

“几种特殊食品产品开发及安全解决方案” 特约专栏文章之六

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2020.04.011

# 老年食品开发现状及配方设计

强婉丽, 张连慧, 应欣, 李慧, 邝美丽, 李静

(中粮营养健康研究院, 营养健康与食品安全北京市重点实验室, 北京 102209)

**摘要:** 全球老龄化是当今社会发展的一大趋势, 也是人类面临的一大挑战。老年人由于器官功能减退、细胞和肌肉衰减、合成代谢小于分解代谢等生理原因, 易出现饮食功能障碍、肌肉衰减症、消化和营养不良等健康问题。通过调查发现, 我国市售适宜老年人食用的产品品类单一、营养素不够全面, 多数产品无法满足老年人膳食营养需求。结合我国老年人的健康现状, 阐述当前市场老年食品存在的问题和面临的挑战, 通过分析和总结老年食品的配方设计和产品开发关键技术, 以期为满足我国老龄化膳食需求和老龄食品产业发展提供技术支持和意见建议。

**关键词:** 老年食品; 健康现状; 食品开发; 配方设计

中图分类号: TS218 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2020)04-0066-06

## Development status and formula design of food for elders

QIANG Wan-li, ZHANG Lian-hui, YING Xin, LI Hui, HUAN Mei-li, LI Jing

(Nutrition & Health Research Institute, COFCO Corporation, Beijing Key Laboratory of Nutrition, Health & Food Safety, Beijing 102209, China)

**Abstract:** Global aging is a major trend of social development and it's also a major challenge that people face. Due to the physiological factors such as organ dysfunction, cell and muscle attenuation, anabolic metabolism less than catabolic metabolism, the elderly are easier to have diet dysfunction, muscular attenuation, digestion, malnutrition and other health problems. Through the investigation, it was found that products for elders in Chinese market were limited and the nutrients were not comprehensive, moreover, most of the products could not meet the dietary nutrition needed for elderly consumers. This review investigated the existing problems and challenges of the food for elders in the current market based on the current health status of elders in China. This review further summarized formula design and key technology of food for elders, in order to provide technical support and advice for designing-foods that could meet the nutritional needs of aging diet.

**Key words:** foods for elders; health status; product development; formula design

人口老龄化是世界性问题, 对人类社会产生的影响深刻且持久。预计到 2050 年, 全球老年人口 ( $\geq 60$  岁) 比例将从 2013 年的 8.41 亿上升至

20 亿, 占到世界人口比例的 21%<sup>[1]</sup>。根据国家统计局发布的数据显示<sup>[2]</sup>, 截至 2018 年底, 我国 60 岁及以上老年人口达 2.49 亿, 占比达到 17.9%, 比 1953 年增长了约 6 倍, 位居世界首位, 预计到 2050 年, 我国老龄人口将达到 4.79 亿, 占比达到 35.1%<sup>[3]</sup>。《国家人口发展规划 (2016—2030 年)》和《“十三五”国家老龄事业发展和养老体系建设规划》等文件均表示, 中国老龄化水平及其增长

收稿日期: 2020-01-22

基金项目: 十三五项目 (2018YFD0400501)

作者简介: 强婉丽, 女, 1990 年出生, 硕士, 工程师, 研究方向为功能食品研究与开发。

通讯作者: 应欣, 女, 1986 年出生, 硕士, 工程师, 研究方向为蛋白质加工与应用。

速度将明显超过世界平均水平。由此可见,我国已然步入老龄化社会,银发浪潮席卷中国。党的十九大报告明确提出,“积极应对人口老龄化,构建养老、孝老、敬老政策体系和社会环境,推进医养结合,加快老龄事业和产业发展”的要求。因此促进老年健康、积极应对人口老龄化已成为我国 21 世纪发展的长期战略。本文结合我国老年人的健康现状,阐述当前老年食品市场存在的问题和面临的挑战,通过分析和总结老年食品的配方设计和产品开发关键技术,以期为满足我国老龄化膳食需求和老龄食品产业发展提供技术支持和意见建议。

