	814.81	2421.05	818.18	960.00	937.50	800.00	565.22	681.82	1029.41	562.50	1000.00	692.31
铁	mg/1000kcal	103.57	325.00	40.00	16.67	33.33	52.63	54.55	28.00	31.25	13.33	21.74	13.64	44.12	9.38	10.00	19.23
锌	mg/1000kcal	30.36	72.50	23.00	10.00	17.04	14.21	10.91	10.00	11.25	8.00	10.00	9.55	15.88	6.88	10.00	6.92
硒	μg/1000kcal	34.64	-	28.50	3.33	15.93	-	25.91	53.20	23.75	-	20.87	0.91	63.53	18.75	2.00	4.62

^a数据来自《中国食物成分表（第6版）》

表 6 常见水果类食物营养素密度^a

营养素	单位	奇异果 (黄心)	猕猴桃	橙子	草莓	芒果	柠檬	福橘	香蕉	葡萄	西瓜	梨	苹果	樱桃
能量	kcal/100g	75	61	48	32	35	37	46	93	45	31	51	53	46
蛋白质	g/1000kcal	-	13.11	16.67	31.25	17.14	29.73	21.74	15.05	8.89	16.13	5.88	7.55	23.91
脂肪	g/1000kcal	-	9.84	4.17	6.25	5.71	32.43	4.35	2.15	6.67	9.68	1.96	3.77	4.35
碳水化合物	g/1000kcal	198.67	237.70	231.25	221.88	237.14	167.57	223.91	236.56	228.89	219.35	256.86	258.49	221.74
不溶性膳食纤维	g/1000kcal	20.50	42.62	12.50	34.38	37.14	35.14	8.70	12.90	22.22	6.45	50.98	32.08	6.52
总维生素 A	μgRAE/1000kcal	-	180.33	270.83	93.75	2142.86	-	1086.96	53.76	66.67	451.61	39.22	75.47	391.30
胡萝卜素	μg/1000kcal	450.67	2131.15	3333.33	937.50	25628.57	-	13043.48	645.16	888.89	5580.65	392.16	943.40	4565.22
维生素 E	mg/1000kcal	25.33	39.84	11.67	22.19	34.57	30.81	-	2.58	19.11	3.55	9.02	8.11	48.26
硫胺素	mg/1000kcal	-	0.82	1.04	0.63	0.29	1.35	1.09	0.22	0.67	0.65	0.59	0.38	0.43
核黄素	mg/1000kcal	-	0.33	0.83	0.94	1.14	0.54	0.43	0.43	0.44	1.29	0.59	0.38	0.43
烟酸	mg/1000kcal	-	4.92	6.25	9.38	8.57	16.22	6.52	7.53	5.56	9.68	3.92	3.77	13.04
叶酸	μg/1000kcal	152.00	-	-	993.75	-	-	1150.00	217.20	220.00	129.03	172.55	118.87	215.22
维生素 C	mg/1000kcal	2720.00	1016.39	687.50	1468.75	657.14	594.59	239.13	86.02	88.89	183.87	98.04	56.60	217.39
钙	mg/1000kcal	157.33	442.62	416.67	562.50	-	2729.73	586.96	75.27	200.00	225.81	137.25	75.47	239.13
磷	mg/1000kcal	-	426.23	458.33	843.75	314.29	594.59	108.70	301.08	288.89	387.10	274.51	132.08	586.96
钾	mg/1000kcal	3853.33	2360.66	3312.50	4093.75	3942.86	5648.65	2760.87	2752.69	2822.22	3129.03	1666.67	1566.04	5043.48
钠	mg/1000kcal	-	163.93	25.00	131.25	80.00	29.73	10.87	8.60	42.22	106.45	33.33	24.53	173.91
镁	mg/1000kcal	154.67	196.72	291.67	375.00	400.00	1000.00	304.35	462.37	155.56	451.61	156.86	75.47	260.87
铁	mg/1000kcal	-	19.67	8.33	56.25	5.71	21.62	17.39	4.30	8.89	12.90	7.84	5.66	8.70
锌	mg/1000kcal	-	9.34	2.92	4.38	2.57	17.57	4.78	1.94	3.56	2.90	1.96	0.75	5.00

硒	μg/1000kcal	-	4.59	6.46	21.88	41.14	13.51	2.61	9.35	2.44	2.90	5.69	1.89	4.57
---	-------------	---	------	------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------

^a数据来自《中国食物成分表（第6版）》，部分水果叶酸含量来自 Nutridata 数据库，其中，奇异果（黄心）数据来自国家轻工业食品质量监督检测上海站检测结果，当前所列营养素密度数值基于现有检测数据

表 7 常见坚果种子类食物营养素密度^a

营养素	单位	花生 (炒)	核桃	葵花子 仁	腰果	杏仁	黑芝麻	白芝麻	松子仁	开心果	榛子	南瓜子 仁	山核桃	杏仁 (大)
能量	kcal/100g	601	336	615	615	578	559	536	718	631	611	576	658	540
蛋白质	g/1000kcal	36.11	38.10	31.06	39.02	38.93	34.17	34.33	18.66	32.65	49.92	57.64	12.61	36.85
脂肪	g/1000kcal	79.87	88.99	86.83	82.76	78.55	82.47	73.88	98.33	83.99	82.32	83.51	98.02	79.44
碳水化合物	g/1000kcal	39.60	18.15	27.15	33.17	41.35	42.93	58.77	16.99	34.71	21.44	8.51	32.37	51.48
不溶性膳食纤维	g/1000kcal	10.48	12.80	7.32	16.91	13.84	25.04	18.28	13.93	13.00	13.42	8.51	-	34.26
维生素 A	μgRAE/1000kcal	8.32	-	-	6.50	-	-	-	1.39	-	14.73	-	16.72	-
胡萝卜素	μg/1000kcal	99.83	-	-	79.67	-	-	-	13.93	-	114.57	-	208.21	-
维生素 E	mg/1000kcal	21.53	122.53	128.60	10.89	32.06	90.16	71.42	45.67	30.68	41.24	23.00	22.42	-
硫胺素	mg/1000kcal	0.22	0.21	3.07	0.39	0.14	1.18	0.67	0.26	0.71	0.34	0.40	0.17	0.04
核黄素	mg/1000kcal	0.20	0.42	0.26	0.21	0.97	0.45	0.49	0.35	0.16	0.36	0.16	0.11	3.37
烟酸	mg/1000kcal	31.45	4.17	7.32	2.11	-	10.55	7.09	5.57	1.74	16.04	3.13	1.22	-
叶酸	μg/1000kcal	178.87	-	-	43.74	-	292.49	123.32	-	54.68	-	-	106.08	-
维生素 C	mg/1000kcal	-	29.76	-	-	44.98	-	-	-	-	-	-	-	48.15
钙	mg/1000kcal	78.20	-	186.99	30.89	167.82	1395.35	1156.7 2	108.64	171.16	1333.8 8	27.78	200.61	90.74
磷	mg/1000kcal	542.43	-	982.11	1039.02	46.71	923.08	957.09	792.48	741.68	692.31	2012.15	424.01	7.41
钾	mg/1000kcal	936.77	-	889.43	1105.69	183.39	640.43	496.27	699.16	1164.8 2	1122.7 5	177.08	6.08	312.96
钠	mg/1000kcal	57.90	-	8.13	58.05	14.36	14.85	60.07	14.07	1198.7 3	250.41	35.76	1300.1 5	-
镁	mg/1000kcal	284.53	-	466.67	967.48	307.96	518.78	376.87	161.56	187.00	821.60	3.47	197.57	-
铁	mg/1000kcal	2.50	-	4.72	12.03	3.81	40.61	26.31	5.99	6.97	8.35	2.60	9.12	2.22
锌	mg/1000kcal	3.38	-	0.81	8.62	7.44	10.97	7.85	6.42	4.93	6.14	4.46	10.74	7.52
硒	μg/1000kcal	6.49	-	9.40	17.77	27.08	8.41	7.57	1.03	10.30	3.93	4.83	1.75	50.11
单不饱和脂肪酸	g/1000kcal	29.28	13.39	11.22	45.69	-	29.52	-	37.33	-	18.66	-	68.09	-
多不饱和脂肪酸	g/1000kcal	29.28	64.88	64.07	16.10	-	37.21	-	44.15	-	42.06	-	19.60	-

^a数据来自《中国食物成分表（第 6 版）》

表 8 常见油脂类食物营养素密度^a

营养素	单位	花生油	菜籽油	大豆油	橄榄油	芝麻油	猪油	黄油	玉米油	椰子油	色拉油	茶籽油	奶油	辣椒油
能量	kcal/100g	899	899	899	899	898	897	888	895	899	898	899	879	900
蛋白质	g/1000kcal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.80	-
脂肪	g/1000kcal	111.12	111.12	111.12	111.12	111.02	111.04	110.36	110.84	111.12	111.14	111.12	110.35	111.11
碳水化合物	g/1000kcal	-	-	-	-	-	-	-	0.56	-	-	-	1.02	-
胆固醇	mg/1000kcal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.27	-	237.77	-
总维生素 A	μgRAE/1000kcal	-	-	-	-	-	30.10	-	-	-	-	-	337.88	42.22
胡萝卜素	μg/1000kcal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	255.56
视黄醇	μg/1000kcal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	337.88	-
维生素 E	mg/1000kcal	46.79	67.73	103.54	-	76.31	5.81	-	56.92	-	26.74	31.03	2.26	96.93
硫胺素	mg/1000kcal	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-
核黄素	mg/1000kcal	-	-	-	-	-	0.03	0.02	-	-	-	-	0.01	-
钙	mg/1000kcal	13.35	10.01	14.46	-	10.02	-	39.41	1.12	-	20.04	5.56	15.93	-
磷	mg/1000kcal	16.69	10.01	7.79	-	4.45	-	9.01	20.11	-	1.11	8.90	12.51	-
钾	mg/1000kcal	1.11	2.22	3.34	-	-	-	43.92	2.23	-	3.34	2.22	257.11	-
钠	mg/1000kcal	3.89	7.79	5.45	-	1.22	-	45.38	1.56	-	5.68	0.78	304.89	-
镁	mg/1000kcal	2.22	3.34	3.34	-	3.34	-	7.88	3.35	-	1.11	2.22	2.28	-
铁	mg/1000kcal	3.23	4.12	2.22	0.44	2.45	-	0.90	1.56	-	1.89	1.22	1.14	-
锌	mg/1000kcal	0.53	0.60	1.21	-	0.19	-	0.12	0.29	-	0.26	0.38	0.10	-
硒	μg/1000kcal	-	-	-	-	-	-	1.80	-	-	-	-	0.80	-

