

# 起酥油的类型与特征指标研究

金俊, 金青哲, 王兴国

(江南大学食品学院, 江苏省食品安全与质量控制协同创新中心, 国家功能食品工程技术研究中心,  
江苏无锡 214122)

**摘要:**在科学分类基础上,对宽塑性起酥油、窄塑性起酥油、液态起酥油、絮片起酥油和粉末起酥油5类起酥油设置了特征指标,并予以准确度量,阐述了设置各项特征指标及度量值的科学依据。其中:宽塑性起酥油要求塑性范围大于等于12℃,且打发度大于等于1.6 mL/g;窄塑性起酥油要求塑性范围小于等于9℃,且熔点小于42℃;液态起酥油要求15℃时固体脂肪含量小于15%,且15.5~32.2℃时黏度大于等于100 mm<sup>2</sup>/s;絮片起酥油/粉末起酥油要求熔点小于57℃。

**关键词:**起酥油;类型;特征指标;塑性范围;黏度

中图分类号:TS225.62;TS227 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2021)05-0053-05

## Types and characteristic indexes of shortenings

JIN Jun, JIN Qingzhe, WANG Xingguo

(National Engineering Research Center for Functional Food, Collaborative Innovation Center of Food Safety and Quality Control in Jiangsu Province, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, Jiangsu, China)

**Abstract:** On the basis of scientific classification, characteristic indexes of five typical shortenings, including wide plastic range shortenings, narrow plastic range shortenings, fluid shortenings, shortening flakes and chips, and shortenings powder were set and accurately measured. The scientific basis for setting characteristic indexes and measurement values was expounded. In more detail, wide plastic range shortenings: plastic range greater than or equal to 12℃ and overrun greater than or equal to 1.6 mL/g; narrow plastic range shortenings: plastic range lower than or equal to 9℃ and melting point lower than 42℃; fluid shortenings: solid fat content (15℃) lower than 15% and viscosity (15.5-32.2℃) greater than or equal to 100 mm<sup>2</sup>/s; shortening flakes and chips/shortenings powder: melting point lower than 57℃.

**Key words:** shortenings; type; characteristic index; plastic range; viscosity

改革开放以来,我国食品加工业迅速发展,传统食品和外来食品不断交融,食品工业稳步向产量规模化、种类专门化、品质个性化的方向发展。起酥油作为一种专用油脂,已成为食品加工必不可少的原辅料之一,但长期以来起酥油国家标准缺失,导致了难以全面和客观地评价该类产品的。由于起酥油应用

范畴的不同,会同时存在各种性能,衍生出可塑性、起酥性、酪化性、乳化分散性、吸水性、煎炸性等多项指标,这些指标随着产品种类的丰富和使用方式的多样化,在评价产品的过程中出现了重复、狭隘或笼统等问题<sup>[1-2]</sup>。对起酥油进行科学分类,是明确其特征指标的基础。

根据市场上起酥油产品的应用特性,可将起酥油分为宽塑性起酥油、窄塑性起酥油、液态起酥油、絮片起酥油和粉末起酥油5类<sup>[1]</sup>。这5类产品各具特点<sup>[1]</sup>:宽塑性起酥油是最基本的一类,通常也被称为通用型起酥油,具有较宽的塑性范围,在低温、室温和炎热温度下的可操作性均较好;窄塑性起酥

收稿日期:2020-08-04;修回日期:2021-01-27

基金项目:“十三五”国家重点研发计划(2018YFD0401103);中央高校基本科研业务费专项资金资助(JUSRP12004)

作者简介:金俊(1988),男,副研究员,博士,研究方向为油脂加工技术(E-mail)junjin@jiangnan.edu.cn。

油的熔化曲线陡峭,在特定温度下可迅速由坚硬的固体变为液体;液态起酥油在室温条件下通常为可以泵送的流体,其内悬浮分散着一定量的固体脂肪;絮片起酥油和粉末起酥油则是含油食品(糕点、饼干、酱料等)加工的原辅料,可以改善食品的性能和口感。

