

# 老年特殊食品的研究现状与设计策略

董梦晗<sup>1</sup>, 王旭莲<sup>1</sup>, 刘倩<sup>1</sup>, 薛程<sup>2</sup>, 陈勇<sup>1\*</sup>, 陈建设<sup>1</sup>

<sup>1</sup>浙江工商大学食品与生物工程学院食品口腔加工实验室 杭州 310018

<sup>2</sup>清华大学美术学院未来实验室 北京 100190)

**摘要** 我国已成为世界上老年人口总量最多的国家,并且处在快速老龄化的阶段。衰老过程伴随着饮食能力逐渐退化,饮食困难/障碍的问题日益凸显,严重影响老年人群身心健康。为老年人提供柔软、美味、健康且具有正常食品形态的质地改良食品,是食品工业面临的巨大挑战。目前,我国食品工业严重缺乏老年特殊食品的产品体系,存在巨大的供给结构不适应需求结构变化的问题。本文基于全球人口迅速老龄化的发展趋势,对老年特殊食品的研究现状和老年人的饮食需求进行讨论,从营养、质构、包装、标签等方面提出老年特殊食品设计的策略。旨在以食品口腔加工理论为基础,利用现代食品加工新技术,为我国老年特殊食品的研究和设计提供创新思路。

**关键词** 老年食品; 食品口腔加工; 饮食障碍; 质构设计; 特殊食品

文章编号 1009-7848(2023)12-0349-13 DOI: 10.16429/j.1009-7848.2023.12.035

## 1 老龄化的现状与趋势

根据联合国《人口老龄化及其社会经济后果》中所制定的人口老龄化标准,当一个国家 65 岁及以上人口占总人口超过 7% 时,则表明该国家进入老龄化社会<sup>[1]</sup>。随着社会经济的发展以及医疗水平的提高,人口预期寿命增加,而出生率却不断下降,导致人口年龄结构发生了巨大变化。全球平均的老龄化率也从 1960 年的 5% 增长到 2020 年的 9.3%<sup>[2]</sup>。世界卫生组织(WHO)在联合国发布文件的基础之上增加关于人口老龄化的社会标准,趋老龄化社会(aging society):7%~14%;老龄化社会(aged society):14%~20%;超老龄化社会(hyper-aged society):20%及以上<sup>[3]</sup>。

截止到 2020 年,我国 65 岁及以上老年人口总数占国家总人口约 12%(图 1a),而占世界同年龄段总人口比达 23%(图 1b),中国已成为世界上老年人口总量最多的国家,并且处在快速老龄化的阶段,预测 2050 年我国老年人口比例将会达到 25%<sup>[4]</sup>,而成为超老龄化社会。日本是当今世界老龄化最严重的国家(图 1a)。研究表明,在未来的

25 年里,中国人口老龄化的速度将超过日本<sup>[5]</sup>,而面临更加严峻的问题和挑战。据报道,60 岁及以上的老年人患病种类占世界疾病种类的 1/4<sup>[6]</sup>,其中大约 70% 的老年人极易受到心脏病、癌症、肌肉骨骼疾病和精神疾病等的困扰<sup>[7]</sup>。老年人随着年龄的增长,饮食能力逐渐退化,饮食困难/障碍的问题日益凸显,严重影响老年人群身心健康<sup>[8]</sup>。人口老龄化程度的不断深化,给社会的经济发展带来各种问题,然而人口老龄化的问题也为经济发展创造新的机会。例如:养老服务与医疗行业、老年食品的开发与设计、老年心理健康服务行业等领域的发展。面对庞大的老年人口和需求,中国的老年服务市场还处于早期阶段,尤其是中国食品工业对老年食品的研究和设计开发能力十分薄弱,无法满足老年市场的需求。鉴于此,需要合理评价老年人的生理和营养需求,结合现代食品加工技术的发展,开发和设计符合老年人群的特殊食品,有效保障老年人的饮食安全和饮食愉悦。

## 2 老年特殊食品的研究现状

### 2.1 常见的老年特殊食品

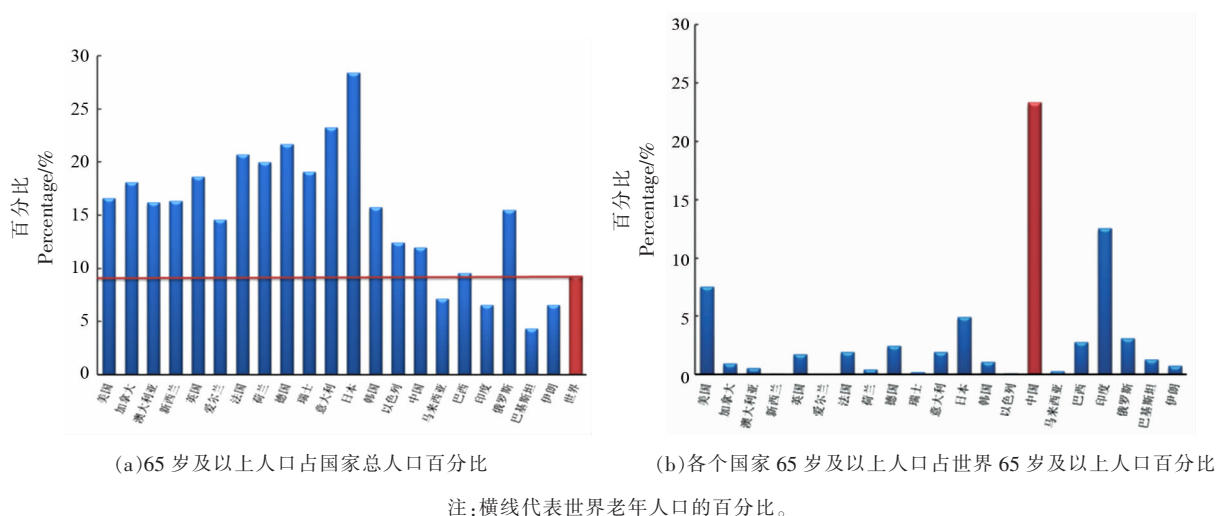
目前中国没有正式出台老年特殊食品的标准和审批法案,根据 2015 年发布的《中华人民共和国食品安全法》,特殊食品包括保健食品和特殊医学膳食配方食品。保健食品能为使用人群补充某类特定的营养素,弥补日常膳食摄入的不足,如市

收稿日期: 2022-12-07

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目  
(32001830)

第一作者: 董梦晗,女,硕士生

通信作者: 陈勇 E-mail: chenryong@zjgsu.edu.cn

图1 2020年部分发达国家和发展中国家65岁及以上人口百分比<sup>[4]</sup>Fig.1 Percentage of population aged 65 and over in some developed and developing countries in 2020<sup>[4]</sup>

场上推出中老年壮骨粉帮助老年人群补充钙和维生素D、增加骨密度、预防骨质疏松。特殊医学用途配方食品分为全营养特殊医学用途配方食品、特定全营养特殊医学用途配方食品和非全营养特殊医学用途配方食品,其中适合老年群体的特殊食品以全营养配方食品和非全营养配方食品为主。查询国家市场监督管理总局特殊食品安全监督管理局,得到已注册备案的适用于中老年人群的特殊食品如表1所示,截止查询日期(2021年12月31日),已注册的特殊医学用途全营养配方食品共计15项,已注册的特殊医学用途非全营养配方食品共计3项,其中只有一款产品的备案信息中明确说明适用于中老年人群(50岁以上),其余产品备案信息中均只说明使用于有特殊需求的人群(10岁以上)。因此,我国食品工业严重缺乏老年特殊食品的产品体系,存在巨大的供给结构不适应需求结构变化的问题。

