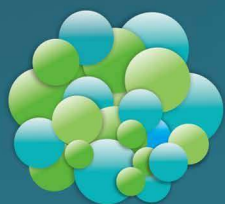


脂肪替代物及其制备新技术

ZHIFANGTIDAIWU
JIQI ZHIBEI XINJISHU



许朵霞◎编著

陕西新华出版传媒集团



陕西科学技术出版社
Shaanxi Science and Technology Press

脂肪替代物及其制备新技术

许朵霞 编著

陕西新华出版传媒集团
 陕西科学技术出版社
Shaanxi Science and Technology Press
— 西 安 —

图书在版编目 (CIP) 数据

脂肪替代物及其制备新技术 / 许朵霞编著. —西安: 陕西科学技术出版社, 2021. 7

ISBN 978-7-5369-8088-4

I. ①脂… II. ①许… III. ①脂肪替代品—研究 ②脂肪替代品—油脂制备 IV. ①TS225.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 100155 号

脂肪替代物及其制备新技术

许朵霞 编著

责任编辑 林成岗

封面设计 新纪元文化传播

出版者 陕西新华出版传媒集团 陕西科学技术出版社
西安市曲江新区登高路 1388 号陕西新华出版传媒产业大厦 B 座
电话 (029) 81205187 传真 (029) 81205155 邮编 710061
<http://www.snstp.com>

发行者 陕西新华出版传媒集团 陕西科学技术出版社
电话 (029) 81205180 81206809

印刷 西安雁展印务有限公司
规格 787mm×1092mm 16 开本
印张 7.75
字数 170 千字
版次 2021 年 7 月第 1 版
2021 年 7 月第 1 次印刷
书号 ISBN 978-7-5369-8088-4
定价 20.00 元

版权所有 翻印必究

前 言

脂肪是人体必需的七大营养素（蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质、维生素、水和膳食纤维）之一，它不仅是人体必需脂肪酸的来源和脂溶性维生素的载体，而且可赋予食品诱人的滋味和风味，是影响食品光泽、硬度、弹性、润滑度等口感和风味的主要因素之一。科学研究表明，摄入过量脂肪会危害健康。

近几十年来，全世界肥胖和超重患病率有所上升。高膳食脂肪摄入与肥胖和某些癌症的病因有关。同时，肥胖也是 2 型糖尿病和高血压的危险因素。此外，过量摄入饱和脂肪会令血液总胆固醇水平上升，尤其是低密度脂蛋白胆固醇水平。高的总胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇水平是冠状动脉疾病和缺血性中风的主要危险因素。

世界上许多专家组建议减少膳食脂肪的摄入，特别是饱和脂肪。例如，2010 年《美国膳食指南》建议将脂肪总摄入量减少到不超过每日总热量摄入量的 30%，同时将饱和脂肪减少到不超过每日总热量摄入量的 10%。

在西方国家进行的饮食调查表明，相对较少的人口符合有关脂肪摄入的膳食指南。据报道，美国只有 29.0% 的成年男性和 25.2% 的成年女性从脂肪摄入的能量少于或等于建议的 30%。调查还显示，有更高比例的人对减少脂肪摄入感兴趣。

将脂肪替代物加入传统食品中，可以全部或部分取代脂肪，制成的食品具有全脂食品的感官和消费者可接受的特性。在过去的 20 年里，大量的脂肪替代物被开发出来。一些专家小组和专业协会，例如美国饮食协会已经承认，食物中的脂肪含量可以被安全地减少或者被脂肪替代物所取代，他们建议选择这类食物的人应该在符合膳食指南要求的情况下进食。

脂肪替代物应该安全、廉价、低热量或无热量、适合煎炸和烹调、保持食物的质感和风味，并且不干扰脂溶性营养素或药物的吸收。不同种类脂肪替代物的组合可能有助于复制传统全脂食品的感官和功能特性。使用脂肪替代物有助于达到减少脂肪摄入的膳食指南要求，与其他生活方式和饮食改变结合起来，有助于改善公众健康状况。