^a数据来自《中国食物成分表（第 6 版）》

附件 2：各类食物营养素密度排行（星级标签）

各类食物的星级标签分级标准如下：根据每类食物中常见的10种食物各营养素密度大小，采用五分位数间距将营养素密度分为5个等级，其中，P0~P20为*、P20~P40为**、P40~P60为***、P60~P80为****、P80~P100为*****。

表1 常见谷类食物营养素密度TOP10

食物名称	不溶性膳食纤维	叶酸	镁
 玉米 (黄, 干)	★★★★★	★★★★★	★★
 燕麦	★★★★	★★★★	★★★
 黑米	★★★★	★★★★★	★★★★★
 糙米	★★★	★★	★★★★★
 小米	★★★	★★★	★★★
 糯米	★★	★	★
 小麦粉	★★	★★	★★
 稻米	★	★★★	★
 玉米糝	—	★	★★★★★
 荞麦面	—	★★★★	★★★★★

[注]不溶性膳食纤维(g/1000kcal)分级标准： * $X < 2.13$, ** $2.13 \leq X < 3.57$, *** $3.57 \leq X < 10.43$, **** $10.43 \leq X < 17.88$, ***** $17.88 \leq X$;

叶酸($\mu\text{g}/1000\text{kcal}$)分级标准： * $X < 54.28$, ** $54.28 \leq X < 66.88$, *** $66.88 \leq X < 84.15$, **** $84.15 \leq X < 91.15$, ***** $91.15 \leq X$;

镁(mg/1000kcal)分级标准： * $X < 141.53$, ** $141.53 \leq X < 284.08$, *** $284.08 \leq X < 349.35$, **** $349.35 \leq X < 441.51$, ***** $441.51 \leq X$ 。

“—”代表无相关数据。

表2 常见薯类食物营养素密度TOP10

食物名称	不溶性膳食纤维	维生素C	钾
 魔芋精粉	★★★★★	—	★
 菊芋	★★★★★	★★	★★★★★
 南瓜	★★★★★	★★★★★	★★★★★
 荸荠	★★★★★	★★★	★★★
 菱角	★★★	★★★	★★★
 慈姑	★★★	★	★★★★★
 凉薯	★★	★★★★★	★
 山药	★★	★★	★★
 土豆	★	★★★★★	★★
 莲藕	★	★★★★★	★★★★★

[注]不溶性膳食纤维(g/1000kcal)分级标准: * $X < 14.09$, ** $14.09 \leq X < 15.39$, *** $15.39 \leq X < 18.50$, **** $18.50 \leq X < 31.89$, ***** $31.89 \leq X$;

维生素C(mg/1000kcal)分级标准: * $X < 41.24$, ** $41.24 \leq X < 87.72$, *** $87.72 \leq X < 128.71$, **** $128.71 \leq X < 232.14$, ***** $232.14 \leq X$;

钾(mg/1000kcal)分级标准: * $X < 2187.34$, ** $2187.34 \leq X < 3955.68$, *** $3955.68 \leq X < 4740.53$, **** $4740.53 \leq X < 6985.87$, ***** $6985.87 \leq X$ 。

“—”代表无相关数据。

表3 常见蔬菜类食物营养素密度TOP10

食物名称	不溶性膳食纤维	胡萝卜素	叶酸	维生素C	钾
 豆角	★★★★★	★★★	—	★★	★★
 菠菜	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★★
 芹菜	★★★	★★★	★★	★	★★★★★
 白菜	★★	★	★★★★	★★★★★	★★★★
 黄瓜	★	★★	★★	★★	★★
 西兰花	—	★★	—	★★★★★	★★★★
 西红柿	—	★★★★	★	★★★★	★★★★★
 胡萝卜	—	★★★★★	★★★★	★	★
 冬瓜	—	—	★★★★★	★★★★★	★
 彩椒	—	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★

[注]不溶性膳食纤维(g/1000kcal)分级标准: * $X < 34.00$, ** $34.00 \leq X < 48.82$, *** $48.82 \leq X < 58.25$, **** $58.25 \leq X < 61.55$, ***** $61.55 \leq X$;

胡萝卜素($\mu\text{g}/1000\text{kcal}$)分级标准: * $X < 5592.59$, ** $5592.59 \leq X < 5882.35$, *** $5882.35 \leq X < 25000.00$, **** $25000.00 \leq X < 104285.71$, ***** $104285.71 \leq X$;

叶酸($\mu\text{g}/1000\text{kcal}$)分级标准: * $X < 565.67$, ** $565.67 \leq X < 629.77$, *** $629.77 \leq X < 931.00$, **** $931.00 \leq X < 3152.97$, ***** $3152.97 \leq X$;

维生素C($\text{mg}/1000\text{kcal}$)分级标准: * $X < 396.79$, ** $396.79 \leq X < 710.83$, *** $710.83 \leq X < 1417.14$, **** $1417.14 \leq X < 2034.26$, ***** $2034.26 \leq X$;

钾($\text{mg}/1000\text{kcal}$)分级标准: * $X < 5777.65$, ** $5777.65 \leq X < 6476.85$, *** $6476.85 \leq X < 8298.18$, **** $8298.18 \leq X < 11024.17$, ***** $11024.17 \leq X$ 。

“—”代表无相关数据。

表4 常见水果类食物营养素密度TOP10

食物名称	维生素C	不溶性膳食纤维	钾	胡萝卜素
 奇异果 (黄心)	★★★★★	★★★★	★★★	★
 草莓	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★
 猕猴桃	★★★★★	★★★★★★	★	★★★★
 橙子	★★★★★	★★	★★★	★★★★
 芒果	★★★★	★★★★★★	★★★★★	★★★★★★
 柠檬	★★★★	★★★★★	★★★★★★	—
 福橘	★★	★★	★★	★★★★★★
 樱桃	★★	★	★★★★★★	★★★★★
 西瓜	★	★	★★	★★★★
 苹果	★	★★★	★	★★

[注]维生素C(mg/1000kcal)分级标准: * $X < 190.57$, ** $190.57 \leq X < 381.31$, *** $381.31 \leq X < 675.36$, **** $675.36 \leq X < 1378.28$, ***** $1378.28 \leq X$;

不溶性膳食纤维(g/1000kcal)分级标准: * $X < 6.96$, ** $6.96 \leq X < 15.70$, *** $15.70 \leq X < 33.46$, **** $33.46 \leq X < 36.74$, ***** $36.74 \leq X$;

胡萝卜素($\mu\text{g}/1000\text{kcal}$)分级标准: * $X < 937.50$, ** $937.50 \leq X < 2131.15$, *** $2131.15 \leq X < 4565.22$, **** $4565.22 \leq X < 13043.48$, ***** $13043.48 \leq X$;

钾(mg/1000kcal)分级标准: * $X < 2440.70$, ** $2440.70 \leq X < 3202.42$, *** $3202.42 \leq X < 3907.05$, **** $3907.05 \leq X < 4853.53$, ***** $4853.53 \leq X$ 。

“—”代表无相关数据。

表5 常见肉蛋类食物营养素密度TOP10

食物名称	蛋白质	总维生素A	核黄素	锌	铁
 鸡胸肉	★★★★★	★	★	★	★
 对虾	★★★★★	★★★	★★	★★★★★	★★★
 牛肉(瘦)	★★★★★	★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
 鲫鱼	★★★★★	★★	★★	★★★	★★★
 猪肉(瘦)	★★★	★★★★★	★	★★★★★	★★★★★
 羊肉	★★★	★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
 三文鱼	★★	★★★★★	★★★★★	★★	★
 鸡蛋	★★	★★★★★	★★★★★	★★	★★
 鹌鹑蛋	★	★★★★★	★★★★★	★★★	★★★★
 鸭肉	★	★★★	★★★	★	★★

[注]蛋白质(g/1000kcal)分级标准: * X<82.85, ** 82.85≤X<127.48, *** 127.48≤X<151.78, **** 151.78≤X<197.70, ***** 197.70≤X;

总维生素A(μgRAE/1000kcal)分级标准: * X<39.83, ** 39.83≤X<158.96, *** 158.96≤X<271.28, **** 271.28≤X<1532.37, ***** 1532.37≤X;

核黄素(mg/1000kcal)分级标准: * X<0.71, ** 0.71≤X<0.87, *** 0.87≤X<1.15, **** 1.15≤X<1.41, ***** 1.41≤X;

锌(mg/1000kcal)分级标准: * X<5.71, ** 5.71≤X<8.82, *** 8.82≤X<19.73, **** 19.73≤X<25.54, ***** 25.54≤X;

铁(mg/1000kcal)分级标准: * X<8.61, ** 8.61≤X<11.72, *** 11.72≤X<18.45, **** 18.45≤X<20.85, ***** 20.85≤X。

表6 常见豆类食物营养素密度TOP10

食物名称	蛋白质	不溶性膳食纤维	钙	钾
 豆皮	★★★★★	—	★★	★★★
 毛豆	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
 豆浆	★★★★★	—	★	★★★★★
 腐竹	★★★★★	★	★	★★
 黑豆	★★★★	★★★	★★★★	★★★★
 豆奶	★★★	—	★★★★	★★★★
 北豆腐	★★	—	★★★★★	★
 豆腐干	★★	—	★★★★★	★
 绿豆	★	★★★	★★	★★★
 南豆腐	★	—	★★★★★	★★