在科学分类基础上,本文基于编制 GB/T 38069—2019《起酥油》的要求,对各类起酥油的关键特征指标进行讨论与度量。

### 1 起酥油的特征指标

本文基于对行业大量调研的结果,结合国外起酥油的使用特征和规范,提出了各类起酥油产品的特征指标及相应的限值,在 GB/T 38069—2019《起酥油》中对这 5 类起酥油设置可以量化的特征指标,包括塑性范围、打发度、熔点范围、固体脂肪含量(Solid Fat Content, SFC)和黏度 5 项,具体见表 1。

表 1 5 类起酥油的特征指标

项目	宽塑性起酥油	窄塑性起酥油	液态起酥油	絮片起酥油/粉末起酥油
塑性范围(10.0% ≤ SFC ≤ 37.5%)/℃	≥12	≤9	-	-
打发度/(mL/g)	≥1.6	-	-	-
熔点范围/℃	-	<42	-	<57
SFC(15℃)/%	-	-	<15	-
黏度(15.5~32.2℃)/(mm <sup>2</sup> /s)	-	-	≥100	-

注:“-”为不要求测定。

## 2 宽塑性起酥油和窄塑性起酥油

### 2.1 塑性范围所对应的 SFC 上下限

典型的起酥油是一种塑性固体,不同的塑性范围是起酥油产品履行不同功能的前提。由于起酥油种类很多,性质各异,应用范围很广,单采用 SFC 曲线作为各类起酥油的特性指标是不可行的。然而, SFC 曲线的形状可以很好地反映起酥油的塑性范围,其差别也反映了可塑性的差异。就塑性温度区间而言, SFC 曲线斜度平缓的起酥油要明显大于曲线斜度陡峭的起酥油<sup>[1]</sup>。据此对宽塑性起酥油和窄塑性起酥油的塑性范围进行了限定。

塑性范围指的是起酥油具有可塑性的温度范围。具体而言,起酥油在经历正常操作温度区间(一般在 10~40℃ 之间)时,其 SFC 落在一定数值区间的温度范围,这个数值区间就是塑性范围的上下限,即塑性范围是 SFC 上下限的综合体现。

《贝雷油脂化学与工艺学》等经典的油脂书籍多次提及起酥油塑性范围所对应的固体脂肪指数

(SFI),对于具有正常可塑性和可操作性的起酥油,其 SFI 取值通常为 15%~25%,尤其是在室温下应含有约 25% 的固脂<sup>[1]</sup>。SFI 所反映的塑性范围如图 1 所示。

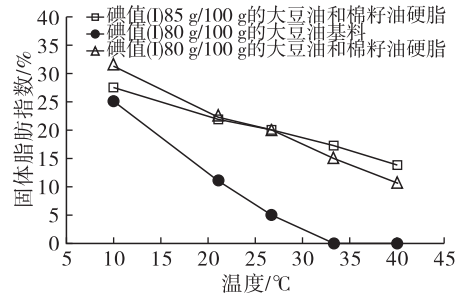


图 1 起酥油的塑性范围<sup>[1]</sup>

由图 1 可见,大豆油基料的 SFI 从 25% 降至 15% 时,温度变化不足 10℃,而与棉籽油硬脂复配后,该温度变化范围可增至 20℃。因此,一种起酥油 SFI 落在 15%~25% 之间的温度范围越大,其可塑性就越好,这已为学界所公认。

以 SFI 15%~25% 为上下限,举例说明宽塑性起酥油和窄塑性起酥油在塑性范围上的不同,如图 2 所示。

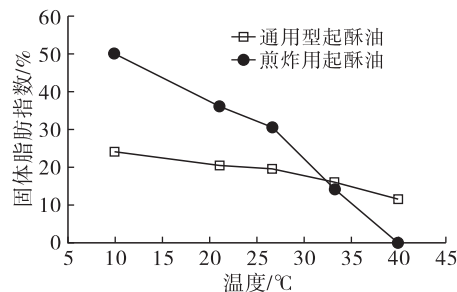
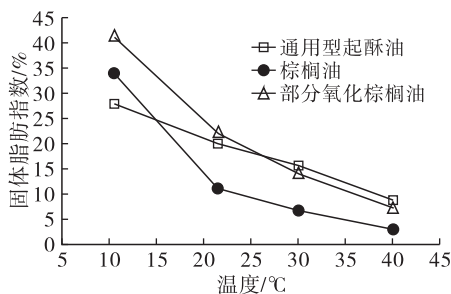