本书系统介绍了脂肪替代的意义、脂肪替代的原则与脂肪替代物分类、脂肪

基脂肪替代物及应用、蛋白基脂肪替代物及应用、碳水化合物基脂肪替代物及应用、微粒化蛋白脂肪替代技术及应用、多重乳状液脂肪替代技术及应用、乳状液凝胶脂肪替代技术及应用、异型聚集微聚集体脂肪替代技术及应用、脂肪替代物在食品中的应用及其研究进展，突出最新研究进展及应用。

在此我要特别感谢国家自然科学基金（31771976）的资助，感谢团队成员郝佳、李晓宇、郑博妍、张文冠、张杰等对本书的贡献。

作者

2020年12月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 脂肪的摄入来源	1
1.2 脂肪的主要成分	1
1.2.1 饱和脂肪酸	1
1.2.2 不饱和脂肪酸	1
1.3 脂肪对食品的作用	2
1.3.1 脂肪对食品理化性质的作用	2
1.3.2 脂肪对风味的作用	3
1.3.3 脂肪作为润滑剂	3
1.3.4 脂肪作为饱腹剂	3
1.4 高脂肪膳食对人体健康的影响	3
1.5 脂肪替代的研究进展	3
1.5.1 Olestra	4
1.5.2 微粒化蛋白	4
1.5.3 功能性食品中的脂肪替代物	4
1.5.4 脂肪替代物的开发趋势	4
1.6 展望	5
参考文献	5
第 2 章 脂肪替代的原则与脂肪替代物分类	6
2.1 脂肪替代的原则	6
2.2 脂肪替代物的分类	6
2.2.1 脂肪基脂肪替代物	6
2.2.2 蛋白基、碳水化合物基脂肪替代物	7
2.2.3 复合型脂肪替代物	8
参考文献	9
第 3 章 脂肪基脂肪替代物	10
3.1 脂肪基脂肪替代物种类	10

3.2	结构脂	10
3.2.1	三酰甘油	11
3.2.2	中碳链甘三酯	13
3.3	低热量脂质合成物	13
3.3.1	Caprenin	13
3.3.2	二酰甘油	14
3.3.3	蔗糖聚酯	14
3.3.4	戊糖脂肪酸酯	16
3.3.5	乙烷基三十二烷基丙二酸酯	16
3.4	其他合成脂肪替代物	16
3.4.1	丙氧基甘油酯	17
3.4.2	三烷氧基丙三羧基酯和三烷氧基柠檬酸酯	17
3.4.3	聚二甲基硅氧烷	18
3.5	乳化剂	18
3.6	多元糖醇脂肪酸酯和其他类型脂肪基替代物	18
3.7	小结	19
	参考文献	19
第4章	蛋白基脂肪替代物	22
4.1	概述	22
4.2	动物蛋白基脂肪替代物	22
4.2.1	乳清蛋白	23
4.2.2	酪蛋白	26
4.2.3	动物明胶	26
4.3	植物蛋白基脂肪替代物	27
4.3.1	大豆蛋白	27
4.3.2	小麦蛋白	29
4.3.3	玉米醇溶蛋白	29
4.4	小结	30
	参考文献	30
第5章	碳水化合物基脂肪替代物	33
5.1	淀粉基脂肪替代物	33
5.1.1	麦芽糊精类	34
5.1.2	改性淀粉类	35
5.1.3	抗性淀粉类	36

5.1.4	多孔淀粉类	36
5.1.5	变性淀粉类	36
5.2	纤维基脂肪替代物	37
5.2.1	β -葡聚糖	37
5.2.2	膳食纤维	38
5.2.3	菊粉	39
5.2.4	微晶纤维素	40
5.2.5	半纤维素	40
5.3	食品胶体类脂肪替代物	40
5.3.1	果胶	40
5.3.2	卡拉胶	41
5.3.3	海藻酸钠	42
5.3.4	黄原胶、刺槐豆胶和瓜尔豆胶	42
5.4	小结	43
	参考文献	43
第6章 微粒化蛋白脂肪替代技术及应用		45
6.1	微粒化蛋白概念	45
6.2	微粒化蛋白的制备技术	45
6.3	微粒化蛋白制备的影响因素	46
6.4	微粒化蛋白脂肪替代技术的应用	46
	参考文献	47
第7章 多重乳状液脂肪替代物的制备、性质及应用		49
7.1	多重乳状液简介	49
7.2	多重乳状液的性质	50
7.2.1	W_1 相	50
7.2.2	油相及亲油乳化剂的组成	51
7.2.3	W_2 相	51
7.3	多重乳状液的制备方法	51
7.3.1	一步乳化法	51
7.3.2	两步乳化法	51
7.3.3	膜乳化法	52
7.4	多重乳状液制备的影响因素	53
7.4.1	乳化剂	53
7.4.2	油水相比与黏度	55