[注]蛋白质(g/1000kcal)分级标准: * $X < 67.65$, ** $67.65 \leq X < 79.59$, *** $79.59 \leq X < 93.96$, **** $93.96 \leq X < 99.35$, ***** $99.35 \leq X$;
不溶性膳食纤维(g/1000kcal)分级标准: * $X < 2.17$, ** $2.17 \leq X < 19.45$, *** $19.45 \leq X < 25.44$, **** $25.44 \leq X < 29.26$, ***** $29.26 \leq X$;

钙(mg/1000kcal)分级标准: * $X < 182.86$, ** $182.86 \leq X < 544.25$, *** $544.25 \leq X < 849.77$, **** $849.77 \leq X < 1245.19$, ***** $1245.19 \leq X$;

钾(mg/1000kcal)分级标准: * $X < 970.95$, ** $970.95 \leq X < 1486.85$, *** $1486.85 \leq X < 2796.84$, **** $2796.84 \leq X < 3605.86$, ***** $3605.86 \leq X$ 。

“—”代表无相关数据。

表7 常见坚果种子类食物营养素密度 TOP10

食物名称	维生素E	不溶性膳食纤维	钾	镁
 葵花子仁	★★★★★	★	★★★★	★★★★
 核桃 (鲜)	★★★★★	★★★★	—	—
 黑芝麻	★★★★★	★★★★★	★★	★★★★★
 榛子	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★
 杏仁	★★★★	★★★★★	★★	★★★★
 开心果	★★★★	★★★★	★★★★★	★★
 南瓜子仁	★★	★★	★★	★
 山核桃	★★	—	★	★★
 花生 (炒)	★	★★	★★★★★	★★★★
 腰果	★	★★★★★	★★★★★	★★★★★

[注]维生素E(mg/kcal)分级标准: * $X < 21.71$, ** $21.71 \leq X < 26.07$, *** $26.07 \leq X < 37.57$, **** $37.57 \leq X < 116.06$, ***** $116.06 \leq X$;

不溶性膳食纤维(mg/kcal)分级标准: * $X < 10.48$, ** $10.48 \leq X < 13.00$, *** $13.00 \leq X < 13.84$, **** $13.84 \leq X < 18.28$, ***** $18.28 \leq X$;

钾(mg/kcal)分级标准: * $X < 177.08$, ** $177.08 \leq X < 640.43$, *** $640.43 \leq X < 936.77$, **** $936.77 \leq X < 1122.75$, ***** $1122.75 \leq X$;

镁(mg/kcal)分级标准: * $X < 187.00$, ** $187.00 \leq X < 284.53$, *** $284.53 \leq X < 466.67$, **** $466.67 \leq X < 821.60$, ***** $821.60 \leq X$ 。
“—”代表无相关数据。

表8 常见油脂类食物营养素密度TOP10

食物名称	维生素E
 大豆油	★★★★★
 辣椒油	★★★★★
 芝麻油	★★★★
 菜籽油	★★★★
 玉米油	★★★
 花生油	★★★
 茶籽油	★★
 色拉油	★★
 猪油	★
 奶油	★

[注]维生素E (mg/1000kcal) 分级标准: * $X < 10.00$, ** $10.00 \leq X < 37.33$, *** $37.33 \leq X < 63.41$, **** $63.41 \leq X < 92.81$, ***** $92.81 \leq X$ 。

附件 3: 各类代表性食物营养密度饼图 (mg/1000 kcal)