图 2 宽塑性起酥油和窄塑性起酥油的固体脂肪指数<sup>[1]</sup>

由图 2 可知:通用型起酥油的可塑性温度在 10~33℃ 之间,塑性范围较宽,为 23℃;而煎炸用起酥油在 29~33℃ 之间有可塑性,塑性范围较窄,仅为 4℃。理论上讲,通用型起酥油如果在 29~33℃ 的条件下用于焙烤,其表现出来的可操作性与煎炸用起酥油是相近的。然而,这一目的的实现需要严格控制温度,但对于大多数烘焙室或家庭而言这一操作较为困难。这也说明经典起酥油理论对起酥油的塑性范围是有界定的,不是所有塑性范围的油脂都能称为起酥油。

当然,根据实际应用情况, SFI 的区间值可以进行调整。例如,当某种起酥油呈现理想的  $\beta'$  晶型时,则其在 SFI 为 10%~25% 的范围内可表现出塑性,如图 3 所示。

综上所述,建议将起酥油产品塑性范围所对应的 SFI 上下限设定为 10%~25%。

图3 3种不同起酥油的塑性范围比较<sup>[1]</sup>

然而,SFI与SFC之间并不等同,文献中起酥油塑性范围对应的SFI上下限为10%~25%,而与其相应的SFC上下限却一直未得到明确<sup>[1]</sup>。根据AOCS cd10-57和IUPAC方法,两者之间的换算公

表2 典型起酥油SFI与SFC之间的对比数据<sup>[3]</sup>

项目	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃	45℃	50℃
SFI/%	27.8	21.7	16.7	14.0	12.9	9.4	5.7	2.9	0
SFC/%	39.8	29.6	20.6	17.2	15.4	10.9	6.8	3.3	0
SFC/SFI	1.43	1.36	1.23	1.23	1.19	1.16	1.21	1.13	

综上可知,高SFI时SFC/SFI最大取值不超过1.5,低SFI时SFC/SFI取值不低于1.0,因此与SFI为10%~25%相对应的SFC上下限宜设为10.0%~37.5%。作为佐证,《贝雷油脂化学与工艺学》指出通用型起酥油的固脂(结晶态的脂)含量应为15%~30%<sup>[1]</sup>。换言之,通用型起酥油的固脂含量落入本文建议的SFC 10.0%~37.5%之内。

## 2.2 宽塑性起酥油和窄塑性起酥油的塑性范围

宽塑性起酥油的SFC曲线较为平坦,在10~16℃时不能太硬,且在32~38℃仍具有一定的硬度;而窄塑性起酥油的SFC曲线则较为陡峭,以便于获得良好的口感。图2中的通用型起酥油具有23℃的塑性范围,是非常理想的宽塑性起酥油;而煎炸用起酥油仅有4℃的塑性范围,是典型的窄塑性起酥油。

本文调研了国内183种起酥油产品,占国内起酥油总产量的80%以上。国内虽有塑性范围20℃以上,甚至超过30℃的宽塑性起酥油产品,但数量不多,而塑性范围4℃以下的窄塑性产品更少,二者均仅有数款产品。为此,建议从国内起酥油产品实际情况出发,将宽塑性起酥油塑性范围设定为大于等于12℃,将窄塑性起酥油塑性范围设定为小于等于9℃,以最大程度覆盖国内主要企业现有起酥油标识的产品。据此,87.4%的产品可符合宽塑性、窄塑性起酥油的要求(见表3)。