## 2.2 老年特殊食品的生产与市场供应现状

20世纪70年代初,特殊医学用途配方食品在欧洲、美国、加拿大、澳大利亚、新西兰和中国等国家或地区得到普遍应用<sup>[9]</sup>,特殊医学用途食品也从“药品”过渡为“食品”。全世界每年消费特殊医学用途配方食品在2015年已达到约600亿,且市场每年以6%的速度递增<sup>[10]</sup>。欧美国家的年消费量占据全球较大比重,约为400~500亿元,年增速约4.5%;日本和韩国的市场规模为

表1 截至2021年12月31日已注册备案的适用于中老年人群的特殊医学用途配方食品

Table 1 Food for special medical purpose for middle-aged and elderly population that has been registered and filed up to 31th December, 2021

| 产品类别     | 适用人群                             | 注册号        |
|----------|----------------------------------|------------|
| 特殊医学用途   | 适用于10岁以上进                        | YT20190003 |
| 全营养配方食品  | 食受限、消化吸收障碍、代谢紊乱需要补充营养的人群         | YT20190007 |
|          |                                  | YT20190008 |
|          |                                  | TY20190010 |
|          |                                  | TY20190001 |
|          |                                  | TY20190005 |
|          |                                  | TY20190007 |
|          |                                  | TY20200002 |
|          |                                  | TY20200004 |
|          |                                  | TY20200005 |
|          |                                  | TY20200007 |
|          |                                  | TY20200003 |
|          |                                  | TY20200011 |
|          |                                  | TY20210015 |
|          |                                  | TY20210001 |
|          |                                  | 特殊医学用途     |
| 非全营养配方食品 | 适用于术前补充碳水化合物、水及钠、钾、镁、磷、氯的10岁以上人群 | TY20180003 |
|          | 10岁以上苯丙酮尿症人群                     | TY20185011 |

注:其中加粗字体为产品备案信息中明确指出适合中老年人群食用。

150~220 亿元,增速为 4.8%。澳大利亚每年在医用食品相关领域的消费数量超过 4 000 万美元,新西兰的消费量约为 250~400 万美元<sup>[11]</sup>。国际市场上,特殊医学用途配方食品的总产品数量超过 700 个,其中适合 10 岁以上人群食用的有 170 款,专为老年人设计的产品有 17 款。而且 90% 的特殊医学用途配方食品的产品形态为粉剂和液体,另有 2.5% 产品为半固体,7.4% 产品为固体。

近年来,我国特殊医学用途配方食品也发展迅速,其市场的总产值从 2004 年的 1.2 亿元/年增加至 2015 年的 20 亿元/年,年均增速超 37%<sup>[12]</sup>,且预计到 2030 年,中国特殊医学用途配方食品的市场份额将达到 500 亿人民币<sup>[13]</sup>。然而,与发达国家相比,我国的老年特殊食品市场尚未成熟,其产品主要分为两类:一是保健食品,作为日常膳食营养素补充剂,满足老年人的人体必需营养素需求;二是冲调糊粉类的食品,主要帮助患有吞咽障碍的老年人和患有疾病的人群摄入人体日常所必需的营养素。目前中国老年食品市场上产品种类较单一,创新的方向主要集中在营养补充<sup>[14]</sup>,而在质地改良、感官设计与强化等方向上起步较晚,缺少专业的生产线,部分老年特殊食品仅停留在实验室阶段,无法形成规模生产,整体上还没有形成专门的老年特殊食品工业体系。因此,如何尽快建立老年特殊食品的从研发到生产的工业体系,是我国食品工业急需考虑的问题。

### 2.3 老年特殊食品质构标准的研究现状

自 1996 年来,经济发达的国家先后针对固体和液体食品种类提出质构等级划分标准<sup>[15-16]</sup>,将食品按照质构特性划分为 3~5 个级别。对固体食品,分级标准主要包括使食物形变和破碎的应力大小、食物原料结构、含水量和食物颗粒分布等。对液体食品,分级标准最主要的物理指标是黏稠度<sup>[16]</sup>。

美国饮食协会 (the American Dietetic Association, ADA) 的国家吞咽困难饮食工作小组 (National Dysphagia Diet Task Force, NDD) 根据流变黏度将流体分为四类:0~50、51~350、351~1750 以及 1750 mPa·s 以上<sup>[17]</sup>,同样根据质构性质将固体食品也可分为四类。英国将固体食品分为 5 个等级,澳大利亚、日本、爱尔兰、瑞典、英国等国家也制定类似的食物分级标准。而在以色列,没有

食品质构标准化的术语和定义,在一项以色列卫生部的项目中,研究人员借鉴了其它标准后将固体食品和液体食品分别分为 5 个等级<sup>[18]</sup>。由此可知,世界各地对饮与吞咽食障碍者食品分类的标准存在较大差别<sup>[17]</sup>。例如美国使用的“花蜜稠密”等术语来描述食物质地,无法转化为如英国、日本或澳大利亚等其他国家使用的液体浓度。Machado 等<sup>[19]</sup>对比 7 种市售增稠剂后发现只有 2 种产品遵循 NDD (the National Dysphagia Diet Task Force, 国家吞咽困难饮食任务小组) 分类标准。为了减少食品专家和工作人员之间的沟通和合作的偏差,2012 年国际吞咽障碍者膳食标准化委员会 (International Dysphagia Diet Standardisation Initiative, IDDSI) 成立,并发布对国际适用的膳食标准<sup>[20]</sup>,通过简易的度量方法将食品分为 8 个连续等级 (0~7 级),如图 2 所示,其中 0~2 级衡量液体食物,3~4 级衡量半固体食品,5~7 级衡量固体食物。



图 2 IDDSI 质构框架 2.0 版<sup>[20]</sup>

Fig.2 IDDSI texture framework version 2.0<sup>[20]</sup>

### 2.4 老年特殊食品的加工技术发展现状

人类饮食有两个目的:一是获取能量和营养物质,二是获取感官愉悦<sup>[16]</sup>。无法正常饮食对老年人的身心健康产生巨大影响,服用保健品和药品无法满足老年人进食的心理需求,因此冲调糊粉状或丸剂状的老年特殊食品不是最佳方案,对于有吞咽障碍或者需要特殊营养的老年人提供柔

软、美味、健康且具有正常食品形态的质地改良食品,是老年食品行业面临的主要挑战<sup>[21-22]</sup>,如以冷冻干燥的蔬菜粉和亲水胶体为原料,运用3D打印技术制作更易于咀嚼吞咽的蔬菜。

老年特殊食品的开发主要有两个方向:一是开发功能性产品,满足对特定营养物质的需求,二是开发质地改良食品,满足吞咽障碍人群的需求。功能产品的研制与开发起步较早,如欧美和日本非常重视微生态制剂的开发,以益生菌存活机理、黏附和定植机制为基础研制益生菌、益生元和益生元产品。中国则以“药食同源”为功能性食品开发的主要理论基础,采用新的生产工艺和技术,对传统功能性原料进行加工,近年来也通过包埋技术、微胶囊技术等方法改变食品的营养成分,达到