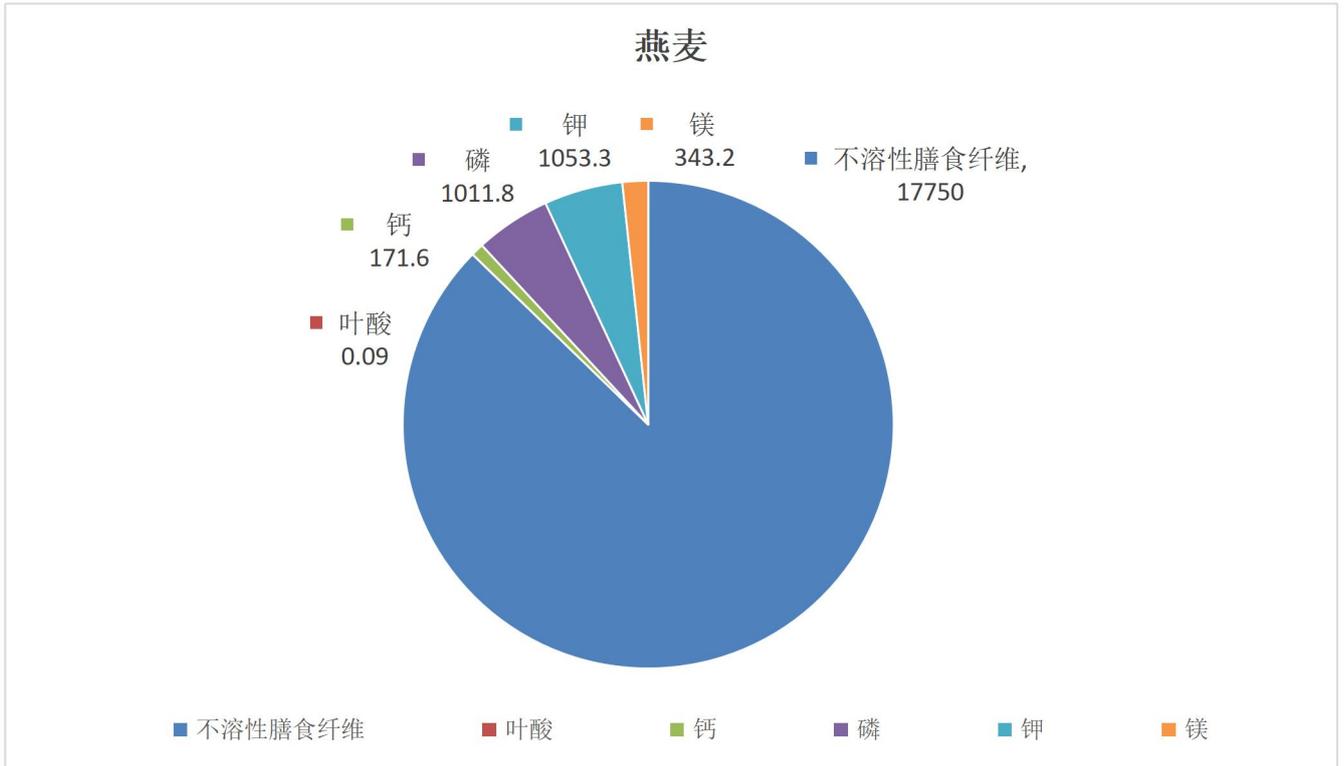


图 1 燕麦关键营养素密度饼图

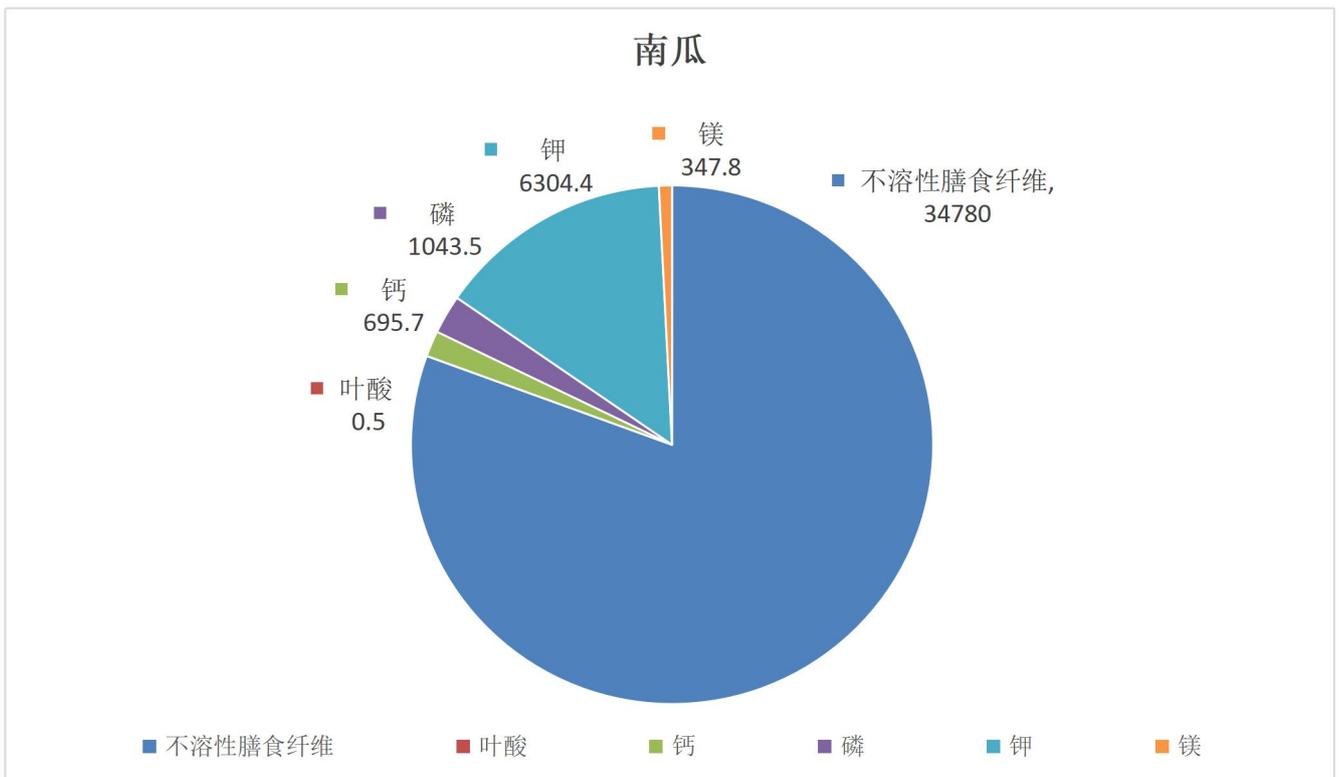


图2 南瓜关键营养素密度饼图

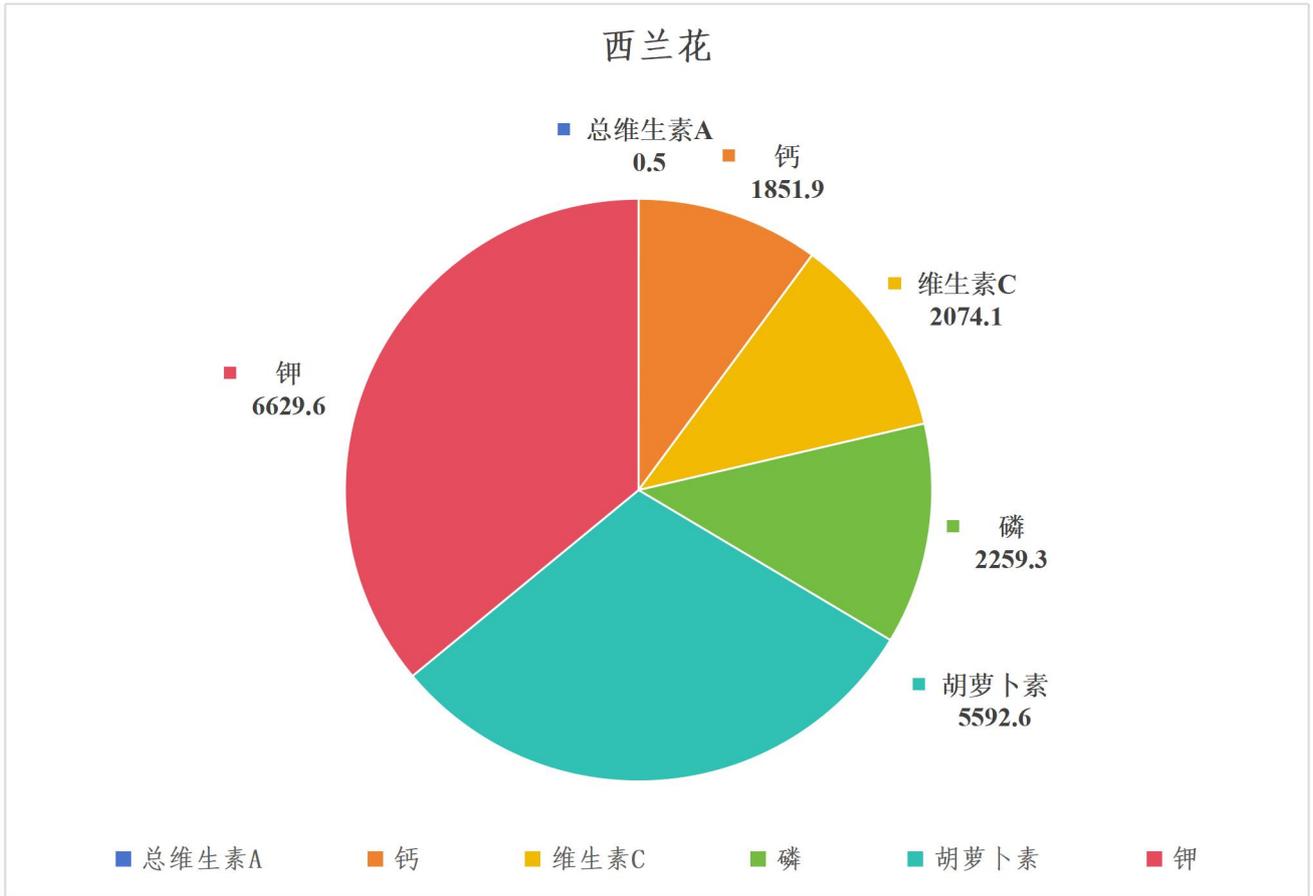


图 3 西兰花关键营养素密度饼图

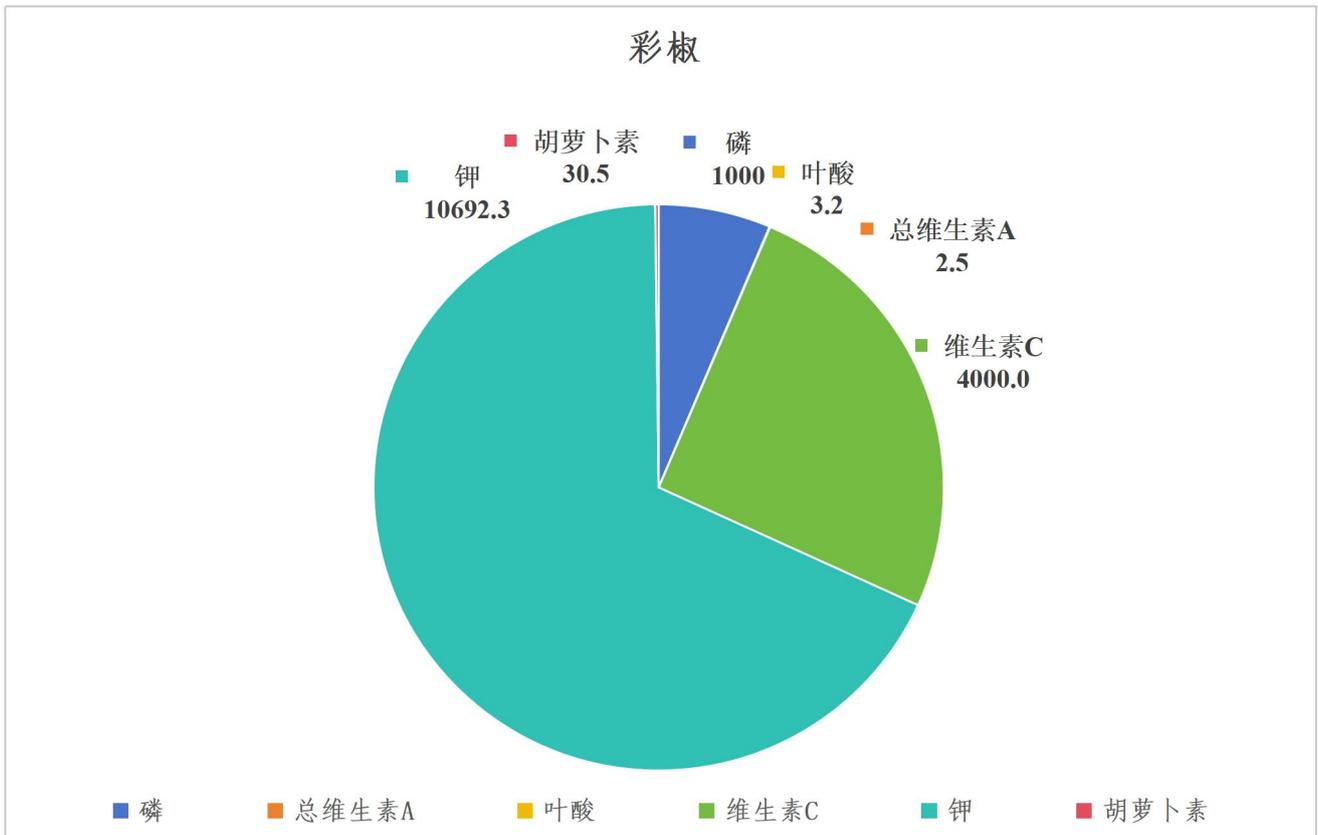


图 4 彩椒关键营养素密度饼图

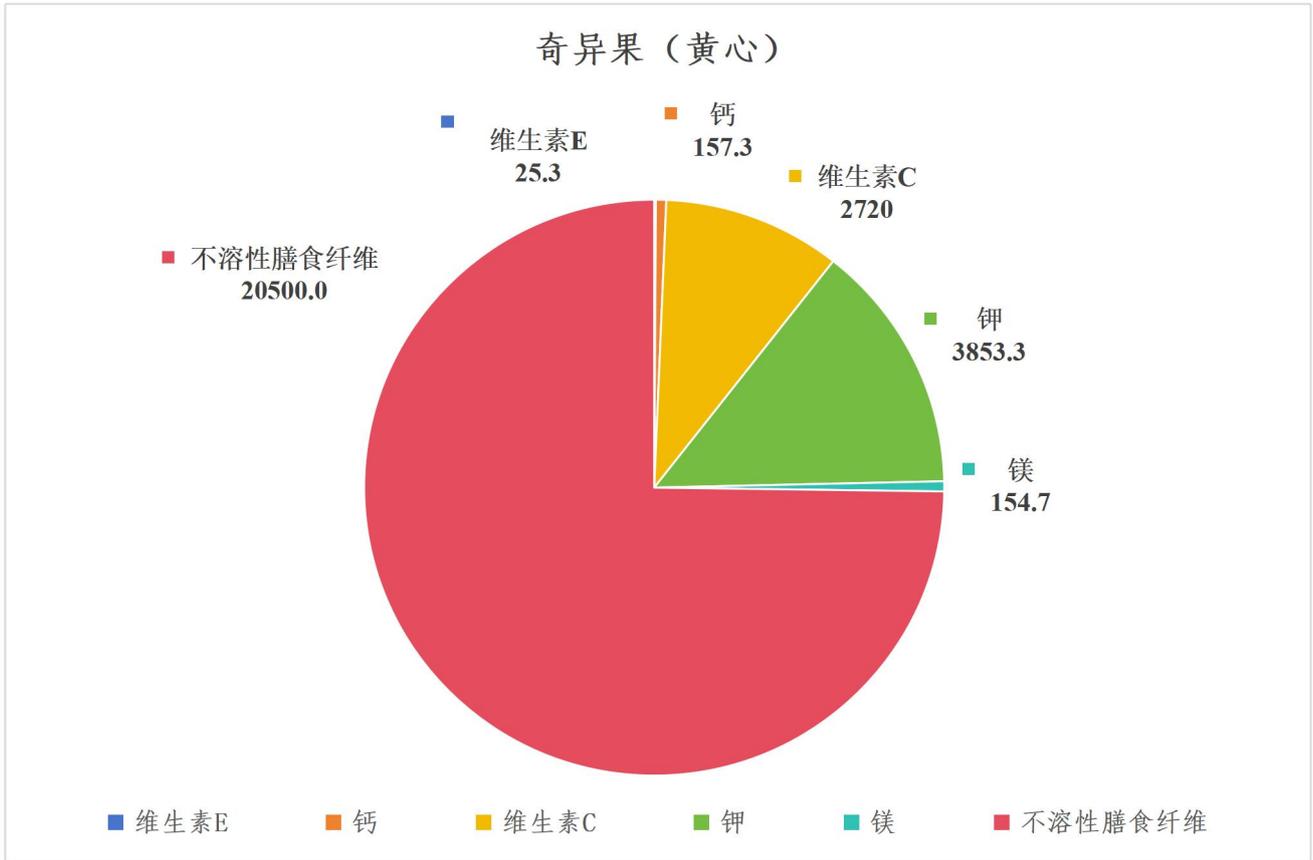


