

* 冰淇淋的成分 *

冰淇淋

乳浊液

的结构

和性质

根据托马斯所作的调查,香草冰淇淋的代表性的成分有乳脂10.2%,非脂肪牛奶固体物9.0%,乳清固体物2.0%,蔗糖10.5%,玉米糖浆固体物7%,稳定剂0.2%,乳化剂0.1%。这样一种冰淇淋含有39%的总固形物和61%的水分。

冰淇淋的结构

从结构上看,冰淇淋可描述为含有40~50%体积空气的部分冷冻的泡沫,其连续相是浓缩的含有可溶性牛乳盐类,乳糖以及糖的未冻结的水溶液,其间有分散的胶态固体,即蛋白质、盐、稳定剂和以乳浊液形式存在的类脂质。冰晶体是以粗的分散相存在,并占有空气泡间的大部分间隙。

天然乳脂乳化剂

乳脂脂肪球是一种独特的和十分复杂的统一体。牛乳含有许多列为类脂物的化合物。大多数与脂肪球有关。98%以上的乳脂含有甘油三酸酯,几乎全部是在脂肪球中心。已经鉴定到约100种脂肪酸,这一事实表明了甘油三酸酯混合物的复杂性。因此,乳脂的结晶状况是错综复杂的。由于甘油三酸酯成分溶点的大小的差异使溶点范围很大。乳脂在40°C以上是液体,在-40°C以下通常全部固化。因此,在冰

淇淋生产中,脂肪在巴斯德杀菌和均质化时是液态,而在冷却后和冻结过程中则为结晶和油的混合料。结晶的程度和状态影响某些物理性质,包括脂肪球的聚集、聚结和分散。

牛乳中天然脂肪球的直径范围是从小于1微米到大于10微米。它们由一薄的保护层包围,通常称为乳脂脂肪球膜。

冰淇淋混合料中的脂肪乳浊液

制作冰淇淋混合料的主要步骤包括将经过选择的成分混合以获得均匀的混合体、巴斯德法杀菌、均化和冷却。连续高温/短时(HTST)的巴斯德法杀菌是一些大冰淇淋制造厂最常用的方法。美国公共卫生署建议冰淇淋混合料中使用巴斯德法杀菌的最低标准为79.4°C、25秒和68.3°C30分钟的持续法。虽然在高温短时法中可在最后加热前从热交换部分流出时进行均化,但混合料通常是在巴斯德法杀菌后立即进行均化。冰淇淋混合料的均化主要是缩小脂肪球或脂肪颗粒的大小,以形成一种更为高度分散的和稳定的乳化液。一般是迫使混合物以高压通过小的喷嘴或一个叫做均质器阀的狭缝装置来完成均化的。如果混合物未经均化,在冻结过程中就可能产生脂肪搅拌过度,削弱形成泡沫的能力。其结果将产生较大的气泡和冰结晶,使冰淇淋的质地粗劣。显而易见,只有在混合料均化时,奶油或奶油制作用油才能用作脂肪来源。

混合料通常在63~74°C进行均化。为获得合适均化所需的压力取决于均化器阀的形式和混合物的成分等诸因素。当脂肪球直径在2微米或更小时,均化一般认为是合适的。建议使用压力范围从100~200大气压。具体使用要依混合料的脂肪含量而定。除了获得所要求的脂肪球大小外,还必须控制均化条件以避免新形成的球的过多聚集。如不加以控制就可能出现不正常的混合料粘度过高和在最后冻结时损害成泡性能。两阶段均化是解决这一问题的普遍使用的方法。在第一阶段中形成的聚团可在第二阶段里分散。成团趋势随混合料脂肪含量的

增加和蛋白质对脂肪的比例减少而增加。一般冰淇淋混合料的两阶段均化中使用的压力，第一阶段和第二阶段分别为 170 和 35 大气压。

均化的结果形成一层新的膜或脂肪球/原生质交界面，其成分和性质和天然乳脂脂肪球明显不同。由于表面积增大 4~6 倍，新表层的一部分即可遮盖足够多的原有膜体。新膜体的主要成分是被吸附的蛋白质，主要是酪素。通过电子显微镜观察冰淇淋中的脂肪球可以清楚地看到有一层酪素微团。曾有证明酪素对稳定油在水中的乳浊液是十分有效的。在一般冰淇淋混合料中即使用奶油或奶油制作用油作为脂肪来源时，也可获得一种稳定的乳浊液而无需加入其它乳化剂。

(萨默 1951) 和甜奶油乳酪改善了搅拌起泡性能，这要归因于存在的磷脂蛋白复合物。它还表明除了缩短搅拌时间外，含有乳化剂的冰淇淋能在较低温度下从冻结器中取出来，外观较为明显干燥，这是由于微小气泡和冰晶体的原因而形成光滑的结构(特恩鲍等人 1956、萨默 1951、阿巴克 1972)。后来采用了合成乳化剂，它有利于使用较少的蛋黄固体物，而且成本较低。最初联邦政府规定冻结甜食中的甘油一酸脂或甘油二酸脂的使用标准不得超过 0.2%，山梨糖醇酐三硬脂酸酯和山梨糖醇酐单硬脂酸酯的聚氧化乙烯衍生物，单一的或结合的，其标准不得超过 0.1% (FDA 1960)。最新修定的标准 (FDA 1977a、b 1978) 表明可以使用其它合适的乳化剂。

