

ICS XX. XXX. XX

CCS X XX

团 标 准

T/FDSA XXX—2026

甘油二酯功效应用指南

Guide to the efficacy and application of diglycerol

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国食品药品企业质量安全促进会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 理化性质及结构	2
5 分类与质量要求	2
6 来源与制备	4
7 功效与作用机制	5
8 应用范围	6
9 使用建议及注意事项	7
参考文献	8

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：××、××。

本文件主要起草人：××、××。

甘油二酯功效应用指南

1 范围

本文件给出了甘油二酯的理化性质及结构、分类与质量要求、来源与制备、功效与作用机制、应用范围。

本文件适用于以甘油二酯为主要功能性成分的食品、医药、化工等相关产品的研发、生产、销售、检验及相关管理活动。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 2760 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准
- GB 2761 食品安全国家标准 食品中真菌毒素限量
- GB 2762 食品安全国家标准 食品中污染物限量
- GB 2763 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量
- GB 5009.11 食品安全国家标准 食品中总砷及无机砷的测定
- GB 5009.12 食品安全国家标准 食品中铅的测定
- GB 5009.22 食品安全国家标准 食品中黄曲霉毒素B族和G族的测定
- GB 5009.27 食品安全国家标准 食品中苯并(A)芘的测定
- GB 5009.227 食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定
- GB 5009.262 食品安全国家标准 食品中溶剂残留量的测定
- GB 5009.229 食品安全国家标准 食品中酸价的测定
- GB 15196 食品安全国家标准 食用油脂制品
- GB/T 26636 动植物油脂 聚合甘油三酯的测定 高效空间排阻色谱法(HPSEC)
- NY/T 1797 油菜籽中游离脂肪酸的测定 滴定法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

甘油二酯 diglycerol (DAG)

由一分子甘油与两分子脂肪酸通过酯键结合而成的化合物，结构中含有一个游离羟基。根据脂肪酸连接位置不同，可分为1,2-甘油二酯和1,3-甘油二酯，其含量不低于40%（以质量计）时可作为功能性油脂。

3.2

1,3-甘油二酯 1,3-diglycerol (1,3-DAG)

脂肪酸分别连接于甘油骨架的1位和3位羟基上形成的甘油二酯。在天然油脂及功能油脂产品中为主要存在形式，具有调节血脂、抑制体脂堆积等生理功能。

3.3

1, 2-甘油二酯 1, 2-diglycerol (1, 2-DAG)

脂肪酸连接于甘油骨架的1位和2位（或2, 3位）羟基上形成的甘油二酯。主要存在于油脂代谢中间产物中。

3.4

甘油单酯 monoglyceride (MAG)

甘油分子中仅有一个羟基被脂肪酸酯化形成的化合物。

3.5

甘油三酯 triacylglycerol (TAG)

甘油分子中三个羟基全部被脂肪酸酯化形成的化合物，是天然油脂的主要成分。

4 理化性质及结构

4.1 甘油二酯难溶于水。在加热到 60℃以上时溶于油性物，DAG 分子因含有两个长链脂肪酸和一个羟基，使其具有较强的亲油性和一定的亲水性，并且极性介于 MAG（甘油单酯）与 TAG（甘油三酯）之间。

4.2 一个甘油分子通过酯键与两个脂肪酸链结合形成甘油二酯，包括 1, 3-DAG 和 1, 2-DAG 两种异构体，在食用油脂中大约 70% 的 DAG 以 1, 3-DAG 形式存；而 1, 2-DAG 主要存在油脂代谢中间产物中。1, 3-DAG 呈 V 型结构，而 1, 2-DAG 呈发夹型结构。DAG 存在 3 种立体异构分子结构见图 1 所示。