图 5 奇异果（黄心）关键营养素密度饼图

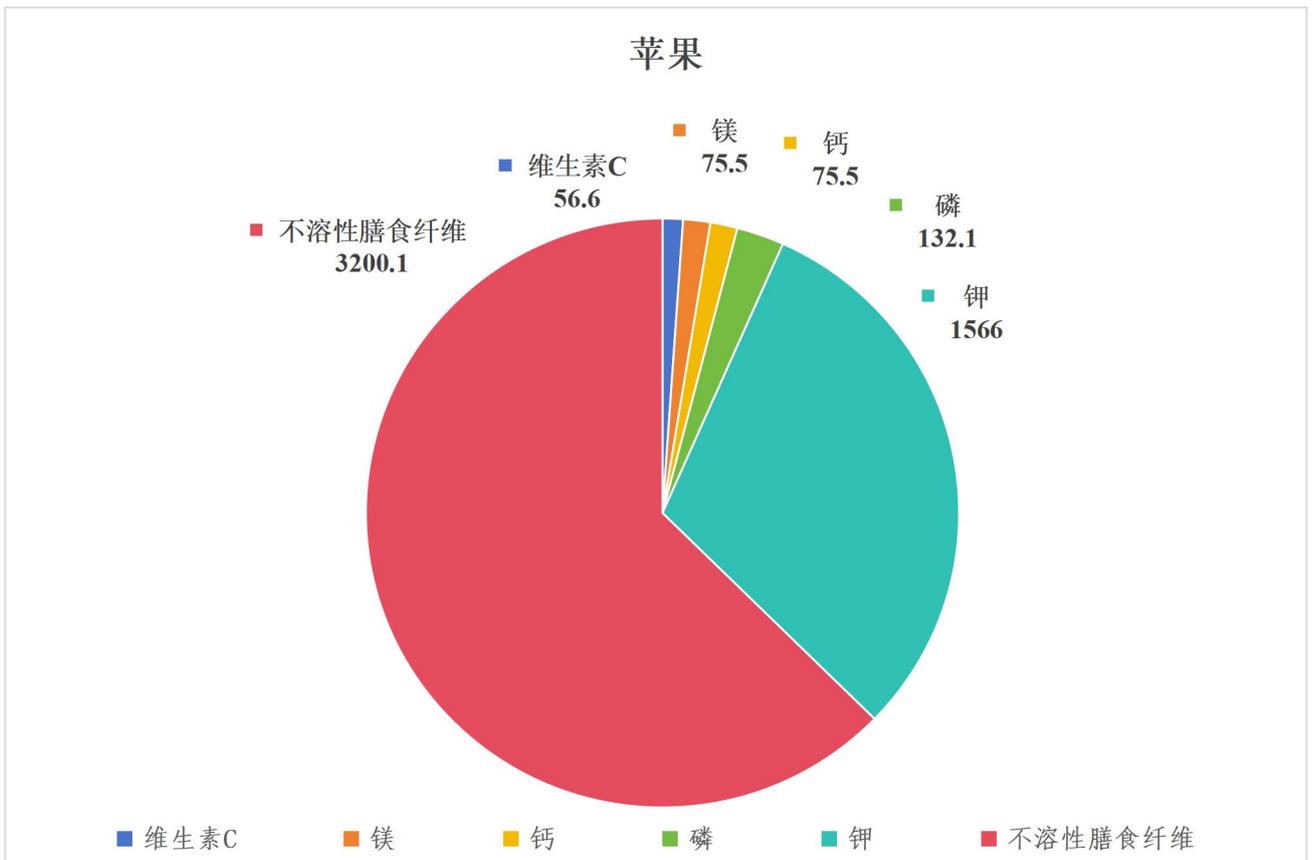


图 6 苹果关键营养素密度饼图

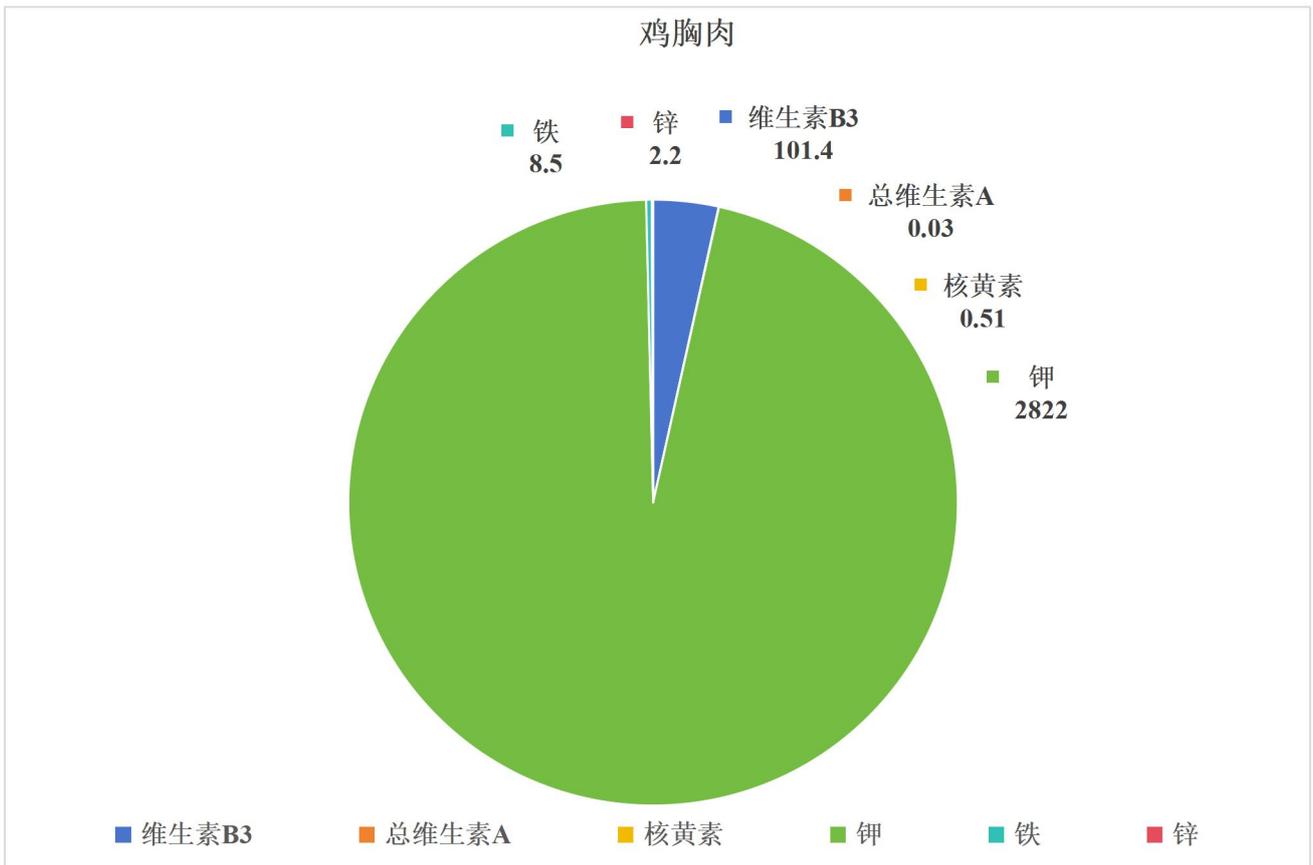


图7 鸡胸肉关键营养素密度饼图

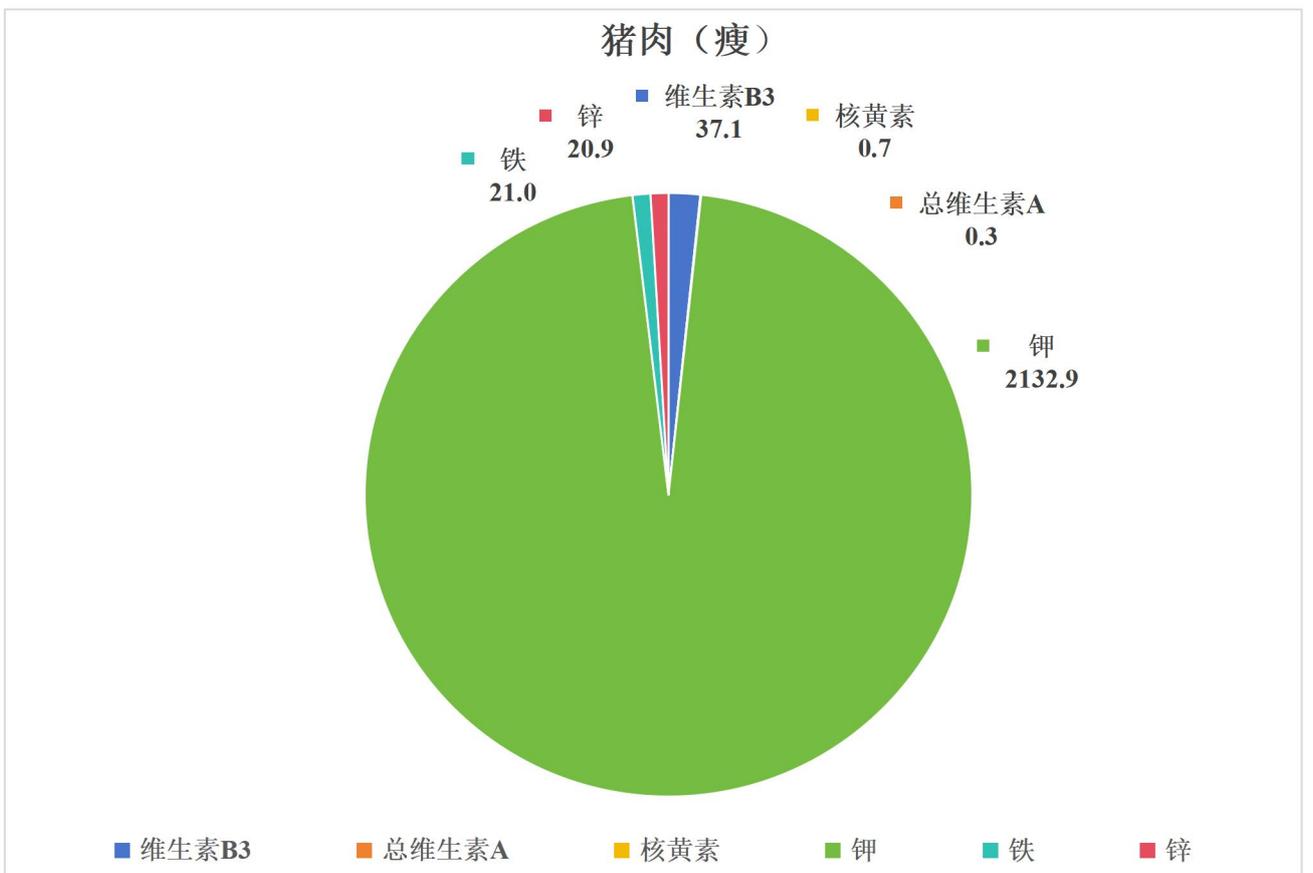


图8 猪肉（瘦）关键营养素密度饼图



图9 三文鱼关键营养素密度饼图

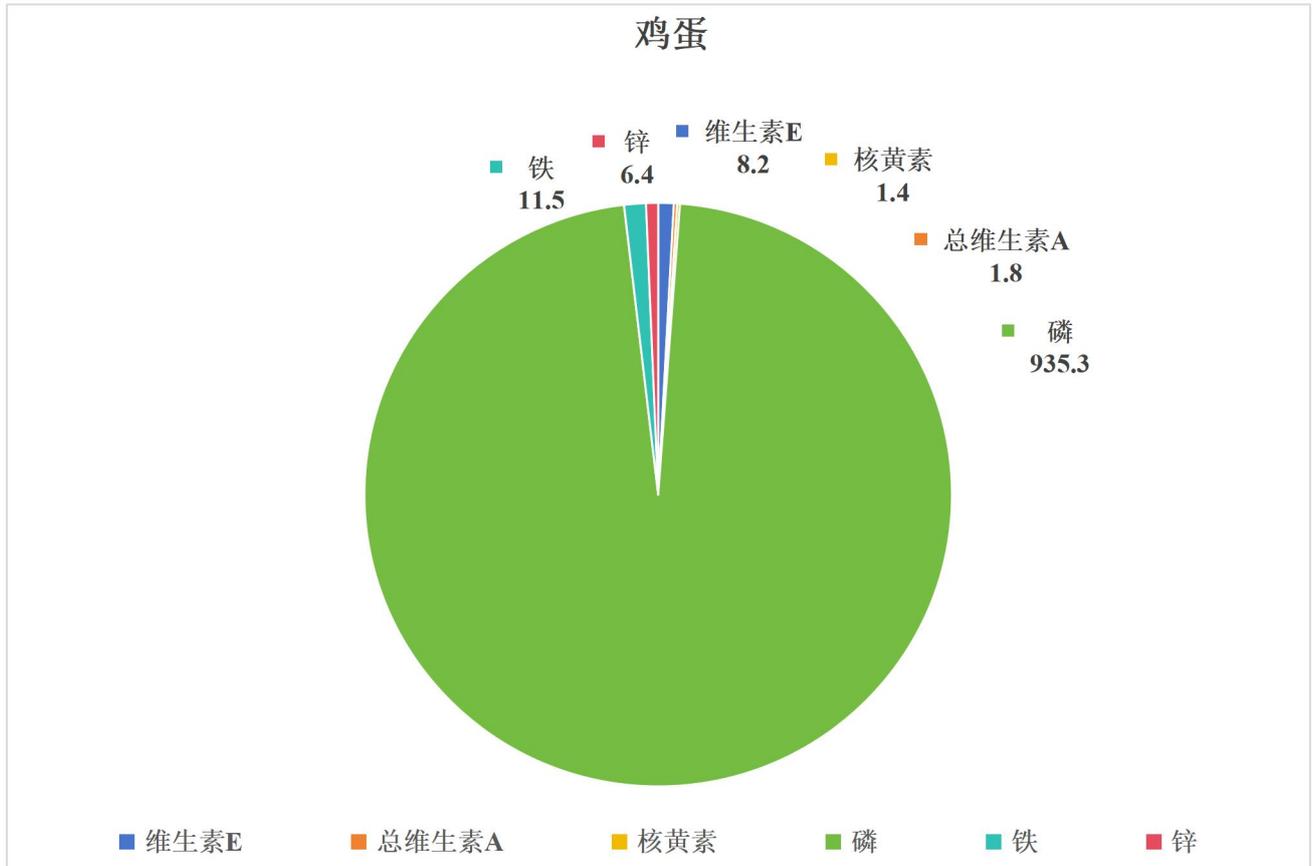