7.4.3 渗透压和电解质	55
7.4.4 提高乳状液稳定性的方法	56
7.5 多重乳状液脂肪替代物的应用	57
7.5.1 多重乳状液作为脂肪替代物在肉制品中的应用	57
7.5.2 多重乳状液作为脂肪替代物在乳制品中的应用	58
参考文献	59
第 8 章 乳状液凝胶脂肪替代物的制备、性质及应用	62
8.1 乳状液凝胶概念	62
8.2 乳状液凝胶的分类	62
8.3 乳状液凝胶的制备	64
8.3.1 蛋白基乳状液凝胶的制备	64
8.3.2 多糖基乳状液凝胶的制备	65
8.3.3 蛋白—多糖复合基乳状液凝胶的制备	66
8.4 乳状液凝胶作为脂肪替代物在肉制品中的应用	66
8.4.1 蛋白基乳状液凝胶在低脂肉制品中的应用	67
8.4.2 多糖基乳状液凝胶在低脂肉制品中的应用	68
8.4.3 蛋白—多糖复合基乳状液凝胶在低脂肉制品中的应用	68
8.5 乳状液凝胶在乳制品中的应用	69
8.5.1 乳状液凝胶在酸奶制品中的应用	69
8.5.2 乳状液凝胶在干酪制品中的应用	69
8.5.3 乳状液凝胶在冰激凌中的应用	70
8.6 小结	71
参考文献	71
第 9 章 异型聚集微聚集体脂肪替代物的制备、性质及应用	77
9.1 异型聚集微聚集体	77
9.2 异型聚集微聚集体的制备方法	78
9.3 异型聚集微聚集体的结构	78
9.4 异型聚集微聚集体流变学特性影响因素	79
9.4.1 乳状液微滴含量对微聚集体微流变特性的影响	79
9.4.2 油相含量对微聚集体微流变特性的影响	81
9.5 异型聚集微聚集体作为脂肪替代物的应用	85
参考文献	85
第 10 章 脂肪替代物在食品中的应用及其研究进展	88
10.1 脂肪替代物在肉制品中的应用	88

10.1.1	脂肪基脂肪替代物在肉制品中的应用	89
10.1.2	蛋白基脂肪替代物在肉制品中的应用	90
10.1.3	碳水化合物基脂肪替代物在肉制品中的应用	91
10.1.4	复合型脂肪替代物在肉制品中的应用	92
10.2	脂肪替代物在乳制品中的应用	92
10.2.1	脂肪替代物在奶制品中的应用	92
10.2.2	脂肪替代物在奶酪中的应用	93
10.2.3	脂肪替代物在冰激凌中的应用	94
10.3	脂肪替代物在烘焙食品中的应用	94
10.4	小结	96
	参考文献	97
第 11 章	案例分析：利用油莎豆油乳状液替代汉堡中的牛肉脂肪	100
11.1	脂肪替代牛肉汉堡的营养成分和理化参数	100
11.2	脂肪替代牛肉汉堡的脂肪酸组成及含量分析	101
11.3	脂肪替代牛肉汉堡的感官分析	103
11.4	讨论	104
11.4.1	低脂牛肉汉堡的营养成分和理化参数	104
11.4.2	脂肪酸对低脂汉堡营养价值的影响	106
11.5	小结	106
	参考文献	106
第 12 章	红曲红色素 W/O/W 多重乳液在肉制品中的应用	107
12.1	红曲红色素 W/O/W 多重乳液肉制品的制备	107
12.2	红曲红色素 W/O/W 多重乳液肉制品营养成分	108
12.3	红曲红色素 W/O/W 多重乳液肉制品颜色	109
12.4	红曲红色素 W/O/W 多重乳液肉制品中水和脂肪的结合特性	109
12.5	红曲红色素 W/O/W 多重乳液肉制品 TPA 分析	110
12.6	红曲红色素 W/O/W 多重乳液肉制品脂肪酸分析	110
12.7	红曲红色素 W/O/W 多重乳液肉制品脂肪酸 TBA 分析	112
12.8	红曲红色素 W/O/W 多重乳液肉制品扫描电镜分析	112
	参考文献	113