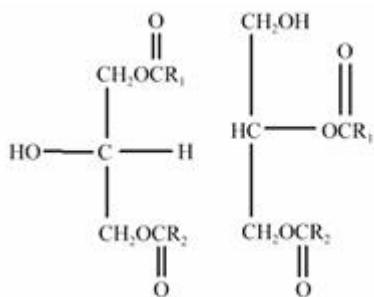


图 1 1, 3-DAG 和 1, 2-DAG (2, 3-DAG) 分子结构

5 分类与质量要求**5.1 分类****5.1.1 植物来源**

以大豆、油菜籽、橄榄、花生等植物为原料，通过相应工艺提取制备获得，如大豆油来源甘油二酯、菜籽油来源甘油二酯等。

5.1.2 动物来源

以鱼油、猪油、牛油等动物油脂为原料加工制成，如鱼油来源甘油二酯。

5.1.3 微生物发酵来源

利用特定微生物（如酵母菌、霉菌等）发酵产生。

5.2 质量要求

5.2.1 核心指标

5.2.1.1 感官要求可参考表1。

表1 感官要求

项目	要求	试验方法
色泽	具有产品应有的色泽	采用感官评定法，取适量样品置于清洁的白瓷盘中，在自然光下观察色泽、状态，嗅闻气味，品尝滋味（非食用样品除外）。
滋味、气味	具有产品应有的滋味、气味，无焦臭、酸败及其他异味	
状态	具有产品应有的状态，无正常视力可见外来异物	

5.2.1.2 理化指标可参考表2。

表2 核心指标

项目	指标	试验方法
甘油二酯油含量, %	≥40	GB/T 26636
甘油三酯油含量, %	≤58	GB/T 26636
单甘脂含量, %	≤1.5	GB/T 26636
游离脂肪酸含量, %	≤0.5	NY/T 1797
酸价, KOH mg/g	≤3.0	GB 5009. 229
过氧化值, g/100g	≤0.25	GB 5009. 227
溶剂残留量 ^a , mg/kg	≤20	GB 5009. 262
铅（以Pb计）, mg/kg	≤0.08	GB 5009. 12
总砷（以As计）, mg/kg	≤0.1	GB 5009. 11
黄曲霉毒素B ₁ , μg/kg	≤10	GB 5009. 22
苯并[a]芘, μg/kg	≤9.0	GB 5009. 27

注1: ^a压榨油溶剂残留量不得检出（检出值小于10 MG/KG时，视为未检出）。

注2: 其他指标符合GB 15196及相关食品安全国家标准的要求；污染物、真菌毒素及农药残留限量符合GB 2761、GB 2762、GB 2763的规定；添加剂的使用符合GB 2760的规定。

5.2.2 安全性

相关毒理学试验未观察到与DAG相关的毒理学效应，表明人体对DAG具有良好耐受性；为期24个月的大鼠喂养试验结果显示，DAG不会增加肿瘤发生率。

5.2.3 食用量

甘油二酯含量不低于40%，成人每日食用量不高于30 G/D（该食用量限定基于成人的代谢能力及相关毒理学研究数据确定），不适用于婴幼儿食品。

6 来源与制备

6.1 天然来源

DAG是食用油脂中除了TAG以外含量最高的天然成分，在棉籽油、棕榈油和橄榄油中含量相对较多，具体如表3所示。

表3 常见食用油中 DAG 含量

食用油种类	DAG含量/%	食用油种类	DAG含量/%
棉籽油	9.5	红花籽油	2.1
棕榈油	5.8	葵花籽油	2.0
橄榄油	5.5	猪油	1.3
玉米油	2.8	菜籽油	0.8
芝麻油	2.6	牛油	3.8
花生油	2.2	大豆油	1.0

6.2 制备方法

6.2.1 直接酯化法

以甘油和脂肪酸为原料，在催化剂（酸性催化剂或酶催化剂）作用下直接发生酯化反应生成甘油二酯。该方法具有原料来源广泛、反应步骤简单等优点，但反应产物中可能含有一定量的甘油单酯、甘油三酯等副产物，需要进一步纯化。