### 1 我国老年人健康现状

中国发展研究基金会 2015 年发布的《中国老年人营养与健康报告》指出,膳食结构的不平衡导致我国老年人存在营养不良和营养过剩双重负担。老年人营养风险整体较高,48.4%的老年人营养状况不良,而与此同时,老年群体超重和肥胖率较高,分别为 31.8%和 11.4%。据国家卫生健康委员会 2019 年最新统计数据显示,我国有超过 1.8 亿老年人患有慢性病,患有一种及以上慢性病的比例高达 75%。随着年龄的增长,一方面,老年人生理功能逐渐退化,器官功能逐渐出现障碍,尤其是咀嚼、吞咽功能和味觉、嗅觉严重弱化,导致食欲减退、食物无法充分消化吸收,极易出现营养素缺乏等状况<sup>[4]</sup>;另一方面,膳食摄入的不平衡、不合理,亦是导致老年人营养不均衡的主要因素,且与慢性非传染性疾病风险存在显著正相关性,严重影响老年人群健康状况<sup>[5]</sup>。一项关于膳食营养素摄入量的研究显示,我国与地中海国家、美国和日本相比较,老年人饮食模式正在逐步转向高脂肪、低碳水化合物和低膳食纤维,甚至比美国饮食模式更差<sup>[6]</sup>。因此如何针对老年人特殊生理特点,为老年人提供既营养健康又安全易食的食品是当今社会所面临的一个重大挑战和民生问题,也是积极应对人口老龄化、提高老年人营养健康的重要物质基础和保障<sup>[7]</sup>。

### 2 老年食品开发现状

相关研究预测,我国老年人口总消费到 2030

年预计将达到 18 万亿元<sup>[8]</sup>。如此巨大的养老产业市场对我国健康老龄化发展模式,既迎来新的发展机遇,也面临诸多考验。其中老年食品产业是促进养老产业蓬勃发展的重要物质保障。

#### 2.1 老年食品市场和法规现状

国外对老年食品的研究起步较早且更加全面和细致。以日本为例,根据 2016 年《全球养老调查》显示,日本约有 70 家开发老年食品的企业,老年食品市场连续 10 年保持高速增长,到 2020 年底,预计规模可达到 1 600 亿元。2012 年日本老年医学中心对 65 岁以上老年人饮食与营养关系进行系统性研究,该报告指出 65 岁以上老年群体中,约 30%的人有咀嚼问题,50%的人有吞咽问题,且有咀嚼和吞咽障碍的人体重指数(BMI)往往偏低<sup>[11]</sup>。针对这一现象,日本 MAFF(农业、林业、渔业部)专门制定老年看护食品分类,包括:没有咀嚼、吞咽障碍问题,但需要补充营养以维持健康的老年人,以及针对为咀嚼、吞咽障碍的人提供的食物,并将特殊用途标示许可制度与分类相结合,在食品包装上进行标识。国际吞咽障碍食物标准行动委员会(IDDSI)、瑞典食品质构研究人员 Rothenberg、Wendin 等人基于食品饮料粘性和质地的不同,将适合老年人食用的食品和饮料进行细分类<sup>[12-14]</sup>,详见图 1。韩国食品药品安全处(MFDS)发布第 2019—7 号告示,修改《食品法典》的部分内容,其中包含新设定老年食品的标准及规格。法国在 2006 年出台专为

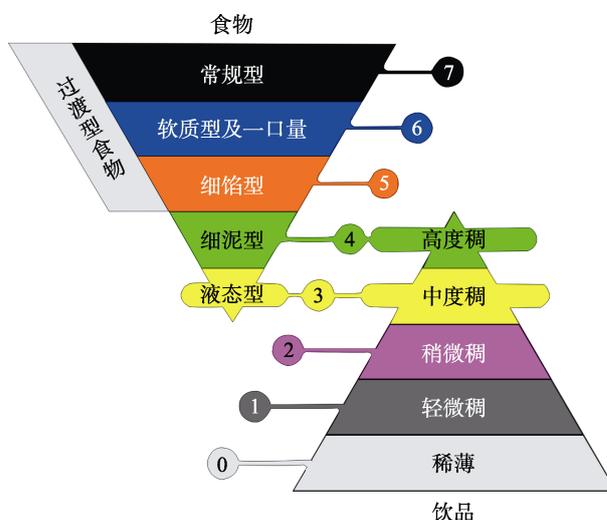


图 1 IDDSI 吞咽障碍者膳食质构标准

老年人设计的特殊营养指南,强调需要给老年人补充钙和维生素D以降低其骨折的风险<sup>[15]</sup>。德国设立专门的老年人食品商店,甚至还有专门为老年人设计的低酒精度、添加营养素的啤酒。