图10 鸡蛋关键营养素密度饼图

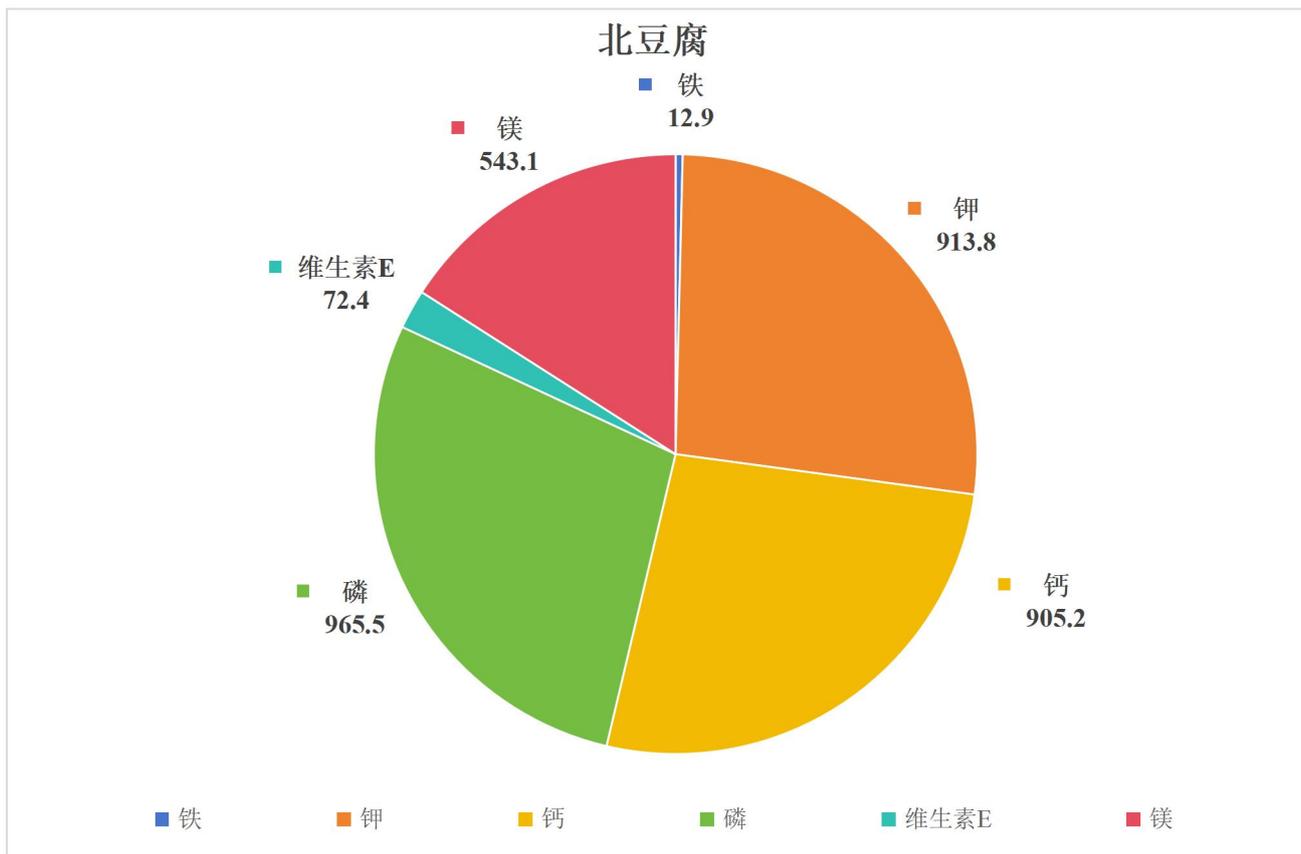


图11 北豆腐关键营养素密度饼图

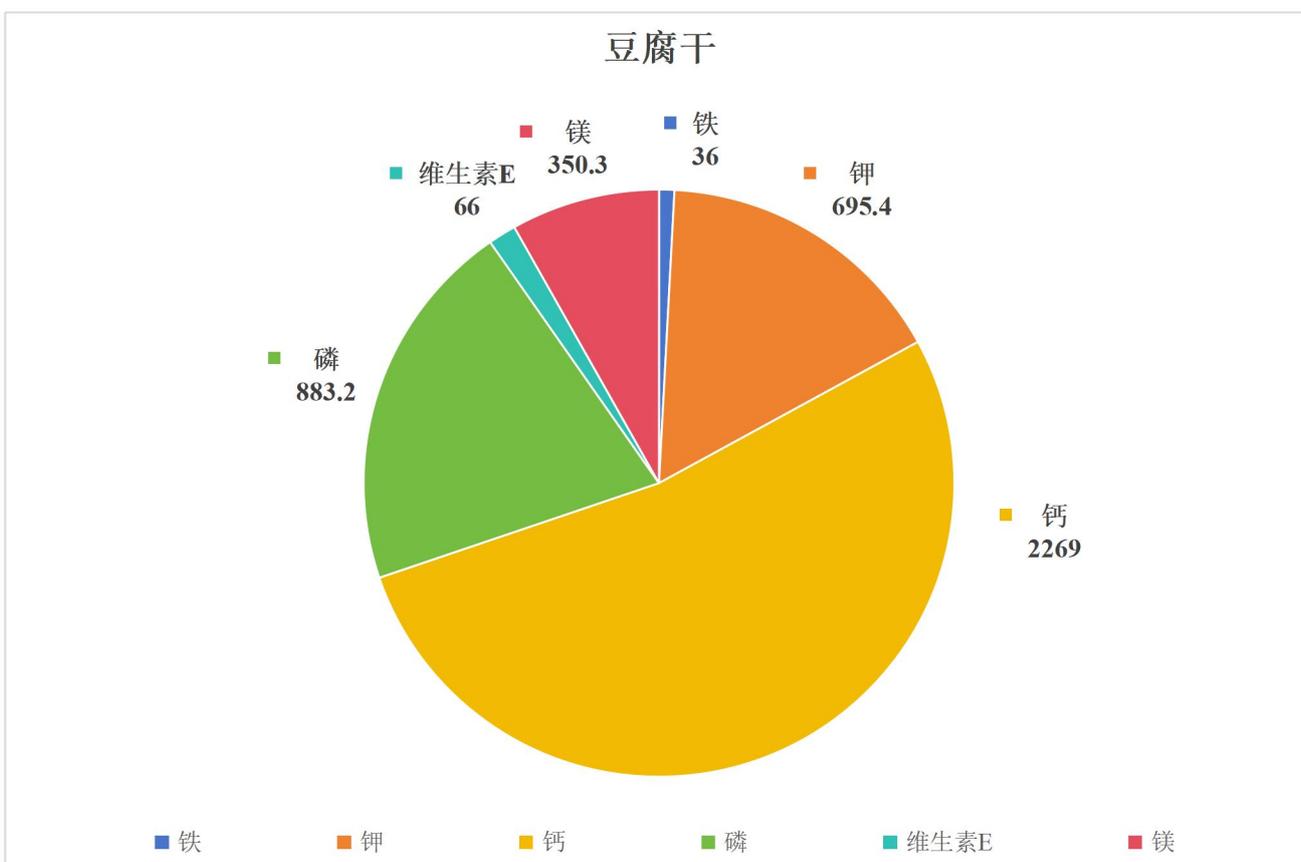


图12 豆腐干关键营养素密度饼图

附件4 食物营养素密度气泡图



图 1 六大类代表性食物营养素密度气泡图

食物营养素密度气泡图可直接反映不同食物某营养素的密度大小，气泡越大，该营养素密度越高，方便指导居民科学选择食物。