特定的营养需求。而质地改良食品的研究与开发起步相对较晚,设计特殊用途的质地改良食品常见的技术可分为3类<sup>[23]</sup>:1)使传统膳食(如肉类、蔬菜和水果)变软的传统工艺,便于咀嚼和口腔加工;2)生产生物聚合物颗粒和微凝胶的技术,改变食品的流变性;3)利用电场、磁场等作用生产带电微粒,在溶剂挥发时产生纳米或微米颗粒等新型结构技术。改良食品质地的常见技术如表2所示,高压处理、酶解法、冻融法和辐照处理已被国外很多国家广泛使用,如3D打印技术<sup>[24]</sup>、微流体技术、静电纺丝技术、静电雾化技术等新型的结构技术已经逐渐成熟并应用于食品工业,这些技术也完全可以推广应用于老年特殊食品的生产。

表2 常见的老年特殊食品加工技术

Table 2 Common processing techniques applied to special foods for the elderly

| 加工方法   | 描述                                       | 举例   | 适用食物范围                      |
|--------|--|--|-----------------------------|
| 高压处理   | 软化食物的细胞,保留食品风味和营养物质                      | 通过550 MPa高压和腌制联合处理能显著提高牛肉的嫩度,并对样品颜色有增白作用 <sup>[25]</sup> | 肉制品                         |
|        |  | 通过100~500 MPa的高压静水压预浸泡大米,大米的硬度下降,胶黏度下降 <sup>[26]</sup>   | 米、面、淀粉类制品                   |
| 酶解法    | 分解食物细胞中的酶,使食物光滑柔软、易于咀嚼                   | 酶添加量为1.00%时,菠萝蛋白酶和木瓜蛋白酶对鸡胸肉和牛肉有明显的软化作用 <sup>[27]</sup>   | 肉制品                         |
| 冻融法    | 结合缓慢冷冻和真空,保持风味,软化食物                      | 对冻融处理的蛋黄热诱导后形成的凝胶的交联能力弱于新鲜蛋黄凝胶 <sup>[28]</sup>           | 蛋白类制品                       |
| 辐照处理   | $\gamma$ -射线或高能电子束产生特定的辐射生物学效应,破坏细胞结构    | $\gamma$ 辐照对肉制品的热诱导凝胶、持水性、表观黏度和质构特性有显著影响 <sup>[29]</sup> | 肉制品                         |
|        |  | X射线可用于观察米饭样品的成分和内聚性 <sup>[30]</sup>                      | 米、面、淀粉类制品                   |
| 等离子体处理 | 改善糙米蒸煮和质构特性                              | 用特定超声波处理番茄果肉,形成新的网络具有更多的凝胶性质,黏度增加 <sup>[31]</sup>        | 果蔬制品                        |
|        |  | 用等离子体处理糙米,蒸煮时间变短,糙米的硬度变低 <sup>[32]</sup>                 | 米、面、淀粉类制品                   |
| 脉冲电场   | 电极间产生瞬时高压脉冲电场作用于食品                       | 经过脉冲电场预处理后,糙米的硬度、弹性、黏结性和咀嚼性均显著提高 <sup>[33]</sup>         | 米、面、淀粉类制品                   |
| 超声处理   | 超声波破坏肉的肌原纤维细胞                            | 用低频超声研制鱼肉凝胶 <sup>[34]</sup>                              | 肉制品                         |
|        |  | 超声波能对大米淀粉结构特性产生影响,改变其适口性 <sup>[35]</sup>                 | 米、面、淀粉类制品                   |
| 3D打印技术 | 基于数字控制逐层堆积材料的快速成型技术                      | 运用3D打印技术制造具有特殊结构、纹理和营养成分的食品 <sup>[36]</sup>              | 糖霜、加工奶酪、糖果、意大利面             |
| 微流体    | 生物聚合物溶液或油的小的单分散液滴(约100 nm)以水凝胶或乳胶凝胶的形式存在 | 基于微流体装置制备多糖水凝胶微粒 <sup>[37]</sup>                         | 软凝胶颗粒和纤维、食品泡沫和乳状液、包埋的生物活性物质 |



### 3 老年人的饮食需求

#### 3.1 营养需求

随着年龄的增长,与饮食能力相关的生理变化明显衰退,影响老年人的正常营养摄入,进而导致营养不良和肌肉萎缩等退行性疾病<sup>[38]</sup>。欧洲一项研究表明,养老机构老年人营养不良发病率为 17.5%,社区老年人 8.5%<sup>[39]</sup>。国内养老机构老年人营养不良发病率约为 60%,社区约为 37%<sup>[40]</sup>。而在住院的老年人人群中患有营养不良风险的可能性更高。营养素摄入不足除了带来营养不良的风险,

还可导致各种疾病的发展,表 3 总结了某些特定营养素的缺乏引起的老年人相关疾病,2018 年国家卫生健康委员会颁布首个老年食品国家标准《食品安全国家标准 老年食品通则》,针对老年食品营养配方必需成分指标,要求更加具体化和详细化<sup>[41]</sup>。因此针对老年人群新陈代谢减慢、饮食结构发生改变等问题,在老年特殊食品的设计中,需要考虑降低老年人能量摄入需求以及增加蛋白质、维生素等营养素的摄入和吸收。

表 3 特定营养素的缺乏对老年人的影响以及使用范围<sup>[41]</sup>

Table 3 Effects of deficiency of specific nutrients on the elderly and scope of use<sup>[40]</sup>

| 营养素                                 | 范围/100 kJ    | 引发相关疾病                    |
|-------------------------------------|--------------|---------------------------|
| 维生素 A/ $\mu\text{g}$                | 12.8~47.80   | 强化骨骼、夜盲症和干眼病、血脂、皮肤瘙痒、发干   |
| 维生素 E/mg                            | 0.22~11.15   | 呼吸道感染、肌肉衰减综合征             |
| 维生素 C/mg                            | 3.19~31.87   | 髌骨骨折、心肌梗死、脑卒中、白内障、肌肉衰减综合征 |
| 维生素 D/ $\mu\text{g}$                | 0.24~0.80    | 髌骨骨折、肌肉衰减综合征、骨质疏松         |
| 叶酸/ $\mu\text{g}$                   | 6.37~15.93   | 动脉粥样硬化、记忆力衰退、认知功能障碍、癌症    |
| 维生素 B <sub>12</sub> / $\mu\text{g}$ | 0.04~N.S.    | 心血管病、神经系统疾病、              |
| 铁/mg                                | 0.19~0.67    | 冠心病、贫血                    |
| 维生素 B <sub>6</sub> /mg              | 0.03~0.96    | 神经精神病、血栓栓塞性疾病             |
| 钠/mg                                | 20.71~28.68  | 影响血压                      |
| 钾/mg                                | 57.36~N.S.   | 影响血压                      |
| 钙/mg                                | 15.93~31.87  | 骨折、根面龋、肾结石                |
| 锌/mg                                | 0.20~0.64    | 免疫系统减弱、增加感染和患病风险;味觉下降     |
| EPA+DHA/mg                          | N.S.~30      | 血脂、免疫功能、认知功能障碍            |
| 膳食纤维/g                              | 0.40~N.S.    | 肠功能紊乱                     |
| 锰/ $\mu\text{g}$                    | 71.70~175.27 | 类风湿性关节炎                   |
| 磷/mg                                | 11.15~47.8   | 磷血症、血压、钙流失、根面龋            |