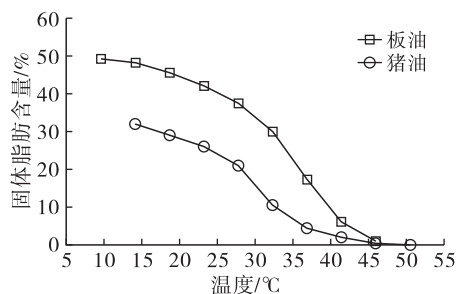
猪油是典型的通用型起酥油,特别适用于作为馅饼皮的原料。两种猪油的SFC见图4。

式为: $C_{SF} = 100D_T / (D_{so} + a \times T)$ 。其中, $D_T$ 为温度 $T$ 时测得的膨胀值或SFI值,对于起酥油 $D_{so}$ 为65。由该式可计算得到低温(10~15℃,此时 $a$ 为0.40~0.60)时SFC/SFI的取值为1.45~1.35,高温(35~40℃,此时 $a$ 为0.60~0.85)时的取值为1.16~1.01。

另外,1984年商业部粮食科技情报研究所编著的《人造黄油和起酥油的加工工艺及其用途》,引用了典型起酥油SFI与SFC之间的对比数据,见表2。由表2可知,高SFI(低温,10℃)时SFC/SFI取值1.43,低SFI(高温,45℃)时SFC/SFI取值1.13。

表3 国内主要起酥油产品塑性范围与建议值的相符度

企业	产品种类(种)	相符度/%
A	7	85.7
B	55	93.4
C	48	89.6
D	38	84.2
E	21	100.0
F	14	100.0
总计	183	87.4

图4 两种猪油的固体脂肪含量<sup>[4]</sup>

由图4可知:板油的塑性范围约为15℃,符合宽塑性起酥油要求;碘值(I)为67 g/100 g的猪油塑性范围则超过20℃,通用性更广泛,与实际情况相符。

## 2.3 窄塑性起酥油的熔点

对于窄塑性起酥油,要求其在低温时固脂含量很高,而在熔化时固脂含量能够迅速减少。理论上,窄塑性起酥油的熔点应该低于人体温度(即应不高于37.5℃),但考虑到国内企业实际生产情况,建议最高熔点设为42℃。

## 2.4 宽塑性起酥油的打发度

酪化性和持气性是起酥油的基本性质,可以用打发度进行表征。打发度实质上与晶型及其数量相关联。酪化性理想的产品,打发度在 1.9~2.7 mL/g 之间;酪化性一般的产品,打发度在 1.6~1.9 mL/g

之间;酪化性差的产品,打发度在 1.3~1.6 mL/g 之间。某企业起酥油打发度的内控标准为:一档不低于 2.0 mL/g,二档为 1.80~1.99 mL/g,三档为 1.6~1.8 mL/g。该企业起酥油打发度实测数据见表 4。

表 4 国内某企业几种起酥油的打发度

起酥油	初始 室温/°C	打发时间 5 min		打发时间 10 min		打发时间 15 min		打发时间 20 min	
		打发度/ (mL/g)	油温/°C	打发度/ (mL/g)	油温/°C	打发度/ (mL/g)	油温/°C	打发度/ (mL/g)	油温/°C
起酥油 1	20.6	1.83	24.3	2.58	26.1	2.85	28.2	2.80	29.7
起酥油 2	20.6	2.24	24.3	2.71	27.1	2.80	29.2	2.71	30.7
起酥油 3	29.5	1.24	30.3	1.87	31.9	2.27	33.4	2.43	35.9
起酥油 4	29.5	1.46	30.6	2.15	32.3	2.33	34.3	2.24	37.1

本文进一步调查了国内某大型企业起酥油产品,其宽塑性产品的打发度均在 1.8 mL/g 以上。据此,建议宽塑性起酥油的打发度应不小于 1.6 mL/g。对于窄塑性起酥油,尽管其在塑性范围内的打发度不一定低,但由于可塑性不是其特质,故对其打发度