相对国外比较健全的老年食品产业,我国老年食品市场比较匮乏,仍以保健品为主,适合老年人食用的普通食品发展相对缓慢、品种单一,以糕点、饼干、糊状食品和调制乳粉为主,且营养素含量低,无法满足老年人日常营养补充需求。同时市售老年食品对于安全性(易于咀嚼和吞咽)和感官风味追求较低,亟待改善和提高<sup>[9]</sup>。康炎炎<sup>[7]</sup>等收集分析220例国内预包装老年食品营养声称情况,调查显示调制乳粉类产品中维生素B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、叶酸等微量元素添加量较低,且声称营养配方的产品不能满足老年人生理需求;此外,糕点类食品虽易于咀嚼和消化吸收,但其脂肪、糖、盐含量较高,从营养学角度不适宜老年人长期食用。刘阳<sup>[10]</sup>等对我国市场上五类3762个预包装食品进行碳水化合物和能量的监测和分析,研究显示预包装主食、方便食品、零食等能量和碳水化合物含量普遍较高,摄入过量往往容易致肥胖等慢性疾病的发生,老年人基础代谢率较成年人低,运动量减少,相比较而言,过多的能量摄入更增加了老年人患慢病的风险。为更好地规范我国老年食品市场,填补老年营养食品标准空白,国家卫生健康委员会于2018年发布我国首个老年食品国家标准《食品安全国家标准 老年食品通则》(征求意见稿),该标准明确了老年食品定义、分类及适用人群,为我国老年食品的研发也提供了指导性建议,让老年食品行业更加规范。

综上所述,我国老年食品种类相对匮乏,符合老年人口味和质构的食品相对较少,不论在学术研究还是工厂研发上,仍然需要食品从业人员不断探索创新。

## 2.2 老年食品加工技术现状

目前老年食品加工技术在国外比较成熟,尤其在日韩地区已得到广泛应用,如:冻融法、酶解法、高压改性法、脉冲电场改性法和超声处理改性法,这些食品加工技术不仅可以将食品质构调整到多种形态,而且能够最大限度地保留食品

颜色和风味物质不被过度加工所破坏<sup>[16]</sup>。早在1979年Zamora<sup>[17]</sup>等采用微生物发酵法处理一些豆科植物,研究证实经微生物发酵后,其营养价值明显提高,发酵后的豆类中必需氨基酸含量能够提高1~8倍。超高压改性技术可以改进蒸煮谷物口感、提升米糊稠度、提高消化率。经胡菲菲<sup>[18]</sup>等研究发现,经超高压处理后的糙米,其消化速率可提高2.2倍。研究表明一些食品加工技术如:加热聚合、液滴凝胶化和微胶囊技术等,可以保护食物中不稳定、敏感的营养素等<sup>[19-21]</sup>。这些加工技术对老年食品开发起到至关重要的作用。

近些年,一些新型食品加工技术也逐渐涌现,应用在老年食品开发中。如:微流体技术,利用高温高剪切力对蛋白等大分子物质进行加热处理,可提高蛋白质等物质的溶解性、感官特性和生物利用率<sup>[22-23]</sup>。3D打印技术,即一种新型挤压成型技术,通过特定的成型设备,可以将液体、粉末等多种形态物质打印成各种三维产品,将其应用在老年食品加工中,可以根据老年人生理需求,订制个性化营养食谱、改善食物口感和风味<sup>[24-25]</sup>。静电喷涂技术,利用高压静电场力使被喷入的物料沿着电场线定向运动至被涂物表面,形成纳米级或微米级胶囊<sup>[26]</sup>。利用该技术能够防止水分、风味物质损失,保护食品中生物活性成分不被破坏,对改善老年食品营养功能、口感风味、食品质量安全等具有重大意义。

## 3 老年食品配方设计

目前国内老年食品的研发和创制主要集中在营养补充方面,而对于质构和感官设计尚无系统研究。因此在设计老年食品配方时,除了考虑营养因素外,质构和感官同样重要。科学合理的食品配方设计需根据产品的性能要求和加工工艺,通过试验、优化和评价,合理的选用原辅料,并优化其用量和配比关系<sup>[27]</sup>。基于老年人群生理特点和营养需求,老年食品配方设计应主要包括食品营养配比、食品营养补充、食品质构和食品感官设计。