注:N.S.为没有特殊说明。

#### 3.2 饮食舒适需求

生理功能的衰退导致老年人群出现饮食困难,老年人的饮食困难主要体现在两个方面,一方面是手动操纵食物的能力下降,手部在食物的准备和进食的过程中充当一个重要的角色,老年帕金森患者双手颤抖处理食品包装速度缓慢,难以将食物送入到口腔中<sup>[42]</sup>,由于年龄的增长,60岁及以上的老年人约有 30%患有肌肉减少综合征<sup>[43]</sup>,骨骼肌的减少导致手部力量不能集中<sup>[44]</sup>。另一方面是食物在口腔中的加工处理能力,例如牙齿掉落,食物的咀嚼过程,唾液分泌,舌头操控,以及食团的移动与吞咽等能力的减弱。许多研究从口腔

生理学、食品物理学出发,详细描述人类饮食的主要控制机制:食物由嘴巴送入口腔,牙齿进行切碎、咀嚼,再通过舌头的移动使食物碎渣与口腔唾液进行混合形成食团,当食团达到合适的流变学特性时,大脑发送吞咽指令<sup>[45-46]</sup>。而食物在老年人咬合、咀嚼、吞咽过程中可能会出现一些问题:牙齿脱落、味觉丧失、唾液分泌量下降等<sup>[47]</sup>。有研究通过测量老年患者的咬合力和舌肌力量,发现吞咽困难患者的咬合力和牙齿状况显著相关<sup>[48]</sup>,舌肌力量可作为老年人进食和吞咽能力的可靠指标。在咀嚼过程中,牙齿是影响老年人正常咀嚼的重要因素,研究表明干燥的食物需要分泌更多的

唾液来形成食团以助于吞咽<sup>[49]</sup>。此外,老年人唾液分泌能力下降的同时,唾液中关键蛋白组分也发生明显变化,如唾液淀粉酶,黏蛋白等,也是影响老年人饮食行为和感官感知的重要因素<sup>[50]</sup>。患有吞咽障碍的老年人有更大的饮食困难,研究表明,养老机构的老年人群吞咽障碍发生率为32.5%<sup>[51]</sup>,该人群普遍存在饮食困难。基于食品口腔加工理论和饮食的口腔生理控制原理,Laguna等<sup>[46]</sup>提出了饮食能力(Eating Capability)的概念,通过对口腔生理能力的测量来评估老年人的饮食能力,这为客观量化的评测老年人群的饮食能力提供了依据。2018年,Vandenberghe等<sup>[52]</sup>提出了“口腔舒适度”的概念,与口腔加工能力、食物感官特性、生理疼痛感有关,在老年人的饮食过程中,舒适性在一定程度上也影响其进食愉悦性。通过进一步探究老年人饮食能力与“口腔舒适度”之间关系,利用主客观相结合的方法,为老年人群设计个性化质地改良食品有前景意义,例如增强饮食乐趣,提高营养摄入量,进而有助于解决老年人的营养不良问题<sup>[53]</sup>。

### 3.3 感官愉悦需求

愉悦感是消费者在进食过程中主观上所体会到的感受<sup>[52]</sup>,这是人类饮食的心理需求,也是食品区别于营养品、药品的一个本质区别。研究发现在老年人群中,59%的进食是为了满足日常饮食需求,33.7%则是为了满足进食过程的感官愉悦需求<sup>[54]</sup>。生理功能退化和某些治疗药物造成的感官系统受损<sup>[55]</sup>会导致老年人对食物的品尝、质地辨别的口腔感知能力和食物信息处理的认知能力降低,进而影响对食物的颜色、滋味、香气敏感度。人类所能品尝到食物的滋味,主要为甜味、咸味、苦味、酸味、鲜味5种,研究证实年龄的增加会影响所有味道的感知阈值,苦味和酸味尤其明显<sup>[56]</sup>,Schiffman<sup>[57]</sup>对老年人和年轻人对酸、甜、苦、咸、涩这几种味觉阈值进行研究,发现老年人的平均阈值损失是年轻人的4.7倍。此外,Toussaint等<sup>[58]</sup>研究发现,随着年龄的增长,嗅觉受损似乎比味觉丧失更普遍。而味道持久性主要由芳香化合物与口腔黏膜和口腔代谢酶相互作用决定,因此在老年食品的设计中可以考虑开辟新的产品设计思路,增加味道的持久性,延长食物在吞咽后的愉悦感。

研究指出,味觉丧失后的老年人对甜咸的食物更有偏向,但是味觉感知、个人偏好和食物摄入量之间的联系仍需要更精准的分析,因此如何针对老年人群的个体差异进行个性化食品设计是今后老年食品研究的重要方向。

## 4 老年特殊食品设计的策略

### 4.1 营养设计与营养成分传递

如2.1节中所述,老年人群对营养成分有特殊的需求。随着年龄增长,其身体代谢能力降低,膳食营养组成需进行相应的调整。根据卫生和计划生育委员会2018年发布的《老年人膳食指导》<sup>[59]</sup>显示,老年人食物需要多样、搭配合理,符合平衡膳食要求。同时要能量供给与机体需要相适应,吃动平衡,维持健康体重。对老年人进行营养干预可在一定程度上改善其营养状况,此类干预主要集中在改变老年人的饮食条件和饮食习惯,研究证明坚持地中海饮食(MedDiet)可调节老年人的肠道微生物菌群,降低营养不良的风险,从而促进更健康的老龄化<sup>[60]</sup>。此外,可根据老年人群的生理和认知状态,通过口服营养补充剂或者蛋白质配方以改善老年人体重问题以及降低营养不良的风险。研究证实补充维生素D可以预防老年人跌倒和骨折风险<sup>[61]</sup>,并且通过追踪研究发现定期补充维生素D可减轻COVID-19老年患者的严重程度,提高体弱老年人的生存率。

虽然身体的变化已被人所熟知,但如何将身体的变化映射到具体的营养成分变化仍然是一项挑战。传统的方法是参考国家标准提供的营养成分需求,但这种方法忽略了个体的差异。近年来,随着多组学技术的快速发展,其在个性化营养定制中的应用更显优势。图3利用表型分析方法,结合个体基因和代谢分析,深度挖掘与健康相关的信息,辅助确定加工和处理食物的方式,以及通过分析肠道微生物菌群推荐促进健康的饮食方式,从而设计个性化饮食来改善健康状况。

老年食品的设计过程中除了考虑营养成分的设计,还需要考虑到营养素在体内的递送与消化特性。食物的消化过程主要包括口腔消化,胃部消化,小肠消化3个过程<sup>[62]</sup>(图4)。食品口腔加工过程保证食物的安全咀嚼与吞咽,结构破坏、食物颗