 不溶性膳食纤维：g/1000 kcal，总维生素A：μg RAE/1000 kcal，胡萝卜素、叶酸和硒：μg/1000 kcal，其余营养素密度：mg/1000 kcal

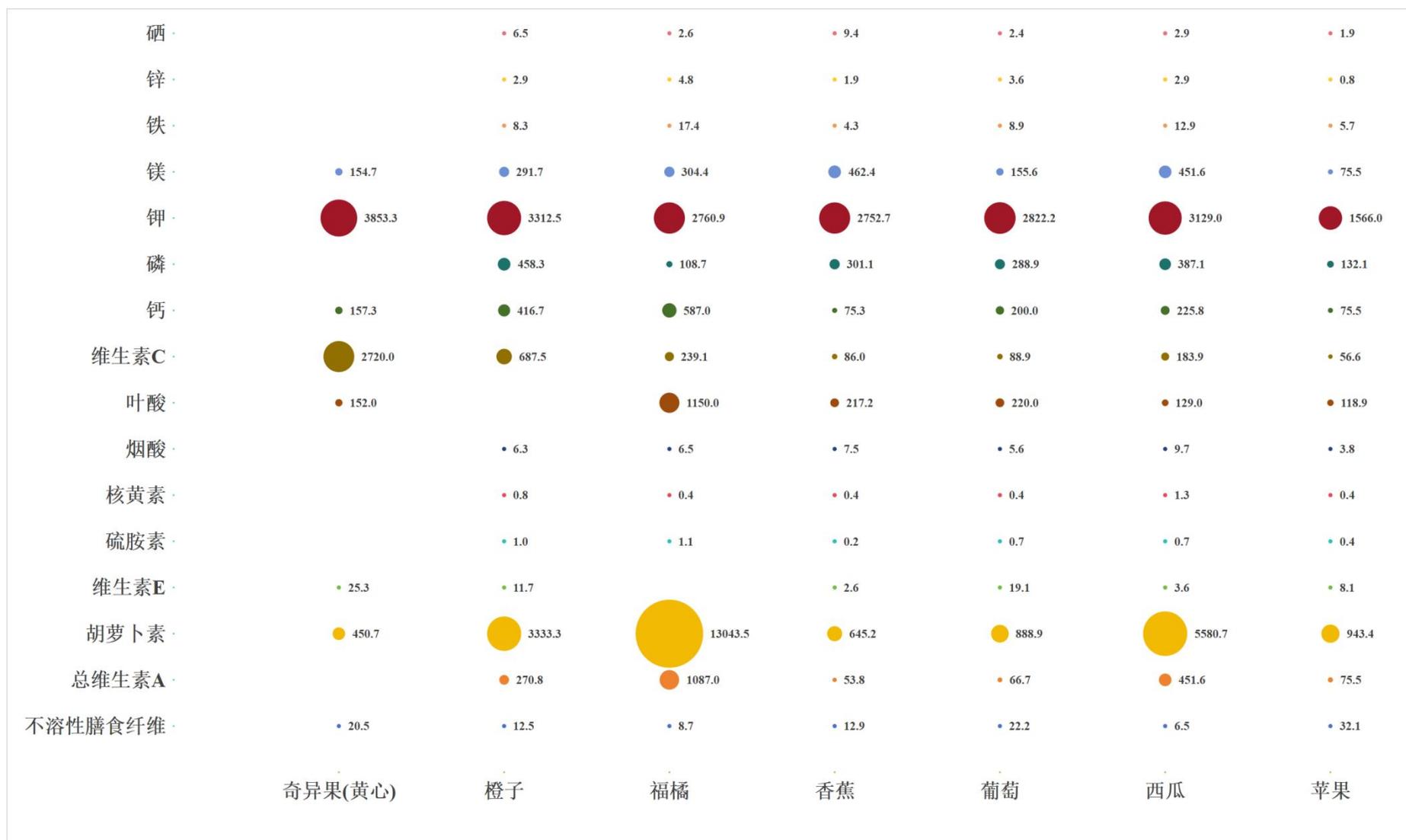
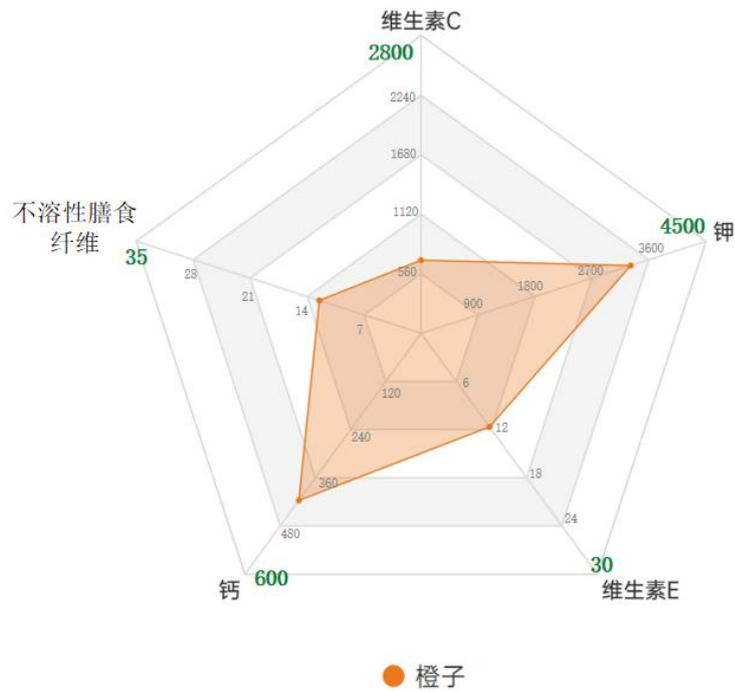
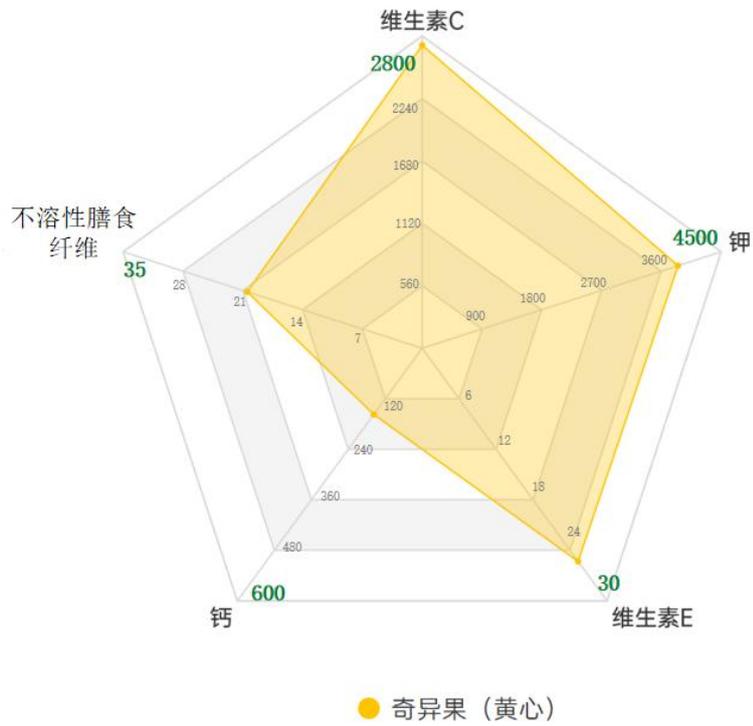
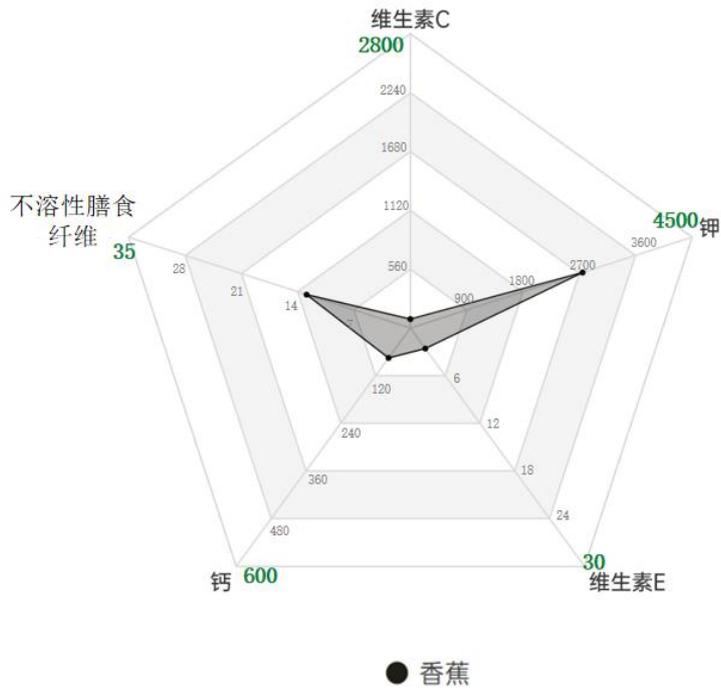
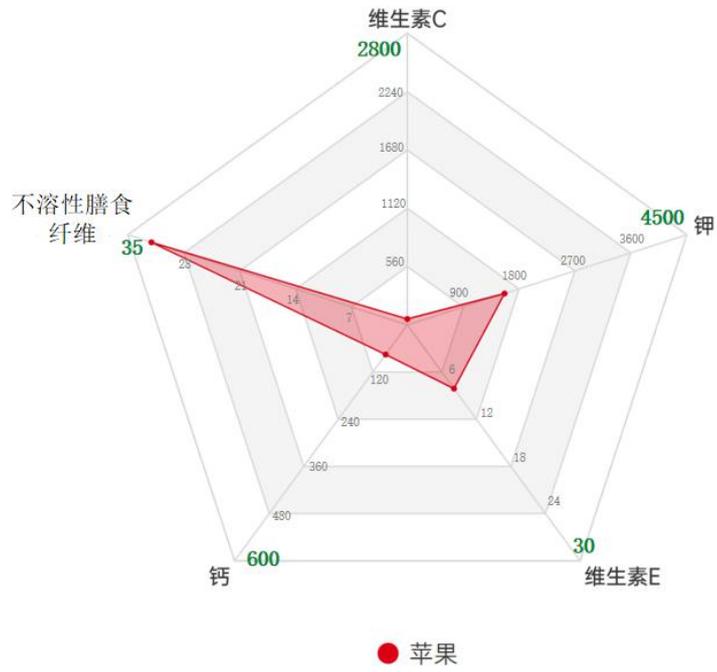