不作要求。

## 3 流态起酥油

流态起酥油是一类固体脂肪悬浮分散于液油中,可流动与泵送的油脂产品<sup>[1]</sup>。表 5 是几种流态起酥油的典型配方与其 SFI。

表 5 流态起酥油的典型配方与其 SFI<sup>[1]</sup>

项目	煎炸用	面包用	蛋糕用	仿乳品用
基料/%				
大豆油(碘值(I)135 g/100 g)	-	90	-	-
大豆油(碘值(I)108 g/100 g)	98	-	99	98
大豆油(碘值(I)5 g/100 g)	2	10	1	2
二甲基聚硅氧烷/(mg/kg)	1.0	0	0	0
乳化剂(按基料质量计)	0	0	单甘酯 1.5%, 丙二醇单酯 2.8%	单甘酯 4%
SFI/%				
10.0 °C	4.0	13.0	7.0	5.5
26.7 °C	2.0	12.0	5.5	2.5
40.0 °C	0.5	10.0	1.0	1.0

为食品加工而专门研制的流态起酥油应在室温或低于室温下具有流动性。美国将流态起酥油的泵送温度控制在 15.5~32.2 °C;日本则规定需在 10 °C 以上具有流动性,且 15 °C 时其 SFC 不超过 15%。研究表明,SFC 高于 14% 时会丧失流动性<sup>[5]</sup>。根据我国气候条件和食品加工车间的室温,规定流态起酥油在 15.5~32.2 °C 区间均可流动是较合理的。由于黏度是流态起酥油的重要特征指标,可表征油品黏性的程度,其值的测定也应在 15.5~32.2 °C 范围内进行,此时黏度均应不小于 100 mm<sup>2</sup>/s,这样可保证油品在这一温度区间的流动和泵送。

黏度可分为动力黏度( $\eta$ )和运动黏度( $\nu$ ),GB/T 38069—2019 中按 GB/T 10247 测得的是油样的运动黏度。通常,流态起酥油的动力黏度上限为 6 000

mPa·s,换算为运动黏度为 6 600 mm<sup>2</sup>/s<sup>[5]</sup>。由于已经规定了流态起酥油是可流动性的产品,故没有规定黏度的上限;而为了剔除一些由纯精制植物油制造的所谓的“液体起酥油”,需要确定下限。

植物油黏度主要由长烃基链之间的相互作用决定,其中羟基酸的黏度最大,蓖麻籽油中蓖麻酸的羟基通过氢键作用而显示出高于普通食用油的黏度<sup>[6]</sup>。例如,在常温(20 °C)与常压条件下,卡诺拉菜籽油黏度为 78.2 mm<sup>2</sup>/s,蓖麻籽油黏度可达 1 080 mm<sup>2</sup>/s<sup>[7-8]</sup>,其他部分植物油在不同温度下的实测黏度见表 6。

由表 6 可以看出,大豆油、玉米油、菜籽油等纯植物油在规定最低泵送温度 15.5 °C 的黏度均小于 100 mm<sup>2</sup>/s,在最高泵送温度 32.2 °C 下黏度均小于 60 mm<sup>2</sup>/s,差异较小。通常情况下,仅用这些纯植物

油加香精、色素所制成的所谓的“流态起酥油”在32.2℃下的黏度只有40~50 mm<sup>2</sup>/s。然而,如果在上述纯植物油中添加乳化剂,黏度就会明显增加,见表7。

表6 植物油的黏度测定值

温度/ ℃	不同植物油的黏度/(mm <sup>2</sup> /s)			
	玉米油	棕榈液油	大豆油	菜籽油
40	34.4	40.5	31.9	35.7
35	41.1		37.8	42.6
30	49.6	60.1	45.4	51.5
25	60.7	74.4	55.2	63.0
20	75.2		68.1	78.3
15	94.7		85.2	98.9

表7 添加乳化剂的大豆油黏度

单甘酯 添加量/%	不同温度下的黏度/(mm <sup>2</sup> /s)			
	35℃	32.2℃	25℃	15.5℃
0.5	39	43	97	175
1.0	156	169	204	308
2.0	382	391	528	720