### 3.1 老年食品营养配比设计

老年食品营养配比设计应参考《中国居民膳食营养素参考摄入量》(2013版)建议,添加老

年人所需的能量、蛋白质、脂肪、碳水化合物等宏量营养素,并优选易于老年人消化吸收的食品原辅料。可以选择天然来源的不含胆固醇、能够提供多种维生素、矿物质和膳食纤维的植物性配料,通过酶解或发酵等工艺技术,加工成适合老年人食用的食品原料,从而作为能量和碳水化合物的来源<sup>[28-29]</sup>。在蛋白质的选择上,因为老年人消化功能下降,首先应选择优质蛋白的摄入,其次应优选经酶法处理的多肽类成分,多肽和蛋白质相比较,分子量小、以二肽或三肽的形式吸收,吸收速度更快。目前已被证实的多肽功效有抗疲劳、抗氧化、提高肌肉质量、免疫调节、神经调节等功效,对老年人具有重要生理作用<sup>[30-32]</sup>。如酪蛋白磷酸肽、乳清肽、大豆肽、鸡蛋蛋白肽等均是配方组成的优选成分,但要结合产品的质构与形式、风味等因素,考虑协同性。在脂肪的选择上,老年人分泌的胆汁酸减少、脂肪酶活性降低,因此在配方设计时,应该将饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸进行合理配比,这样对延缓衰老、预防心血管系统疾病以及延缓衰老具有综合作用<sup>[33]</sup>。

### 3.2 老年食品营养补充设计

老年人由于咀嚼吞咽功能下降,感官弱化,往往导致食欲不振,无法从日常饮食中获取充足的必需营养素,因此老年食品开发中应注意加强老年人对某种营养素补充设计<sup>[34-35]</sup>。根据调查显示,老年人往往选择摄入易咀嚼的食物,这类食物普遍膳食纤维含量较低。而膳食纤维被证实可以调节肠道健康、缓解便秘,老年人缺乏膳食纤维容易导致消化不良、便秘等疾病。因此需要为老年人开发富含膳食纤维且易咀嚼的食物<sup>[36]</sup>。老年人对脂肪代谢减慢,总血浆胆固醇和低密度脂蛋白(LDL)胆固醇往往偏高,增加患心脑血管疾病的风险,可以考虑为胆固醇偏高的老年人开发富含磷脂、DHA等营养补充食品。McCormick等<sup>[37]</sup>研究维生素和矿物质补充对老年人生理的影响,研究结果表明对于摄入充足食物、平衡膳食的健康老年人一般不需要额外补充复合维生素和矿物质,而通过我国2010—2013年老年人营养与健康状况监测结果显示,高龄老人(75岁以上)维生素摄入量普遍不足,钾、钙和铁的摄入明显

不足,因此建议我国高龄老人加强维生素和矿物质的补充<sup>[38]</sup>。需要注意的是强化添加的营养补充剂应符合GB14880—2012《食品营养强化剂使用标准》、药食同源食品、新资源食品目录等食品原料相关法规标准的规定。

### 3.3 老年食品质构设计

老年食品质构设计可以参考我国《食品安全国家标准 老年食品通则》和IDDSI制定的食品和饮料质构分类等级。对于固体食品可以适当降低其硬度、咀嚼难度;对于流体食品,应减缓其流动速度以免呛食,同时注意避免口腔异相夹杂,即固液分离;避免添加过大颗粒的原材料,以降低口腔咀嚼难度;避免给老年人食用过于酥脆口感的食品,因为该类食品入口后,会迅速崩解产生大量粉状颗粒,易引起呛咳。