6.2.2 甘油解法

以甘油三酯和甘油为原料，在催化剂作用下发生甘油解反应，生成甘油二酯和甘油单酯。

6.2.3 TAG 先分解后合成法

首先将甘油三酯通过水解反应分解为脂肪酸和甘油，然后再将脂肪酸和甘油按照一定比例在催化剂作用下进行酯化反应，生成甘油二酯。

6.2.4 部分水解法

利用脂肪酶对甘油三酯进行部分水解，生成甘油二酯和脂肪酸。

注：该方法具有反应条件温和、选择性高、产物纯度较高等优点，但脂肪酶的成本较高，且反应速率相对较慢，限制了其大规模应用。

6.3 纯化工艺

6.3.1 分子蒸馏法

利用不同物质分子的平均自由程差异，在高真空条件下对粗产物进行蒸馏分离，可有效去除甘油单酯、甘油三酯、脂肪酸等杂质，获得纯度较高的甘油二酯产品。

6.3.2 柱层析法

将粗产物通过填充有吸附剂（如硅胶、氧化铝等）的层析柱，利用不同物质在吸附剂上的吸附能力差异进行分离纯化。

6.3.3 溶剂萃取法

根据甘油二酯与其他杂质在不同溶剂中溶解度的差异，选择合适的溶剂对粗产物进行萃取分离。

7 功效与作用机制

7.1 调节血脂

可降低血清甘油三酯（TG）和低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）水平，对高血脂症患者具有辅助调节作用。研究表明，食用1,3-甘油二酯的实验动物血液中的TG水平显著低于饲喂TG组，1,3-DAG可以降低餐后血脂，很好的降低了肥胖发生的几率。对于健康人群、胰岛素抵抗者、脂代谢相关基因缺陷者及糖尿病患者这些不同人群1,3-甘油二酯都具有调节血脂的功效。

7.2 防止动脉血栓形成

通过降低血清甘油三酯和胆固醇水平，减少血管内皮损伤与血小板聚集，抑制动脉粥样硬化斑块形成。有研究表明，植物油中的1,3-DAG降低糖尿病APOE基因缺失小鼠动脉粥样硬化的几率，同时还具有降低血液胆固醇水平的功效。IJIRIA的研究表明APOE和LDLR缺陷小鼠在食用1,3-DAG后动脉粥样硬化发生的概率降低；1,3-DAG预防动脉血栓发生的功效可能通过降低小鼠的血清甘油三酯水平和胆固醇水平实现的。

7.3 抑制肝脏脂肪积累

甘油二酯在体内代谢过程中优先作为能量被利用，减少脂肪在体内蓄积。临床研究表明，长期适量摄入可显著降低体脂率与内脏脂肪面积。DAG具有抑制餐后血清 TAG升高和体脂堆积的功效。临床数据显示，每天摄入2.5 g质量分数大于27.3%的DAG时，可带来明显的健康效益。

7.4 缓解糖尿病肾病

通过改善血脂代谢，延缓肾功能恶化。研究显示甘油二酯饮食可以延缓2型糖尿病肾衰的进程，实验选取15名门诊患者，随机分为DAG组（n=8）和对照组（n=7），DAG组用DAG食用油代替日常食用油，而对照组则保持其原食用油不变。每天摄取10g食用油，持续6月。结果 DAG组体重、总BMI和血甘油三酯水平较对照组明显减低，而且在之后的3年里，坚持使用DAG食用油可维持这些指标水平，其血液透析的人数较对照组显著减少。因此，长期摄入DAG饮食，在不减少能量摄入时，可以延缓糖尿病肾病肾功能的恶化，推迟开始使用透析的时间，其可能原因与DAG减少餐后高血脂、改善空腹血脂水平有关。

7.5 抑制食欲

调节食欲相关基因表达。研究发现甘油二酯较甘油三酯相比，能有效的抑制刺鼠相关蛋白信使核糖核酸（AGOUTI GENE-RELATED PROTEIN mRNA）、神经肽 Y（NPY），同时却增加阿黑皮素原信使核糖核酸（POMC mRNA）等调控食欲基因的表达，这说明1,3-DG可起到抑制食欲的效果。