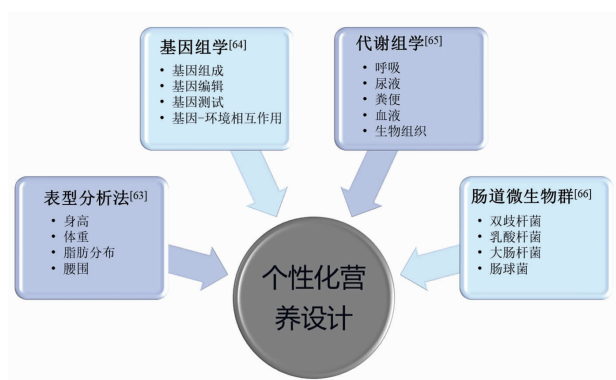


图 3 基于多组学的个性化营养设计方法

Fig.3 Personalized nutrition design method based on multi-omics

粒减小<sup>[67]</sup>,而淀粉降解并增加食物的形变与流动能力是口腔消化过程的主要行为。胃部消化保证食团在胃部的分解与吸收,在这个阶段,食物颗粒在强酸和胃壁收缩造成的强剪切力的作用下一

步减小的微米级以下,同时食物的蛋白成分在蛋白酶的作用下亦快速降解。小肠消化阶段更是进入到纳米和分子级别的消化和吸收,淀粉和脂肪水解主要发生在这一阶段,小肠消化对于营养素的水解与吸收到重要的影响。营养素在体内的消化和生物利用率主要受到两个方面的影响:一是食品的加工方式和配方设计对食品中营养素在体内的释放、消化和吸收的影响<sup>[68]</sup>;二是老年人的生理状况,包括口腔,胃肠道功能的影响。老年人的胃肠道驱动力、酶活性、pH值、胆汁分泌等发生改变,从而影响营养物质的消化率<sup>[69-70]</sup>。综上所述,老年特殊食品的设计首先需要符合老年人的基本营养需求,继而结合个性化营养设计与营养成分的传递,保证优质蛋白质、矿物质、维生素等营养成分的供给。目前,如何做到营养平衡并且最佳化的消化吸收还缺乏足够的研究,需要对老年消化生理做更深入的基础性研究。

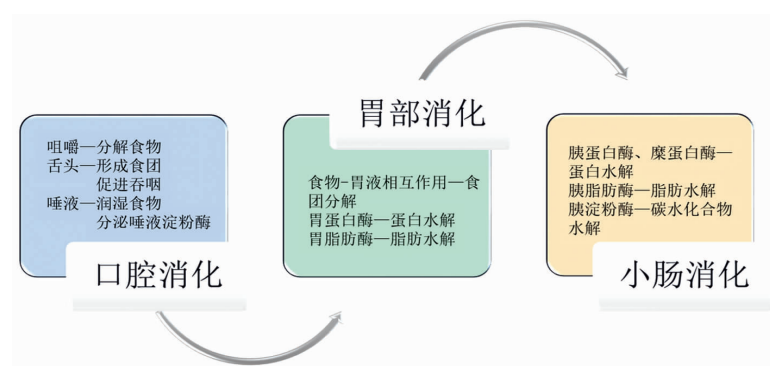


图 4 食物在体内的消化过程

Fig.4 Digestion process of food in the body

#### 4.2 食品质构的设计

老年人随着年龄增长,牙齿数量减少,并且可能因为疾病等因素,导致咀嚼能力下降,无法咀嚼常规食物。传统的解决方案是以流食替代主食,但长期以此易导致营养失衡问题和进一步加剧咀嚼能力的衰退。同时由于流食食品的质地单一,无法满足人们丰富的饮食需求及愉悦感。因此需要在不影响食物本身的营养质量的情况下,改变食物的质地和口感,以确保老年人群能正常摄入食物,满足营养需求。研究表明,吞咽障碍患者特殊食品要求质地要柔润、光滑、潮湿、有弹性且易于吞咽<sup>[21]</sup>。

虽然对于食品质地的设计和改良已经有大量

研究和技术手段,但是如何针对老年人饮食和吞咽能力的特殊性,合理应用于老年食品的质地改良(Texture-Modified Food)仍是一个挑战<sup>[71]</sup>。目前,通过切碎等方式减小食物颗粒,或对食物进行高压处理、延长热处理时间等方式改变食物质地,使之易于老年人群吞咽,是现行老年食品质地改良的主要加工方式。例如通过煮鸡肉丁和使用以麦麸为原料的 yakifu 食品添加剂的方法来软化鸡肉制品<sup>[72]</sup>。而对于液态和半固态食品,常常使用增稠剂以调整食品的流变学特性,以减缓吞咽过程中的液体流动性,避免食物误吸引发的窒息风险<sup>[73]</sup>。通常的做法是将食品增稠剂、多糖类成分、膳食纤维



维或抗性淀粉等添加到食品中,制成增稠流体,用作质地改良食品的凝胶和糊状物<sup>[74]</sup>。增稠成分一般都是生物大分子,要求具有用量低、增稠效果好、亲水性好、易溶不结块、无色透明、无异味等。温度、酸度和离子稳定是增稠剂选择的另外要求。

#### 4.3 食品包装与标签设计

食品包装的主要目的是保证食品卫生与延长保质期,食品标签则是为消费者提供重要的食品信息。随着年龄的增加,老年人群视觉功能退化,例如患有白内障、老花眼,因此对食品的包装设计需要明显的色彩便于区分。研究表明,老年人群由于手部功能弱化导致存在包装打开困难。研究指出可基于软包装剥离力的技术测量老年人的手部能力(握力,指力等),并结合包装材料、尺寸和开口尺寸,设计并制作老年友好型的食品包装材料<sup>[75-76]</sup>。Świda等<sup>[77]</sup>通过调查发现老年人群对食品包装的类型和设计有特殊偏好,例如他们倾向于用玻璃瓶包装牛奶代替传统纸盒包装,研究中还发现老年人十分关注产品的生产日期,可直接将其印刷在瓶盖上以便阅读。

老年食品除了需要符合普通食品的标签要求外,还需要特别标注其它的相关信息。例如,老年人往往伴随着不同的慢性疾病,在进行饮食时需要注意能量摄入,以及对于特殊成分的控制,如糖尿病患者对于糖分的摄入需要非常谨慎。食物的标签设计需要将这些信息进行披露,以明确该食品是否适合特定人群食用。同时在为老年人进行食品的标签设计时,其产品特征及重要信息的字体要大,同时避免使用专业术语,以方便老年人在短时间内读懂相关营养信息和关键性内容标识。食品的质地信息是老年食品标签的重要要素,需要明确食品是否符合老年人的饮食能力。日本是老年食品开发与设计最先进的国家之一,并且在老年食品包装上标注食品硬度,老年人可以根据自身的咀嚼能力来选择适合的食物<sup>[78]</sup>。我们甚至建议应该对老年食品进行明确的质构等级标识,以确保老年人的饮食与吞咽安全。目前国内关于老年食品的包装设计还处于一个起步阶段,针对老年食品的包装设计的研究较少,也还没有形成相应的法规和行业要求。综上,老年人食品的包装盒标签设计不仅需要考虑食物本身,更需要结合

老年群体的视觉特征和手部力量来设计包装的开口大小、位置等,并且合理规范食品标签,包括生产日期、字号大小、关键信息编排等,解决老年人的阅读障碍,为其在购买、食用食品时提供关键的产品信息。