由于空气是在压力下计量和进入到连续式冻结器中的，所以乳化剂对搅拌起泡性能方面的作用要比对挤出的冰淇淋硬度和干燥度方面的作用为小。但硬度和干燥度对于新颖冰淇淋制品和快速包装工作方面极为重要。

冻结过程中脂肪乳浊液的变化

在巴斯德法杀菌和均化后，冰淇淋混合料应迅速冷却到至少 4 °C。冻结前的持续时间按实际情况而变化。但时间通常长到能使脂肪大量结晶。实际观察表明，冷却的混合料经过几

小时陈化其结果能改善冰淇淋的物理性质，如有较光滑的结构。在陈化期间可能产生的各种变化包括乳蛋白更完全的水合作用，(尤其在使用干奶制品时)以及脂肪和混合物中其它成分与结晶作用有关的平衡条件。

在连续式冻结器中，混合料迅速冷却到冻结温度，同时充入空气，形成小的均匀分散的空气泡的基本泡沫结构。这一过程是由一个带有刮板的圆柱体搅拌机械装置的激烈搅拌下产生的。冻结过程中的停留时间通常为 25~30 秒。

在冻结过程中，物体越来越粘滞，最后在 -5°C 到 -6°C 以硬的塑性状态从冻结器中挤压出来。由于冰晶的形成，未冻结部分中溶质浓度增大，冰点逐渐下降。在 -5.5°C 挤压温度下大约有 50% 的水是冻结的。通过计算，冰淇淋在这一阶段的未冻结的水含量大约为 30.5%。未冻结部分的总固体含量约 56%。在 -15°C 典型供应温度中，大约 82% 的水是冻结的，总固体物含量为 78%，脂肪含量为 20.4%。因此未冻结部分是一个高浓度的粘滞物体。脂肪乳浊液的状态明显地影响它的物理性质。

冻结和强烈搅拌过程中，必然导致脂肪乳浊液的不稳定。很长时期人们认为冰淇淋的最佳或最适宜的物理特性依靠某种高度稳定的乳浊液在冻结过程中能抗结块和搅拌。因此，曾认为使用乳化剂而得到的搅拌性质的改进和合适的干燥度以及硬度是来源于它们作为乳浊液稳定剂的作用。这些假设理论被肯尼和他的合作者完全否定了。他们发现大多数乳化剂使脂肪乳浊液在冻结过程中较不稳定。此外，他们还证明脂肪的不稳定作用及聚结后的程度和挤出的冰淇淋的干燥度和硬度等性质中间有着直接关系。这些发现已被许多其它研究者所证实。

现行的概念是控制冻结和搅拌期间的脂肪乳浊液的不稳定性，以达到所要求的干燥度和硬度。结团太少使冰淇淋外观较湿和比较不硬，而结块太多，又会使结构粗糙。冰淇淋的结构和搅拌发泡奶油有某些相似，聚集的脂肪

几种水果冰激凌的制做工艺和配方

(意大利技术座谈会)

任 明

一、西瓜冰激凌

主要配方: (按每次 5 kg 计)

西瓜 2.55 白糖 0.7

水 1.75

工艺流程:

西瓜→清洗→剖开取瓤→打碎去籽→混合
搅拌→制作→成品

产品特征:

色粉红,组织细腻,富有西瓜的芳香。

二、草莓冰激凌

主要配方:

草莓 1.2 白糖 1.2

热水 2.6 香精 少许

工艺流程:

草莓→清洗→切碎(1/2~1/4)→混合搅
拌→制作→成品

产品特征:

色粉红,组织细腻,酸甜爽口,富有草莓

芳香,诱人食欲。

三、苹果冰激凌

主要配方:

苹果 1.5 白糖 1

热水 2.5 香精 少许

工艺流程:

苹果→清洗→去皮核→切片→混合搅拌→
制作→成品

产品特征:

色淡黄,组织细腻,富有苹果芳香。

四、鸭梨冰激凌

主要配方:

鸭梨 1.4 白糖 1.05

热水 2.55 香精 少许

工艺流程: (同苹果)

产品特征:

色白,组织较苹果粗些,带有鸭梨的芳
香。

颗粒和气泡的网络是结构坚实所必需。

冻结期间脂肪结聚的速率是关系到搅拌发泡性能和结构性质的一个十分重要的因素。如果开始即有大的脂肪块聚集,或在达到所需的粘度之前,冻结过程中就会过早成块,气泡可能在高速率下破裂。最后所得可能是质量粗劣的冰淇淋。当水冻结和粘性增加时,气泡较不易破裂,事实上,脂肪块聚有利于气体的结合和小气泡的形成。这表明,合适地使用乳化剂其结果是产生较小的和更多的气泡层,增加了表面积。光滑的结构也是微小冰晶的结果。虽然对这些复杂的关系还没有足够的认识,但是气体/液体分界面将扩大表面积,因而对“干燥”起作用。因为表面积增大,未冻结水层就

会变薄。

进一步的研究和估价

对有关冰淇淋的复杂的结构和在冻结过程中产生的脂肪乳浊液及其它结构成分的机理,需要进一步研究。伯杰(1976)注意到,虽然仪器的进展对制做过程和成分变化已产生了有用的情报,但对冰淇淋性质的感观认识方面的联系是有限的。上述见解还需要进一步加以证实,要有效地控制冰淇淋生产中影响产品性质的各种变数,这些性质还和消费者的接受性有关。

刘洪来 译自《Food Technology》

1981年35卷第1期

陈祖荫校