第1章 绪论

脂肪替代属于食品科学与工程学科，研究脂肪替代的目的是期望利用食品科学的原理和技术来提高食品质量及加工效率。本章介绍脂肪的摄入来源、主要成分，脂肪对食品的作用，高脂肪膳食对人体健康的影响及脂肪替代的研究进展。

1.1 脂肪的摄入来源

脂肪的摄入主要来源于烹饪时所用的油脂以及食物本身所含的脂肪，这些脂肪可大致分为动物性来源脂肪和植物性来源脂肪。其中，动物性来源脂肪又分为动物体内所储存的脂肪（如猪油、牛油、鱼油等）和动物乳中所含有的脂肪（如奶油等）；植物性来源脂肪主要来源于果实，如花生油、大豆油、葵花籽油等。

在食物中，除了食用油脂含约100%的脂肪外，动物性食物和坚果类的脂肪含量也比较丰富。畜肉中脂肪含量（猪五花脂肪含量约为37%）高于禽肉（脂肪含量 $\leq 10\%$ ）和鱼肉（脂肪含量约为5%）。蛋类中的脂肪几乎全部集中在蛋黄中，含量为28%~33%。植物性食物中以坚果类含脂肪量最高，可达50%以上。

1.2 脂肪的主要成分

脂肪是由甘油和脂肪酸组成的三酰甘油酯。其中，脂肪酸是具有长链烃的羧酸，可分为饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸。

1.2.1 饱和脂肪酸

饱和脂肪酸（SFA）是碳链上没有双键的一类脂肪酸。由于不含有双键，饱和脂肪酸不易发生氧化且熔点较高，一般为40℃以上，但消化率较低，为80%~90%。动物性来源的脂肪中饱和脂肪酸含量普遍比较高，如畜肉类；也有极少数植物性来源的脂肪中饱和脂肪酸含量比较高，例如棕榈油、椰子油、可可油等。

摄入过多的饱和脂肪酸会提高血胆固醇含量，使低密度脂蛋白胆固醇升高，进而引发动脉管腔狭窄，形成动脉粥样硬化，甚至引发冠心病。由于日常膳食中饱和脂肪酸的摄入多来源于动物脂肪和乳脂，而这些食物通常含有较高含量的胆固醇，因此在日常饮食中应当合理膳食，不过量食用动物性脂肪，尤其是含有较多脂肪的畜肉类食品。

1.2.2 不饱和脂肪酸

不饱和脂肪酸（UFA）的碳链上含有1个或多个双键，根据双键数量的不同可分为单不饱和脂肪酸（MUFA）和多不饱和脂肪酸（PUFA），而多不饱和脂肪酸还可以根据双键

的位置分为 $\omega-3$ 系列多不饱和脂肪酸和 $\omega-6$ 系列多不饱和脂肪酸。不饱和脂肪酸容易发生氧化且熔点较低，但消化率约高达 100%。多不饱和脂肪酸的熔点随着不饱和键数量的增多而降低。

不饱和脂肪酸绝大多数来源于植物性脂肪，但是鱼油中也富含不饱和脂肪酸。不饱和脂肪酸对人体有益，具有保持人体细胞正常生理功能，调节血脂，清理血栓，提高脑细胞活性、健脑补脑等作用。其中，多不饱和脂肪酸亚麻酸和亚油酸为人体必需脂肪酸，可以合成 DHA（二十二碳六烯酸）、EPA（二十碳五烯酸）、AA（花生四烯酸），具有降血脂、抑制血小板凝集、改善血液循环、降低动脉粥样硬化和血栓形成的风险等功效，可以预防心脑血管病等。