由表7可见,在大豆油中添加1.0%的乳化剂单甘酯,即使在最高泵送温度32.2℃下黏度也能达到150 mm<sup>2</sup>/s以上,可与不加乳化剂的纯大豆油相区别。

综合考虑,将流态起酥油在15.5~32.2℃的黏度下限设为100 mm<sup>2</sup>/s,这样就可以将那些仅仅加香精、色素的液体油从流态起酥油中剔除出去。

#### 4 絮片起酥油与粉末起酥油

絮片起酥油是一种薄片状的油脂产品,常作为糖霜和上光剂的稳定剂,也可称为“片状酥油”或“片状起酥油”。该类起酥油要求具备陡峭的SFC曲线斜率,但熔点尽可能低,在制作食品之前仍需保持絮片状态。粉末起酥油是经喷雾冷却或滚筒急冷成形后的无载体粉状油脂制品,通常用于比絮片起酥油熔化更为迅速的场合<sup>[9]</sup>。几种常见的片状油脂产品的熔点见表8。

表8 几种片状油脂产品的熔点

产品	熔点/℃
絮片起酥油	43~46
糖霜稳定剂	43~54
硬脂或硬脂酸精	52~66
硬质乳化剂	60~66

为了区别絮片起酥油和粉末起酥油这两种产品与低碘值硬脂或硬脂酸精等廉价的饱和油脂制品,需进一步规定絮片起酥油和粉末起酥油的熔点。在国外,非月桂酸型絮片起酥油的熔点为43~48℃;用硬化月桂酸型油脂(棕榈仁油或椰子油)生产的絮片起酥油熔点为38~42℃<sup>[1]</sup>。在目前行业中,通常将月桂酸型和非月桂酸型油脂混合使用制造絮片起酥油或粉末起酥油,无法严格区分,故将其合二为一。为排除廉价硬脂、硬脂酸精和过高饱和度的油脂制品(如高度氢化的植物油)的掺合现象,结合行业实际情况,将这两类起酥油的最高熔点定为57℃。

#### 5 结论

本文讨论了宽塑性起酥油、窄塑性起酥油、液态起酥油、絮片起酥油和粉末起酥油5类起酥油特征指标的选择依据和取值范围。基于不同类型起酥油设定的特征指标,可以强化该类油脂产品的功能特征,指导企业进行标准化生产,也便于食品制造商和消费者进行辨别与选择;同时,也可在一定程度上消除掺合等受经济利益驱动的非合法现象,使我国的起酥油市场朝着规范化、全面化的方向发展。

#### 参考文献:

- [1] SHAHIDI F. 贝雷油脂化学与工艺学:第四卷[M]. 王兴国,金青哲,译.6版.北京:中国轻工业出版社,2016:81-155.
- [2] 陶瑜. 起酥油的生产及在食品工业中的应用[J]. 陕西粮油科技,1991(1):18-23,43.
- [3] 人造黄油和起酥油的加工工艺及其用途[M]. 郑桂军,译.北京:商业部粮食科技情报研究所,1984:39-62.
- [4] 高佳佳,马冰冰,马腾飞,等.猪不同部位脂肪理化检测及结晶特性分析[J]. 中国油脂,2019,44(6):34-39.
- [5] 华聘聘,黄祖德.流态起酥油的用途和制备[J]. 粮食与油脂,2000(2):22-23.
- [6] 王兴国,金青哲.油脂化学[M].北京:科学出版社,2012:35-36.
- [7] SHAHIDI F. 贝雷油脂化学与工艺学:第二卷[M]. 王兴国,金青哲,译.6版.北京:中国轻工业出版社,2016:59-114.
- [8] 徐学兵,郭良玉,杨天奎,等.油脂化学[M].北京:中国商业出版社,1993:54-59.
- [9] 金俊,叶德宏,马少斌,等.起酥油的定义与分类[J]. 中国油脂,2020,45(11):5-8.