## 5 结论

随着我国人口老龄化问题日趋凸显,科技部明确提出了“以健康为中心”的战略转变和“健康老龄化”的战略需求。民以食为天,老年人群的饮食健康问题不仅是老年人个人或家庭的问题,更是政府优先考虑的民生问题。本文基于市面上常见的一些医学用途配方食品的市场供应情况、研发现状以及现有的老年食品加工方法,对开发、设计创新型的优质老年食品进行系统的分析和讨论,并得出如下一些思考和建议:1)法律法规:参考发达国家良好实践的法律法规,结合我国老年人的膳食需求,完善老年食品的标准体系,制定特殊人群具体、可实行的包装法律法规。2)老年营养需求个性化与成分传送:利用表型分析方法,结合个体基因和代谢分析,从而设计个性化饮食来改善健康状况,另外营养成分在体内的消化吸收也是值得深究的问题。3)改变食物质地:在不影响营养价值的前提下,利用3D打印技术、微流体技术、静电纺丝技术等食品加工新技术实现对食品质构的优化和精确控制。新型增稠剂的研发目前仍是流体型老年食品质构改良的核心。4)感官补偿:由我国老年人的膳食结构和饮食习惯出发,对老年人的滋味、质地、香气进行感知补偿,增加老年人的饮食愉悦性,增加饮食摄入量。5)包装设计:从老年人对包装使用和标签信息提取的两个角度出发,充分考虑生理特性和心理特性需求,以人为本,结合老年群体的视觉特征和手部力量的分布来规范包装的开封口和标签。

## 参 考 文 献

- [1] NATIONS U. The aging of populations and its economic and social implications[M]. New York: Department of Economic and Social Affairs, 1956: 168.



- [2] WORLD BANK. Population ages 65 and above (% of total population)[EB/OL]. [2022-06-07]. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.65UP.TO.ZS>.
- [3] WANG Z, SUN T, LI G. Regional differences and evolutions of population aging in China[J]. Population Research, 2013, 37(1): 66-77.
- [4] 陈艳玫, 刘子锋, 李贤德, 等. 2015—2050年中国人口老龄化趋势与老年人口预测[J]. 中国社会医学杂志, 2018, 35(5): 480-483.  
CHEN Y M, LIU Z F, LI X D, et al. Population aging trend and prediction of elderly population in China from 2015 to 2050[J]. Chinese Journal of Social Medicine, 2018, 35(5): 480-483.
- [5] CHEN R, XU P, SONG P, et al. China has faster pace than Japan in population aging in next 25 years[J]. Bioscience Trends, 2019, 13(4): 287-291.
- [6] BLOOM D E, CANNING D, LUBET A. Global population aging: facts, challenges, solutions & perspectives[J]. Daedalus, 2015, 144(2): 80-92.
- [7] 陈建设, 陈勇. 基于食品物理学的老年饮食能力评价与膳食质构等级评测[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2019, 41(12): 4.  
CHEN J S, CHEN Y. Evaluation of eating ability and dietary texture grade in the elderly based on food physics[J]. Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 2019, 41(12): 4.
- [8] PRINCE M J, WU F, GUO Y, et al. The burden of disease in older people and implications for health policy and practice[J]. Lancet London, 2015, 385(9967): 549-562.
- [9] 宁俊, 张茜, 王新明, 等. 国内外特殊医学用途配方食品发展概况[J]. 生物产业技术, 2018(6): 68-74.  
NING J, ZHANG Q, WANG X M, et al. Development of formula food for special medical use at home and abroad[J]. Biotechnology, 2018(6): 68-74.
- [10] 邱斌, 徐同成, 刘丽娜, 等. 我国特殊医学用途配方食品产业现状[J]. 中国食物与营养, 2015, 21(2): 32-33.  
QIU B, XU T C, LIU L N, et al. Current situation of formula food industry for special medical use in China[J]. Chinese Food and Nutrition, 2015, 21(2): 32-33.
- [11] 田洪芸, 解恒杰, 王冠群, 等. 国内外特殊医学用途配方食品标准概况及技术指标对比[J]. 中国乳品工业, 2019, 47(12): 29-32, 43.  
TIAN H Y, XIE H J, WANG G Q, et al. Comparison of standard and technical index of formula food for special medical use at home and abroad[J]. Chinese Dairy Industry, 2019, 47(12): 29-32, 43.
- [12] 杨溢, 朱晓光. 特殊医学用途配方食品现状综述[J]. 食品安全导刊, 2018, 12(14): 69-71.  
YANG Y, ZHU X G. Review of special medical use formula food[J]. Food Safety Guide, 2018, 12(14): 69-71.
- [13] 陈彬合, 袁振海, 贾婵媛. 我国特殊医学用途配方食品批准情况分析与发展建议[J]. 食品与药品, 2020, 22(4): 294-300.  
CHEN B H, YUAN Z H, JIA C Y. Analysis and suggestion on the approval of special medical use formula food in China[J]. Food and Medicine, 2020, 22(4): 294-300.
- [14] 强婉丽, 张连慧, 应欣, 等. 老年食品开发现状及配方设计[J]. 粮油食品科技, 2020, 28(4): 66-71.  
QIANG W L, ZHANG L H, YING X, et al. Development status and formula design of food for the elderly[J]. Grain, Oil and Food Science and Technology, 2020, 28(4): 66-71.
- [15] WANG I C. International classification systems for texture-modified foods[J]. The Journal of Nursing, 2020, 67(4): 24-32.
- [16] 陈建设, 吕治宏. 老年饮食障碍与老年食品: 食品工业的挑战与机遇[J]. 食品科学, 2015, 36(21): 310-315.  
CHEN J S, LÜ Z H. Eating disorders and food for the elderly: Challenges and opportunities for the food industry[J]. Food Science, 2015, 36(21): 310-315.
- [17] SU M S, ZHENG G Y, LÜ Z H, et al. Clinical applications of IDDSI framework for texture recommendation for dysphagia patients[J]. Journal of Texture Studies, 2018, 49(1): 2-10.
- [18] ICHT M, BERGERZON B O, KACHAL J, et al. Texture-modified foods and thickened fluids used in dysphagia: Israeli standardised terminology and definitions[J]. Journal of Human Nutrition and Dietetics, 2018, 31(6): 742-746.
- [19] MACHADO A S, LENZ D, DE SOUZA R D, et al. Lack of standardization in commercial thickeners used in the management of dysphagia[J]. Annals of Nutrition and Metabolism, 2019, 75(4): 246-251.