很多广告宣传婴幼儿奶粉添加了 DHA，是因为 DHA 有益于婴幼儿的大脑发育，可增强学习能力和记忆力。此外，因为人体自身不能合成亚油酸和亚麻酸，所以必须从食物（例如大豆油、葵花籽油、玉米油等）中摄取。单不饱和脂肪酸具有降低血胆固醇、甘油三酯和低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）的作用。

1.3 脂肪对食品的作用

脂肪是七大营养素之一，对食品的理化性质以及风味起到了重要作用，尤其是对于一些传统风味小吃，油脂尤为重要。基于过度食用脂肪可能引发一系列健康问题，以及近年来人们越来越关注自身健康与营养膳食结构，低脂产品以及脂肪替代物慢慢进入了人们的视线。调查显示，20 世纪中期脂肪替代物引起了人们的广泛关注，1990—1998 年低脂食品的生产发展迅速，1993 年美国市场中低脂产品已达到 847 种，到 1996 年更是高达 2076 种之多。1998 年对约 18 亿人的调查发现，有约 90% 的人曾购买过低脂食品，而 1986 年购买过低脂食品的人数比例仅为其一半左右。此外，维生素是维持人体生命活动的必需有机物，而人体自身合成的维生素有限，所以需要从食物中获取。例如，维生素 A、维生素 D 多溶解于奶类和蛋类的脂肪中，维生素 E 溶解于植物脂肪中。因此，脂肪是运载和帮助吸收脂溶性维生素必需的物质。

1.3.1 脂肪对食品理化性质的作用

脂肪在生产加工时会对食品的理化性质产生一定的影响，比如硬度、凝聚力、黏度、咀嚼性、热稳定性等，在流通消费过程中会发生脂肪的氧化酸败，影响食品的货架期。

例如，牛肉脂肪直接影响到牛肉的食用价值与商品价值。肌肉之间脂肪较多的牛肉呈现大理石纹状，这样的牛肉具有良好的保水性、嫩度，是深受消费者喜爱的优质牛肉，价格也远高于脂肪含量较少的普通牛肉。

在烘焙产品中，脂肪含量的多少会直接影响产品硬度、酥脆程度、颜色、持水力、微观结构等性质。当食品中的脂肪较多时，阻止蛋白质与淀粉形成连续固体网络，产品会相对柔软；当食品中的脂肪较少时，脂肪—脂肪、脂肪—蛋白质、脂肪—多糖之间的相互作用降低，使固体网络的弹性和脆性增大，食品将具有高硬度和弹性。

冰激凌由脂肪颗粒、气泡、冰晶网络 3 部分构成，其中脂肪对于冰激凌理化性质的影

响尤为重要，主要表现在抗融化性和质地方面。脂肪含量高的冰激凌在制作过程中可以形成更多的气泡，同时增加冰激凌的保水能力且抗融化。

1.3.2 脂肪对风味的作用

风味包括视觉、味觉、嗅觉、触觉多方位的感官刺激。视觉最为直接，脂肪含量较高的食品相比于低脂产品更有光泽，会让消费者认为这样的产品更有营养，也更诱人。此外，脂肪含量会影响产品的颜色和外观。在气味上，脂肪具有特殊的香气，同时也能掩盖一些不良的气味。相反，在低脂产品中，由于脂肪含量较低，会导致产生异味的物质蒸汽压升高进而暴露不良气味。同时脂肪会影响食品的口感，例如优质牛肉口感细腻、柔软、鲜嫩多汁，高脂肪含量的冰激凌口感绵密、滑腻。

脂肪是风味的载体，由于大多数风味物质是脂溶性的，在水中稳定性较差，因此减少食品中的脂肪会导致风味流失。除此之外，脂肪还可以减缓风味在口腔中的释放，在咀嚼的过程中，香气缓慢释放可以引发令人愉悦的后味。