从国内外研究来看,针对老年食品质构改良主要集中在改善流体食品稠度,应用的食品质构改良剂主要有多糖、淀粉、糊精、单甘脂、磷脂等。多糖可以改善流体食物的分散性、乳化稳定性和起泡性,作为凝胶剂,增加流体食物的稠度,如天然多糖海藻酸钠与钙离子可迅速发生离子交换,形成热不可逆凝胶,通过调整合适的海藻酸钠和钙离子溶液浓度,可以改进老年食品质构,同时海藻酸钠还具有良好的保水性,改善食品的持水性<sup>[39]</sup>。麦芽糊精和淀粉或胶体进行复配后,加入液体中形成粘稠透明的溶液,可以作为复合增稠剂,还可以作为某些营养素、抗氧化剂、着色剂、酶和香精的包埋材料。淀粉作为增稠剂已经被广泛应用到食品中,糊化淀粉能够增加食品和饮料稠度,具有一定乳化和赋型作用,稳定性优,不影响终产品颜色和风味,同时淀粉颗粒在糊化过程会吸收大量水分,可以吸附和富集水溶性微量营养素和生物活性成分到淀粉颗粒上,提高食品营养价值<sup>[40]</sup>。针对我国日益增长的老年消费群体,如何开发更加全面多样、更加安全适口的老年食品,满足我国快速增长的老年食品市场需求至关重要<sup>[41]</sup>。

### 3.4 老年食品感官设计

随着年龄的增长,味蕾细胞再生能力下降,细胞数量减少,导致老年人味觉和嗅觉逐渐退化,

而风味感知是影响饮食的一个重要因素,因此老年人对食物的感官愉悦性降低,容易导致食欲不振、营养不良等症状。在老年食品配方设计时应考虑进行风味补偿,结合老年人生理特征及喜好度,选择令老年人愉悦的色、香、味,增进老年人食欲。研究表明在食品中额外添加强烈的风味物质,香精、味精或芹菜粉等均不能提高老年人食欲和感官愉悦性,因此可以考虑应用益生菌发酵技术或酶制剂改良技术等,促进食品香气物质释放、增进食品风味<sup>[42]</sup>。卢思妍等<sup>[29]</sup>用保加利亚乳杆菌及双歧杆菌发酵、蒸煮粗粮并进行感官评定。实验结果表明,发酵粗粮经蒸煮后提高了谷物的天然香气,在风味、滋味及口感、色泽上的评分均高于未发酵粗粮,更受老年人青睐。酶制剂早在20世纪90年代初就被应用在食品行业中,是一种天然、安全的食品改良剂。Gueguen等<sup>[43]</sup>早在1996年向果蔬汁和红酒中添加 $\beta$ -葡萄糖苷酶,研究发现这种风味酶可以促进风味物质降解并从果蔬汁和红酒中挥发释放出来,从而增加食品饮料风味。此后酶制剂还被广泛应用在谷物食品和饮料中,增进香味的同时还有明显提升谷物消化吸收率的作用,很适合在老年食品中应用。我国酶制剂起步较晚,在食品行业还未得到广泛应用,因此无论是在老年食品开发领域还是在整个食品领域都将有巨大的市场潜力和发展空间<sup>[44]</sup>。

#### 4 老年食品研发趋势与展望

目前国内老年食品开发市场依然停留在保健品领域,无论是线上电商平台还是线下实体商超,符合老年人营养需求、食用安全的食品寥寥无几。市场上老年食品品种较为单一,以乳粉、麦片、芝麻糊、藕粉等糊粉状食品为主,巨大的老年食品市场亟待开发。因此充分了解老年人群的特性,研发适合老年人食用的多口味、多品类、多功能食品,是国内食品企业和研究人员需要关注和努力的方向。

老年人基础代谢比青壮年时期约下降10%~20%,咀嚼和吞咽能力下降,骨骼、肌肉等体成分流失,免疫力下降,对蛋白质、脂肪、碳水化合物等多种营养素的利用率下降。因此老年人对于食品的要求更天然、更健康、食用更安全、使

用更便捷,同时建议采用适度加工或先进的食品加工技术,尽可能保留食品中的营养成分。纵观国内外老年食品市场,我国急需加强老年食品研发和推广:(1)丰富老年食品品类,包括低油、低盐、低糖的方便食品、休闲食品、零食等。(2)研发适合老年人咀嚼和吞咽的易消化食品,如发酵谷物类食品。(3)针对老年人易缺乏的某种营养成分,开发营养强化补充类食品,避免老年人由于饮食单一、营养素摄入不足而引起营养不良的现象。(4)针对老年人身体机能退化易出现的骨质疏松、肌肉衰减症、认知障碍、失眠、便秘等常见问题,开发功能型老年食品,食品剂型可由传统的片剂、胶囊等形式,转变为果冻、软糖、易咀嚼的零食棒等创新产品形式。(5)精准调研老年消费群体对不同品类食品的喜好度,开发老年人青睐的食品口味并为其设计开发风味提升或补偿类食品,弥补老年人因味觉和嗅觉的逐渐退化,而引起的食欲不振。