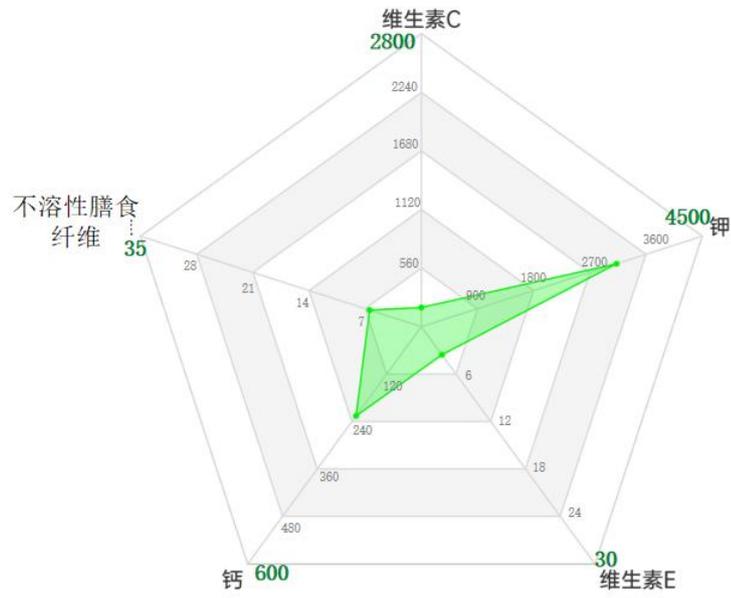
图 2 水果类代表性食物营养素密度气泡图

水果营养素密度气泡图可直接反映不同水果中某营养素的密度大小，气泡越大，该营养素密度越高，方便指导居民科学选择水果。
 不溶性膳食纤维：g/1000 kcal，总维生素A：μg RAE/1000 kcal，胡萝卜素、叶酸和硒：μg/1000 kcal，其余营养素密度：mg/1000 kcal

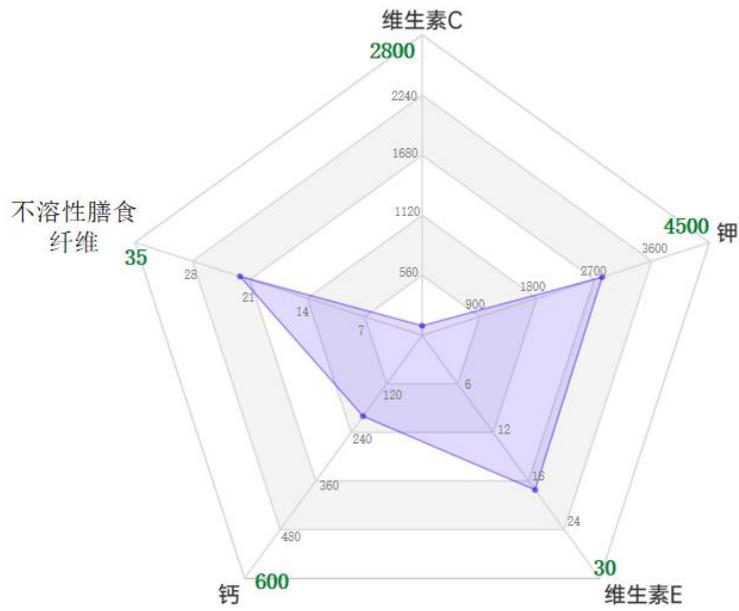
附件 5 常见水果营养素密度雷达图



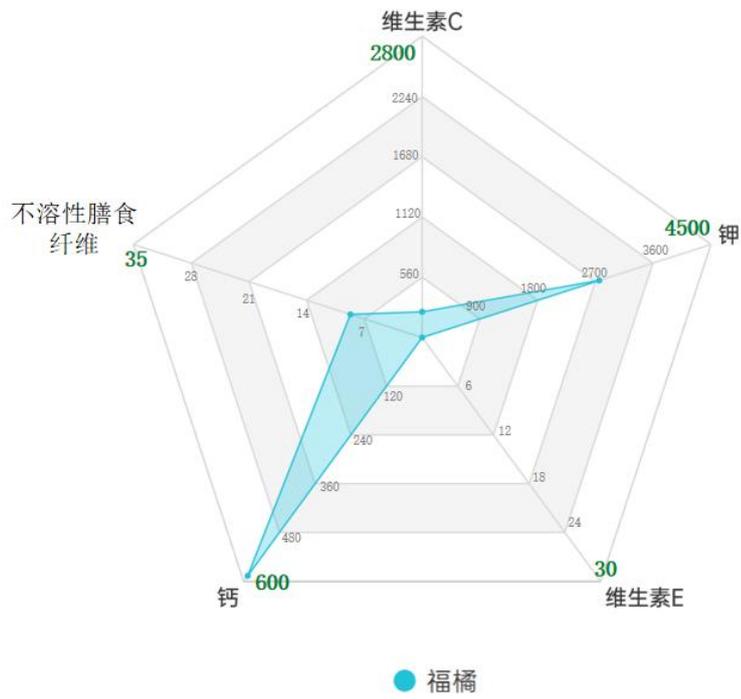




● 西瓜



● 葡萄



注：以上图中维生素C、维生素E、钾和钙密度单位为mg/1000 kcal，不溶性膳食纤维单位为g/1000 kcal