1.3.3 脂肪作为润滑剂

食物在消化道内运动的摩擦阻力通过表面活性剂—脂肪基质的相互作用来决定。食品在口服过程中，会形成半固态乳状液滴从而变得不稳定，相对变形成较大的液滴，并以水包油的乳状液形式释放出来。乳状液的种类和浓度对乳状液的润滑性能起着重要作用。在润滑过程中，表面活性剂与脂肪基体之间存在较大量的脂肪，从而使摩擦力降低，起到润滑作用。

1.3.4 脂肪作为饱腹剂

黄油和人造奶油等以脂肪为原料的食品具有增加饱腹感的功能，是能量来源，在补充人体正常生理活动所需的基础代谢能量的同时，也加强了饱腹感。因此，在食用减脂产品时，必须要考虑饥饿和饱腹感所带来的影响。

综上，脂肪在食品理化性质、风味、口感及饱腹感等方面起着重要的作用。

1.4 高脂肪膳食对人体健康的影响

近年来流行病学研究发现，高脂肪膳食能引起消费者多种疾病，如肥胖症、高血脂、心脏病、动脉硬化、糖尿病以及一些相关疾病等。饮食中饱和脂肪酸含量过高，会引发如乳腺癌、结肠癌等癌症以及胆囊炎等疾病。

低脂肪膳食一直为营养学家所倡导，但是降低食品中的脂肪含量会影响食品的感官性质，单纯减少食品配料中的脂肪含量会给产品风味及口感带来不良影响，使食品口感粗糙、滋味下降，影响消费者对产品的接受性。

脂肪替代是解决这一矛盾的有效方法。优质的脂肪替代物不仅能最大限度地降低食品中的脂肪含量，而且能尽可能地保持甚至改善原有食品的感官品质。因此，研究与开发脂肪替代技术及脂肪替代物具有重要意义。

1.5 脂肪替代的研究进展

随着人们健康意识的增强，低脂甚至脱脂食品越来越多地受到人们的关注。我国相关

规定表明,低脂食品的标准为液体食品脂肪含量 ≤ 1.5 g/100 mL,固体食品脂肪含量 ≤ 3 g/100 g。但是,脂肪对食品的理化性质以及风味都起到至关重要的作用,一味地脱去食品中的脂肪会大大降低食品的品质,并且其口感与风味是影响消费者购买的主要因素,如果不能改善低脂食品的口感与风味,消费者就不会选择这类商品。

为了兼顾食品的口感、风味及其健康的配方,用植物性脂肪或者非脂肪作为脂肪替代物为低脂食品的研究开辟了新途径。虽然这些脂肪替代物不能完全取代脂肪,但是通过水、蛋白质、植物性脂肪或碳水化合物的复杂结合,可以达到与脂肪部分相似的功能。

总之,脂肪替代物的发展已形成一股不可逆转的潮流,具有广阔的应用前景。但是,目前还未有可以完全取代脂肪功能特性与感官特性的单一、理想的脂肪替代物,今后应在改善现有质构剂和风味剂的基础上开发复合脂肪替代物,探寻新的脂肪替代物来源,最终使脂肪替代物达到不影响人体对营养的吸收利用,安全、价廉、无热量,适合煎炸食品和烹调食品的要求。

1.5.1 Olestra

Olestra 是一种蔗糖聚酯,1968 年首次被合成,并于 1971 年被宝洁公司申请专利。Olestra 由蔗糖代替甘油与脂肪酸在特定的条件下酯化反应得到,其化学结构与脂肪相当相似。主要区别是这种分子不能被胰脂肪酶水解,不能通过胃肠道被吸收。此外,Olestra 的物理性质可以通过改变链长、不饱和程度和所用不同脂肪酸的比例使蔗糖分子的羟基发生酯化反应。Olestra 热量低、热稳定性好,可代替脂肪广泛应用于食品工业。

1.5.2 微粒化蛋白

美国 Nutra-Sweet 公司于 20 世纪 80 年代开始商业化生产脂肪替代物,其中,Simplese 是其生产的一种以蛋白质为基质的脂肪替代物。它通过将乳清蛋白和鸡蛋蛋白进行微粒化使其具有较强的拟奶油性,从而在替代脂肪的同时还能补充人体所需的赖氨酸和蛋氨酸。目前已有微粒产品包括 LITA[®] (来自 Opta 食品公司配料公司)和开拓者(来自卡夫通用食品公司)所生产的蛋白质的多组分体系和不溶性脂肪模拟物。