#### 参考文献:

- [1] BEARD J R, OFFICER A, Carvalho I A, et al. The world report on ageing and health: a policy framework for healthy ageing[J]. *Lancet Lond Engl*, 2016, 387(10033): 2145-2154.
- [2] 国家统计局.《2018年国民经济和社会发展统计公报》[EB/OL]. [http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201902/t20190228\\_1651265.html](http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201902/t20190228_1651265.html).2019-02-28.
- [3] 中国老年学和老年医学学会.新时代积极应对人口老龄化研究文集·2019[M].北京:华龄出版社,2019.
- [4] ORTEGA O, MARTIN, ALBERTO, et al. Diagnosis and management of oropharyngeal dysphagia among older persons, state of the art[J]. *Journal of the American Medical Directors Association*, 2017, 18(7): 576-582.
- [5] 梁新蓉,陆春,谢易珊,等.柳州市某区1000名55岁及以上中老年人膳食营养状况调查[J]. *现代预防医学*, 2017, 44(14): 2531-3533.
- [6] ZHANG R, WANG Z, FEI Y, et al. The difference in nutrient intakes between Chinese and Mediterranean, Japanese and American diets[J]. *Nutrients*, 2015, 7(6): 4661-4688.
- [7] 康炎炎,高田林,李湖中,等.预包装老年食品现状及营养声称分析[J]. *中国食物与营养*, 2019, 25(3): 45-48.
- [8] 华颖.健康中国建设:战略意义、当前形势与推进关键[J]. *国家行政学院学报*, 2017(6): 105-111+163.
- [9] 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.
- [10] 刘阳,陆颖,杨晶明,等.我国预包装食品碳水化合物及能量水平监测和分析. *中国食物与营养*, 2018, 24(5): 50-54.