- [20] CICHERO J, LAM P T L, CHEN J S, et al. Release of updated international dysphagia diet standardisation initiative framework (IDDSI 2.0)[J]. *Journal of Texture Studies*, 2020, 51(1): 195–196.
- [21] MILES A, LIANG V, SEKULA J, et al. Texture-modified diets in aged care facilities: nutrition, swallow safety and mealtime experience[J]. *Australasian Journal on Ageing*, 2020, 39(1): 31–39.
- [22] MASSOULARD A, BONNABAU H, GINDRE – POULVELARIE L, et al. Analysis of the food consumption of 87 elderly nursing home residents, depending on food texture [J]. *Journal of Nutrition Health & Aging*, 2011, 15(3): 192–195.
- [23] AGUILERA J M, PARK D J. Texture –modified foods for the elderly: status, technology and opportunities[J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2016, 57(11): 156–164.
- [24] MIRAZIMI F, SALDO J, SEPULCRE F, et al. Enriched puree potato with soy protein for dysphagia patients by using 3D printing [J]. *Food Frontiers*, 2022, 3(4): 706–715.
- [25] UYARCAN M, S KAYAARDI. Effects of high pressure and marination treatment on texture, myofibrillar protein structure, color and sensory properties of beef loin steaks[J]. *Italian Journal of Food Science*, 2019, 31(4): 573–592.
- [26] WU Z Y, HE Y W, YAN W L, et al. Effect of high-pressure pre-soaking on texture and retrogradation properties of parboiled rice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*[J]. 2021, 101(10): 4201–4206.
- [27] EOM S H, LEE S H, CHUN Y G, et al. Texture softening of beef and chicken by enzyme injection process[J]. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 2015, 35(4): 486–493.
- [28] LIU J Y, LÜ Y, MO X B, et al. Effects of freezing and thawing treatment on the rheological and textural characteristics and micro-structure of heat-induced egg yolk gels[J]. *Journal of Food Engineering*, 2017, 36(15): 1–7.
- [29] ZHAO L M, ZHANG Y, GUO S Y, et al. Effect of irradiation on quality of vacuum-packed spicy beef chops[J]. *Journal of Food Quality*, 2017, 41(3): 1–8.
- [30] MIKI H, A YONEYAMA, K HIRANO. Observation of processed rice using synchrotron radiation X-Ray phase-contrast imaging[J]. *Journal of Texture Studies*, 2022, 53(3): 366–373.
- [31] ANESE M, BOT F, PANOZZO A, et al. Effect of ultrasound treatment, oil addition and storage time on lycopene stability and *in vitro* bioaccessibility of tomato pulp [J]. *Food Chemistry*, 2015, 172(5): 685–691.
- [32] CHEN H H, CHEN Y K, CHANG H C. Evaluation of physicochemical properties of plasma treated brown rice[J]. *Food Chemistry*, 2012, 135(1): 74–79.
- [33] BAI T G, ZHANG L, QIAN J Y, et al. Pulsed electric field pretreatment modifying digestion, texture, structure and flavor of rice[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2021, 138(3): 110650.
- [34] NASYIRUDDIN R L, NAVICHA W B, RAMADHAN A H, et al. Development of reduced-salt gel of silver carp meat batter using low frequency ultrasound: Effect on color, texture, cooking loss and microstructure[J]. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 2019, 18(4): 773–780.
- [35] BONTO A P, TIOZON R N, CAMACHO D H, et al. Impact of ultrasonic treatment on rice starch and grain functional properties: A review[J]. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2021, 71(2): 105383.
- [36] GODOI F C, PRAKASH S, BHANDARI B R. 3D printing technologies applied for food design: status and prospects[J]. *Journal of Food Engineering*, 2016, 179(1): 44–54.
- [37] MARQUIS M, DAVY J, CATHALA B, et al. Microfluidics assisted generation of innovative polysaccharide hydrogel microparticles[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2015, 116(1): 189–199.
- [38] AHMED T, HABOUBI N. Assessment and management of nutrition in older people and its importance to health[J]. *Clin Interv Aging*, 2010, 5(4): 207–216.
- [39] LH A, MHV A, SVH A, et al. Prevalence of protein-energy malnutrition risk in European older adults in community, residential and hospital settings, according to 22 malnutrition screening tools validated for use in adults  $\geq 65$  years[J]. *Maturitas*, 2019, 126(8): 80–89.
- [40] 中国老年医学学会营养与食品安全分会,中国循证医学中心,《中国循证医学杂志》编辑委员会,《Journal of Evidence-Based Medicine》编辑委员会. 老年患者

- 家庭营养管理中国专家共识 (2017/版)[J]. 中国循证医学杂志, 2017, 17(11): 1251-1259.
- Nutrition and Food Safety Branch of Chinese Geriatrics Society, Chinese Evidence-based Medicine Center, Editorial Board of Chinese Journal of Evidence-based Medicine, Editorial Board of Journal of Evidence-based Medicine. Chinese expert consensus on family nutrition management in elderly patients (2017 edition) [J]. Chinese Journal of Evidence-based Medicine, 2017, 17(11): 1251-1259.
- [41] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 食品安全国家标准老年食品通则(征求意见稿)[R]. (2018-09-07) [2022-06-07]. <http://www.nhc.gov.cn/sps/s3593/201809/4f48037eba474f419b30e7f3368d0f46.shtml>.
- National Health Commission of the People's Republic of China. General principles of national food safety standards for the elderly (draft for comment)[R]. (2018-09-07) [2022-06-07]. <http://www.nhc.gov.cn/sps/s3593/201809/4f48037eba474f419b30e7f3368d0f46.shtml>.
- [42] ANDERSSON I, B SIDENVALL. Case studies of food shopping, cooking and eating habits in older women with Parkinson's disease[J]. Journal of Advanced Nursing, 2001, 35(1): 69-78.
- [43] GAFFNEY-STOMBERG E, INSOGNA K L, RODRIGUEZ N R, et al. Increasing dietary protein requirements in elderly people for optimal muscle and bone health[J]. Journal of the American Geriatrics Society, 2009, 57(6): 1073-1079.
- [44] KURILLO G, ZUPAN A, BAJD T. Force tracking system for the assessment of grip force control in patients with neuromuscular diseases [J]. Clinical Biomechanics, 2004, 19(10): 1014-1021.
- [45] LUCAS P W, PRINZ J F, AGRAWAL K R, et al. Food physics and oral physiology [J]. Food Quality and Preference, 2002, 13(4): 203-213.
- [46] LAGUNA L, CHEN J. The eating capability: constituents and assessments[J]. Food Quality and Preference, 2016, 48(2): 345-358.
- [47] GALLEGO M, BARAT J M, GRAU R, et al. Compositional, structural design and nutritional aspects of texture-modified foods for the elderly[J]. Trends in Food Science & Technology, 2022, 119(1): 152-163.
- [48] WANG X, ZHENG G Y, SU M S, et al. Biting force and tongue muscle strength as useful indicators for eating and swallowing capability assessment among elderly patients[J]. Food Science and Human Wellness, 2019, 8(2): 149-155.
- [49] LORIEAU L, SEPTIER C, LAGUERRE A, et al. Bolus quality and food comfortability of model cheeses for the elderly as influenced by their texture [J]. Food Research International, 2018, 111(9): 31-38.
- [50] ZHANG Y, CHEN Y, CHEN J. The starch hydrolysis and aroma retention caused by salivary  $\alpha$ -amylase during oral processing of food[J]. Current Opinion in Food Science, 2022, 43(1): 237-245.
- [51] 韩维嘉, 孙建琴, 谢华, 等. 老年吞咽障碍者营养与生活质量的现状[J]. 中国老年学杂志, 2014, 34(12): 3438-3440.
- HAN W J, SUN J Q, XIE H, et al. Nutrition and quality of life in elderly patients with dysphagia[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2014, 34(12): 3438-3440.
- [52] VANDENBERGHE-DESCAMPS M, LABOURE H, SEPTIER C, et al. Oral comfort: a new concept to understand elderly people's expectations in terms of food sensory characteristics[J]. Food Quality and Preference, 2018, 70(12): 57-67.
- [53] SARKAR A. Oral processing in elderly: understanding eating capability to drive future food texture modifications[J]. Proceedings of the Nutrition Society, 2019, 78(3): 329-339.
- [54] MATAFOME P, S R. The role of brain in energy balance [J]. Advances in Neurobiology, 2017, 19: 33-48.
- [55] SANCHEZ M A, ARMAINGAUD D, MESSAOUDI Y, et al. Multiple factor analysis of eating patterns to detect groups at risk of malnutrition among home-dwelling older subjects in 2015[J]. BMJ Open, 2019, 9(6): 023548.
- [56] IMOSCOPI A, INELMEN E M, SERGI G, et al. Taste loss in the elderly: epidemiology, causes and consequences[J]. Aging Clinical & Experimental Research, 2013, 24(6): 570-579.
- [57] SCHIFFMAN S S. The aging gustatory system[J]. The Senses: A Comprehensive Reference, 2020, 4: 479-498.
- [58] TOUSSAINT N, DE ROON M, VAN CAMPEN JPCM, et al. Loss of olfactory function and nutritional status in vital older adults and geriatric pa-