1.5.3 功能性食品中的脂肪替代物

脂肪替代物和功能性食品之间的联系属于研究热点。基于纤维素的脂肪替代物可以预防与结肠癌和心脏病有关的疾病,许多基于纤维素的脂肪替代物中的纤维素是从一些不同来源的天然植物中提取的,如燕麦、甜菜、大豆、杏仁和豌豆。爱尔兰威廉森纤维制品公司在 1988 年首次推出高级燕麦纤维。燕麦纤维是 β -葡聚糖的良好来源,具有降低胆固醇的特性。燕麦脂肪替代物(燕麦粉或麸皮中燕麦淀粉的改性)含有 1%~10%的 β -葡聚糖,属于功能性脂肪替代物,获得了美国农业部专利。

1.5.4 脂肪替代物的开发趋势

脂肪替代物的开发,提高了现有脂肪替代物的功能质量、易用性和热稳定性,旨在扩大其工业应用。可以确定几种趋势:瞬时化,功能性改变和易用性。

瞬时化是一种显而易见的、被公认的成分延伸途径,许多配料制造商已经推出了脂肪

替代物的即时版本。

功能性改变可以通过添加1种或多种其他成分来改变和提高原食品的功能性,以获得一些额外的“脂肪状”特性。这种趋势在20世纪90年代尤其明显。使用许多已开发的脂肪替代物,在添加其他成分之前,先对其进行特殊处理,如 Raftiline[®] 以及 Stellar 需先进行高剪切力(约55 MPa)处理。

1.6 展望

高脂食品低脂化是未来食品发展的主要趋势。虽然目前针对食品脂肪替代物有一定的报道,但仍未有可以完全取代脂肪功能特性与感官特性的单一、理想的脂肪替代物。因此,在满足人体代谢需要,保证食品营养价值和感官品质的基础上,不断发现新型脂肪替代物,对研究功能型、营养型、保健型食品具有深远意义。

参考文献

- [1] BARROS J C, MUNEKATA P E S, CARVALHO F A L D, et al. Use of tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) oil emulsion as animal fat replacement in beef burgers [J]. Foods, 2020, 9 (1): 44.
- [2] 司俊玲, 南庆贤, 马俪珍. 利用外源方法来提高牛肉大理石花纹的研究 [J]. 肉类工业, 2003 (2): 24—27.
- [3] 姚舒婷, 智慧, 沈欣怡, 等. 脂肪替代品在烘焙行业中的研究进展 [J]. 食品与发酵工业, 2020, 46 (6): 285—291.
- [4] 张慧, 蒋艳, 吴少福, 等. 蛋清基脂肪替代品对冰激凌的理化性质及微观结构的影响 [J]. 食品科学, 2019, 40 (20): 74—80.
- [5] 王利方. 低脂食品的风味改善 [J]. 食品工业科技, 1996 (3): 10—13.
- [6] 宫艳艳. 脂肪替代物的分类及在食品中的应用 [J]. 中国食品添加剂, 2009 (2): 67—71.

第 2 章 脂肪替代的原则与脂肪替代物分类

2.1 脂肪替代的原则

在实现脂肪替代时，应遵循脂肪替代基本原则。理想的脂肪替代物首先应当是安全无毒的；其次应当为低能量或无能量的，同时具有与脂肪类似的口感，以增加食品的滑腻口感；最后应当在中温或高温状态下保持稳定，具有一定的热稳定性，并且不能与食品中的其他营养物质发生化学反应。总之，脂肪替代的原则是维持食品的风味、质构、口感、货架寿命及脂肪赋予人的饱腹感。

2.2 脂肪替代物的分类

脂肪替代是用健康的植物性脂肪或非脂肪替换食品中的动物脂肪，从而达到既健康又不影响食品感官和质构特性的目的。脂肪替代根据原料不同，可以分为脂肪替代物（代脂肪、脂肪类似物）、脂肪模拟物和复合型脂肪替代物。脂肪替代物通常是以脂质为基础的乳状液，脂肪模拟物则是以蛋白质或碳水化合物为基质的脂肪代替品。