- [11] AGUILERA J M, PARK D J. Texture-modified foods for the elderly: Status, technology and opportunities[J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2016(57): 156-164.
- [12] IDDIS. International dysphagia diet standardization initiative. [www.iddis.org](http://www.iddis.org), 2016.
- [13] ROTHENBERG E, WENDIN K. Texture modification of food for elderly people[J]. *Modifying food texture*, 2015: 164-185.
- [14] WENDIN K, EKMAN S, BULOW M, et al. Objective and quantitative definitions of modified food textures based on sensory and rheological methodology[J]. *Food & Nutrition Research*, 2010(54): 5134-5145.
- [15] WU W J, YANG Y, CHEN G X. The French national nutrition and health program and its implementation process[J]. *Hans Journal of Food and Nutrition Science*, 2017, 6(1): 9-16.
- [16] KIM B K, CHUN Y G, LEE S H, et al. Emerging technology and institution of foods for the elderly[J]. *Food Science and Industry*, 2015, 48(3): 28-36.
- [17] ZAMORA A, FIELDS M L. Nutritive quality of fermented cowpeas (*vignasinensis*) and chickpeas (*cicerarietinum*)[J]. *J Food Sci*, 1979, 44(1): 234-236.
- [18] 胡菲菲. 基于超高压的改性技术对糙米理化特性的影响研究[D]. 浙江大学, 2018.
- [19] ZHANG Z, ARRIGHI V, CAMPBELL L, et al. Properties of partially denatured whey protein products: Formation and characterization of structure[J]. *Food Hydrocolloids*, 2016(52): 95-105.
- [20] EGAN T, JACQUIER J C, ROSENBERG Y, et al. Cold-set whey protein microgels for the stable immobilization of lipids[J]. *Food Hydrocolloids*, 2013, 31(2): 317-324.
- [21] RAY S, RAYCHAUDHURI U, CHAKRABORTY R. An overview of encapsulation of active compounds used in food products by drying technology. *Food Bioscience*, 2016(13): 76-83.
- [22] MARQUIS M, DAVY J, CATHALA B, et al. Microfluidics assisted generation of innovative polysaccharide hydrogel microparticles[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2015, 116: 189-199.
- [23] 朱乐平, 杨娟, 高志明, 等. 喷射蒸煮结合超滤技术制备大豆分离蛋白及其表征[J]. 2014, 29(9): 29-33.
- [24] 杜姗姗, 周爱军, 陈洪, 等. 3D 打印技术在食品中的应用进展[J]. *中国农业科技导报*, 2018, 20(3): 87-93.
- [25] GODOI F C, PRAKASH S, BHANDARI B R. 3d Printing technologies applied for food design: Status and prospects[J]. *Journal of Food Engineering*, 2016: S0260877416300243.
- [26] 庄晨俊, 钟宇. 静电喷涂技术及其在食品工业中的应用[J]. *食品研究与开发*, 2018, 39(10): 195-200.
- [27] 王盼盼. 食品配方设计[J]. *肉类研究*, 2010(7): 70-77.
- [28] 李双娇, 赵静, 肖蓉. 酶在植物源性老年食品加工中的应用研究进展[J]. *食品科学*, 2019, 40(21): 350-356.
- [29] 卢思妍. 老年人粗粮益生发酵可蒸煮健康食品的研制[D]. 吉林农业大学, 2018.
- [30] 尤莉蓉. 大豆肽运动补剂的研发及其促肌肉增长作用分析[J]. *食品研究与开发*, 2017, 38(8): 163-165.
- [31] STEPHEN K L, SARAH G, ELENA A et al. Effect of bioavailable whey peptides on C2C12 muscle cells[J]. *proceeding*, 2019, 11(35): 2-4.
- [32] PENNING S B, GROEN B, LANGE A D, et al. Amino acid absorption and subsequent muscle protein accretion following graded intakes of whey protein in elderly men[J]. *AJP Endocrinology and Metabolism*, 2012, 302(8): E992-9.
- [33] 中国营养学会老年营养分会. 老年营养研究进展[J]. *营养学报*, 2015, 37(2): 119-121.
- [34] LUNG DREN K. The elderly: Nutritional needs, challenges, screening, and solutions[EB/OL]. <https://www.nestle-nutrition.com/nirf/cm2/upload/C2F33D34-9316-4155-9F0F-58FDD9E638D9/HANDOUT-Lundgren-The Elderly-Webinar-052412.pdf>. 2012.
- [35] BAGCHI K. Keep fit for life: Meeting the nutritional needs of older persons[J]. *Journal of the Royal Society for the Promotion of Health*, 2002, 123(2): 134-134.
- [36] BOURAS E P, TANGALOS E G. Chronic constipation in the elderly[J]. *American Journal of Gastroenterology*, 2009, 38(3): 463-480.
- [37] MCCORMICK K. Vitamin/trace mineral supplements for the elderly[J]. *Advances in Nutrition*, 2012(3): 822-824.
- [38] 张坚, 赵丽云. 中国居民营养与健康状况检测报告之十二: 2010—2013 年中国老年人营养与健康状况[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2019.
- [39] 鲁冬雪, 徐倩倩, 王稳航. 海藻酸钠凝胶机制及其在食品中的应用研究进展[J]. *中国食物与营养*, 2014, 20(5): 43-46.
- [40] ZHANG L, CAI W, SHAN J, et al. Physical properties and loading capacity of gelatinized granular starches[J]. *Industrial Crops and Products*, 2014, 53: 323-329.
- [41] 陈建设. 特殊食品品质标准的口腔生理学和食品物理学依据[J]. *中国食品学报*, 2018, 18(3): 1-7.
- [42] ESMEE' L, KREMER S. The silver sensory experience-A review of senior consumers' food perception, liking and intake[J]. *Food Quality and Preference*, 2015: 1-17.
- [43] GUEGUEN Y, CHEMARDIN P, JANBON G, et al. A very efficient  $\beta$ -glucosidase catalyst for the hydrolysis of flavor precursors of wines and fruit juices[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1996, 44(8): 2336-2340.
- [44] 侯瑾, 李迎秋. 酶制剂在食品工业中的应用[J]. *江苏调味副食品*, 2017(3): 8-11. 

备注: 本文的彩色图表可从本刊官网 (<http://llyspkj.ijournal.cn/ch/index.aspx>)、中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。