- tients[J]. *Chemical Senses*, 2015, 40(3): 197–203.
- [59] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 老年人膳食指导: WS/T 556—2017[S/OL]. [2017–08–01]. <http://down.foodmate.net/standard/sort/16/51371.html>. National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Dietary guidance for the elderly: WS/T 556–2017[S/OL]. [2017–08–01]. <http://down.foodmate.net/standard/sort/16/51371.html>.
- [60] GHOST T S, RAMPELLI S, JEFFERY I B, et al. Mediterranean diet intervention alters the gut microbiome in older people reducing frailty and improving health status: the NU-AGE 1-year dietary intervention across five European countries[J]. *Gut: Journal of the British Society of Gastroenterology*, 2020, 69(7): 1218–1228.
- [61] BISCHOFF-FERRARI H A, DAWSON-HUGHES B, STAHELIN H B, et al. Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomised controlled trials [J]. *BMJ*, 2009, 339(1): 843–846.
- [62] ANNWEILER, CORVAISIER M, GAUTIER J, et al. Vitamin D supplementation associated to better survival in hospitalized frail elderly COVID-19 patients: the GERIA-COVID quasi-experimental study [J]. *Nutrients*, 2020, 12(11): 3377.
- [63] TORO-MARTÍN D, ARSENAULT B J, DESPRÉS J P, et al. Precision nutrition: a review of personalized nutritional approaches for the prevention and management of metabolic syndrome [J]. *Nutrients*, 2017, 9(8): 913.
- [64] MATHERS J C. Nutrigenomics in the modern era[J]. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2017, 76(3): 265–275.
- [65] SUAREZ M, CAIMARI A, DEL BAS J M, et al. Metabolomics: an emerging tool to evaluate the impact of nutritional and physiological challenges [J]. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 2017, 96: 79–88.
- [66] YOUNG V B. The role of the microbiome in human health and disease: an introduction for clinicians[J]. *BMJ*, 2017, 356(4): j831.
- [67] GALLEGO M, BARAT J M, GRAU R, et al. Compositional, structural design and nutritional aspects of texture-modified foods for the elderly [J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2021, 119(1): 152–163.
- [68] CHIAN F M, KAUR L, OEY I, et al. Effect of Pulsed Electric Fields (PEF) on the ultrastructure and in vitro protein digestibility of bovine longissimus thoracis [J]. *Lebensmittel Wissenschaft Und Technologie*, 2019, 103(4): 253–259.
- [69] ASENSIO-GRAU A, CALVO-LERMA J, HEREDIA A, et al. Fat digestibility in meat products: influence of food structure and gastrointestinal conditions [J]. *International Journal of Food Sciences & Nutrition*, 2019, 70(5): 530–539.
- [70] CALVO-LERMA J, FORNES-FERRER V, HEREDIA A, et al. *In vitro* digestion models to assess lipolysis: the impact of the simulated conditions of gastric and intestinal pH, bile salts and digestive fluids [J]. *Food Research International*, 2019, 125(11): 108511.1–108511.10.
- [71] CICHERO J, LAM P, STEELE C M, et al. Development of International terminology and definitions for texture-modified foods and thickened fluids used in dysphagia management: The IDDSI framework [J]. *Dysphagia*, 2017, 32(2): 293–314.
- [72] WATANABE E, MAENO M, KAYASHITA J, et al. Cooking methods for a soft diet using chicken based on food texture analysis [J]. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 2017, 63(4): 256–262.
- [73] CICHERO J A Y, STEELE C, DUIVESTEIN J, et al. The need for international terminology and definitions for texture-modified foods and thickened liquids used in dysphagia management: foundations of a global Initiative [J]. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*, 2013, 1(4): 280–291.
- [74] ELLEUCH M, BEDIGIAN, ROISEUX O, et al. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review [J]. *Food Chemistry*, 2011, 124(2): 411–421.
- [75] LIN Y J, PUNPONGSANON P, WEN X, et al. Food Fab: creating food perception illusions using food 3D printing [C]. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2020, 30(4): 1–13.
- [76] HENSLER S, HERREN D B, MARKS M. New technical design of food packaging makes the opening process easier for patients with hand disorders [J]. *Applied Ergonomics*, 2015, 50(5): 1–7.

- [77] ŚWIDA J, HALAGARDA M, POPEK S. Perceptions of older consumers regarding food packaging as a prerequisite for its improvement: A case study of Polish market[J]. *International Journal of Consumer Studies*, 2018, 42(3): 358–366.
- [78] 叶德辉. 产品包装的人性化设计[J]. *包装工程*, 2005, 26(5): 136–137, 154.
- YE D H. Humanization design of product packaging [J]. *Packaging Engineering*, 2005, 26(5): 136–137, 154.

### Research Status and Design Strategy of Special Food for the Elderly

Dong Menghan<sup>1</sup>, Wang Xulian<sup>1</sup>, Liu Qian<sup>1</sup>, Xue Cheng<sup>2</sup>, Chen Yong<sup>\*</sup>, Chen Jianshe<sup>1</sup>

*(<sup>1</sup>Laboratory of Food Oral Processing, School of Food Science and Biological Engineering, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310018*

*<sup>2</sup>The Future Laboratory, Academy of Arts & Design, Tsinghua University, Beijing 100190)*

**Abstract** As the elderly population is growing at a fast pace, China has become the top one with the world's largest population of elderly people. Aging is often accompanied by deterioration of the oral physiology and eating capabilities, resulting in loss of appetite and decrease of food intake. As a result, the nutritional, physical and mental health status of these older adults is at stake. Therefore, how to design more age-friendly food products with textural and nutritional improved properties is the key challenge in food industry. However, in China, the food industry focusing on age-friendly food is still in a very early stage and the supply of special food is far from meeting the need of elderly people. The aim of this review was expected to discuss the current research progress of special foods for the elderly and the dietary needs of the elderly, and to propose food design strategies of special foods for the elderly in terms of nutrition, texture, packaging, and labeling. Moreover, this review was focused on the research area of food oral processing and the application of modern new food processing technology to provide potential approaches for better designing special foods for the elderly in China.

**Keywords** elderly food; food oral process; dysphagia; texture design; special food