目前，用于描述可替代脂肪成分的 4 个术语定义如下：

- 1) 脂肪替代物 (Fat substitute)：通常具有与脂肪相似的化学结构的合成化合物，但不易被消化酶水解。
- 2) 脂肪模拟物 (Fat mimetic)：通过高含水量形成脂肪模拟体系的脂肪替代物。
- 3) 低热量脂肪 (Low-calorie fat)：通过脂肪酸与甘油主链结合合成甘油三酯，从而降低热值。
- 4) 脂肪扩展剂 (Fat extender)：含有一定比例的标准脂肪或油与其他成分混合的脂肪替代系统。

本书将各种可替代脂肪的物质或者形式，统一称为脂肪替代物。

2.2.1 脂肪基脂肪替代物

脂肪基脂肪替代物是以脂肪酸为基础酯化得到的一类产品。替代脂肪所用的产品及替代物，其替代形式通常分为单一脂肪替代与复合脂肪替代：单一脂肪替代即用一种更健康的脂肪去替代食品中原有的脂肪，复合脂肪替代就是用多种更健康的脂肪按照一定比例混合后替代食品中原有的脂肪。通常选用植物油作为动物脂肪的替代脂肪，例如菜籽油、玉米油、大豆油、亚麻籽油等，有时也会选用不饱和脂肪酸含量较高的鱼油。植物油和鱼油在替代食物中部分或全脂肪时具有明显的优势，不仅能够有效降低食品所含能量，还能提

高食品的营养价值，降低饱和脂肪酸含量，提高不饱和脂肪酸含量。此外，使用植物油或脱臭的鱼油能保持食品的亲油性以及热稳定性，同时还能保持食品的风味。

Barros 等在利用油莎豆油乳状液替换牛肉汉堡中的牛肉脂肪的研究中发现，将牛油全部替换为油莎豆油乳状液，不仅可以减少总脂肪和饱和脂肪酸的含量，增加不饱和脂肪酸含量，同时食品的理化参数也与原配方基本相同（见下表），而且这种替换并没有影响汉堡的风味以及消费者对于这种汉堡的喜爱程度。但是过量食用可能会引起腹痛、腹泻等不良反应，因此脂肪替代物的应用具有一定的局限性。

不同加工工艺的牛肉汉堡营养价值与理化参数表

项目	对照组	TN50	TN100
营养成分			
水分/ (g/100 g)	73.19	73.11	75.37
脂肪/ (g/100 g)	4.42	4.34	3.01
蛋白质/ (g/100 g)	19.21	19.12	18.75
灰分/ (g/100 g)	2.09	2.23	2.29
碳水化合物/ (g/100 g)	1.09	1.20	0.58
能量/ (kJ/100 g)	508.5	506.1	439.9
质构参数			
硬度/N	174.1	185.5	177.0
弹性/mm	0.80	0.80	0.85
凝聚力	0.62	0.62	0.62
黏性/N	108.7	115.8	109.3
咀嚼性/N	87.68	93.34	92.69
脂肪酸/ (g/100 g)			
饱和脂肪酸	42.94	38.57	33.41
单不饱和脂肪酸	50.16	53.21	55.11
多不饱和脂肪酸	6.90	8.22	11.48

注：TN50 为油莎豆油乳状液替代 50%牛油的实验组，TN100 为油莎豆油乳状液替代 100%牛油的实验组。

2.2.2 蛋白基、碳水化合物基脂肪替代物

以蛋白质或碳水化合物为基础，通过物理方法制得乳状液，可模拟脂肪的滑腻口感。通常包括乳清蛋白、淀粉类、胶体类、菊粉等。但是由于这些物质与脂肪的结构完全不同，因此不能够从分子层面去模拟脂肪。有 2 种方法可以模拟脂肪：一种是如下图（D）所示，保持蛋白质或多糖的原有结构，利用其特殊的理化性质和口感去模拟脂肪；另外一种是如下图（E）所示，将蛋白质或多糖加工成类似于脂肪球状的微粒，通过控制其形状和大小来模拟脂肪。