7.6 降低体脂

促进脂肪氧化供能，减少脂肪合成与储存，有临床研究证实，健康男性每天摄入1,3-DG，经过16周的时间，体重、内脏脂肪、腹部皮下脂肪等指标明显低于TG组。

8 应用范围

8.1 应用人群

超重、肥胖（尤其内脏脂肪偏高）人群；血脂异常、有脂肪肝风险人群；注重体重管理和代谢健康的健身人士、中老年人等。

8.2 应用行业

8.2.1 食品行业

8.2.1.1 食用油类：作为烹饪油、凉拌油、煎炸油等直接食用，可单独使用或与其他植物油按一定比例混合使用，适用于日常家庭烹饪、餐饮行业菜品制作等。

8.2.1.2 调味品类：用于沙拉酱、蛋黄酱、调味油、火锅底料等产品的生产，改善产品的营养特性和风味。

8.2.1.3 烘烤食品类：应用于面包、蛋糕、饼干、糕点等烘烤食品的制作，可替代部分普通油脂，提升产品的健康属性，同时不影响产品的口感、风味和保质期。

8.2.1.4 乳制品类：添加于牛奶、酸奶、奶酪、奶昔等乳制品中，丰富产品的脂质营养，改善产品的质地和稳定性。

8.2.1.5 糖果巧克力类：作为原料用于巧克力、糖果、冰淇淋等产品的生产，调节产品的熔点、口感和营养价值。

8.2.1.6 其他食品：可用于代餐食品、运动营养食品、儿童营养食品（经专门安全性评估后）等特殊食品的研发生产。

8.2.2 工业行业

作为促溶剂能加速固体饮品溶解并优化质地；添加于果蔬涂膜剂可增强塑性与抑菌性等。

8.2.3 化工工业

1,3-DAG是极有吸引力的合成起始原料，可用于树脂、磷脂、糖酯、酯蛋白、重构脂质等多种化合物的合成，也可用于生物工业合成酶激活剂、抑制剂等，化妆品行业中DAG是优良的乳化剂、稳定剂、润湿剂等等。

8.2.4 保健食品

可作为核心功效成分，用于开发具有调节血脂、有助于控制体内脂肪等功能的保健食品，产品形态包括胶囊、软胶囊、口服液、颗粒剂、片剂等。需明确标示适用人群、推荐摄入量与注意事项。

8.2.5 医药与临床营养

DAG能够降低人和小鼠血清甘油三酯，可用于预防和治疗高脂血症以及与高脂血症密切相关的心脑血管疾病，如动脉硬化、冠心病、中风、脑血栓等。制药工业中，DAG除了用作乳剂、粉剂的辅助成分之外，还可直接与药品结合，加速药品吸收，控制药物释放。

8.3 其他应用

DAG也可以制造除臭剂。这种除臭剂不污染环境，对人体安全无害，对各种臭味均有较好的去除效果，且价格低廉，可用于食品、卫生等各行业和领域的脱臭。此外，根据DAG的性能，它还可用于食品涂料、消泡剂、皮革加脂剂等。

9 使用建议及注意事项

9.1 烹饪方式

宜采用快炒、焯拌、低温煎烤等烹饪方式，可较好保留其功能性成分；不宜高温油炸、长时间猛火爆炒（高温条件下可能导致DAG氧化分解，降低其功效，同时产生有害物质）。

9.2 可能的副作用

正常适量摄入情况下，多数人群无明显副作用；少数人群可能出现轻微胃肠道不适，如腹胀、腹泻等，通常在适应后可缓解，若不适症状持续或加重，应减少摄入量或停止食用。

9.3 特殊人群的应用

9.3.1 婴幼儿、孕妇、哺乳期女性

婴幼儿食品中禁止添加，孕妇及哺乳期女性使用前应咨询医生或临床营养师。

9.3.2 患有胃肠道疾病、肝肾功能不全等疾病人群

使用前应咨询医生或临床营养师，根据专业建议调整摄入量或避免使用。

9.3.3 正在服用降脂药、降糖药等药物人群

使用前应咨询医生，避免与药物产生协同作用导致相关指标过度降低。

参 考 文 献

- [1] 杨铁军. 产业专利分析报告 第16册 食用油脂. 知识产权出版社. 2013. 87-90
- [2] 李熠阳, 王远亮; 甘油二酯的功能及安全性评价研究进展; 食品与机械 2012 第3期 P255-257
- [3] 金青哲, 杜美军, 杨云翀, 等. 甘油二酯油的代谢特性及营养价值[J]. 粮食与油脂, 2023, 36 (05) : 40-43.
- [4] 王峰. 1, 3-甘油二酯乳脂对SD大鼠脂肪代谢的影响及其机制研究[D]. 安徽农业大学, 2013.
- [5] 毛逸霖, 周俊, 陈凯, 汪勇, 张震; 甘油二酯的代谢机制及营养功能研究进展; 中国油脂 2023 第48卷 第11期 P80-89
- [6] 万思迪, 朱恩恒, 向霞, 黄遵锡; 甘油二酯的合成、代谢及应用研究进展; 中国粮油学报 2022 第37卷 第11期 P270-278