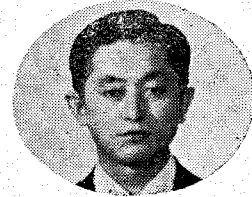


아이스크림 製造上 問題點



金 榮 教

(高麗大 教授)

近年 우리나라의 아이스크림生産量은 急速히 增加되어 가고 있으며 그 品質에 있어서도 數年前에 比較하면 顯著히 改良되고 있다. 아이스크림이라 하면 乳脂肪을 主成分으로 한 營養食品으로 알려지고 있지만 그 種類가 매우 많을뿐만 아니라 成分上으로도 差異點이 많은 것이 事實이다. 一般的으로는 아이스크림이란 牛乳 및 乳製品에 설탕 香料를 비롯하여 기타의 原料를 適當히 添加하여 混合시킨 다음 攪拌하면서 凍結한 것이라고 할 수 있을 것이다.

아이스크림의 品質을 向上시키기 위해서는 오늘날까지 많은 研究가 이루어지고 있으나 아이스크림의 成分과 그 構造의 複雜性때문에 아직도 完全히 解決치 못한 점들이 남아있는 것이다.

여기서는 紙面關係도 있고해서 아이스크림製造上 가장 重要하고 또 問題視되고 있는 몇가지 점에 대해서 보다 자세히 알아보기로 하겠다.

牛乳脂肪

牛乳 特有的 脂肪으로서 營養價가 높고 아이스크림製造上 가장 重要한 成分으로서 아이스크림組織의 부드러움과 保形性(dryness)에 關係가있으며 아이스크림의 맛을 좌우하는 要素의 하나가 된다. 大體로 脂肪率 10~12%에서 아이스크림의 참 맛을 낼수있고 또 입에 들어갔을때의 찬 느낌이 적당하다고 한다. 이보다 脂肪率이 낮으면은 맛이 淡白해지고 입속에서의 촉감이 나빠지고 또 너무 차게 느껴지나 反對로 脂肪率이 14%정도에서는 脂肪臭가 나기 始作하고 食後의 입맛이 좋지 않으며 18%以上에서는 脂肪臭가 不快할정도로 느껴지며 입속에 넣었을때에 오히려 따뜻한 感을 느끼게 된다는 것이 定說로 되어있다. 또한 脂肪의 多少와 맛의 關係는 脂肪을 供給하는 原料의 品質에 따라서 다르며 新鮮하고 清潔한 크림을 使用할때는 별 問題가 없지만 品質

이 나쁜 크림이라든지 脂肪이 變質된 오래된 버터를 使用하면은 오히려 製品의 質을 나쁘게 한다.

다음에 脂肪率의 高低는 아이스크림의 조직(texture)과 부드러움(softness)에 영향을 미친다. 그 理由는 脂肪이 freezing하는 사이에 水分結晶의 擴大를 制限해서 아이스크림을 먹을때에 입속에서의 촉감을 부드럽게 한다. 특히 아이스크림의 室溫에서의 保形性은 脂肪의 含有率과 병행하며 脂肪率이 높을수록 좋다. 脂肪率이 다른 아이스크림을 室溫에 放置하여 一時間後의 減量을 調査하여 保形性을 試驗한 結果는 다음과 같다.

표 1. 아이스크림의 脂肪率과 保形性

아이스크림 脂肪率(%)	4	8	12	16	20
一時間後의 減量 (%)	62.1	57.1	48.0	35.7	25.0

아이스크림의 安定劑

아이스크림을 만들때에 제라틴, 알긴酸 나트륨, locust beangum, carrageenan, CMC, pectin등의 安定劑를 使用하는데 安定劑를 使用하는 主目的은 아이스크림의 組織과 body를 부드럽게하고 freezing할때에 생기는 氣泡의 發生을 돕고 한번 생긴 거품을 維持하면서 水結晶의 成長을 防止하여 아이스크림의 保形性을 좋게하는데 있다. 安定劑의 作用機構는 安定劑가 물의 分子와 結合하여 粘性을 일으키는 高分子物質이라는 것은 明白하지만 그것이 製造工程에 있어서 乳糖이라든가 脂肪球 또는 casein micelle의 安定에 어떤 影響을 주는지에 대해서는 아직도 解明되지 않은점이 있다.

잘 알려져 있는바와 같이 아이스크림 믹스(ice cream mix)와 같이 설탕 乳糖 또는 鹽類를 含有한 溶液은 0°C보다 낮은 水點을 갖

고 있다. 그러나 降下된 水點에서 아이스크림 믹스가 100% 凍結하는 것은 아니고 純水만이 凍結해서 水結晶을 析出하며 未凍結믹스는 그 溶質이 濃縮되므로 더 낮은 溫度가 아니면은 다음의 水結晶은 일어나지 않는다 이와같이 해서 아이스크림믹스의 水點은 점차 降下되어 完全히 水分이 凍結하는 것은 -30~-50°C의 低溫이 된다. 生成되는 水結晶의 크기는 아이스크림의 組織에 많은 影響을 주며 그 크기는 冷却의 速度, 結晶核의 存在數 및 크기, 溶液의 振動, 溶液의 粘度등에 의해서 決定된다.

冷却速度가 느릴때는 水結晶은 水結晶核 또는 既存의 어름위에 形成되며 冷却速度가 急速히 低下될때에는 水結晶은 水結晶核의 도움 없이 析出된다. 따라서 冷却速度가 느린 狀態에서는 水結晶核의 크기와 數가 水結晶의 크기를 決定하게 되며 水結晶核의 數가 적으면은 水結晶은 크게되며 反對로 微細한 結晶核이 多數있으면은 水結晶은 微粒狀態로 生成하게 된다. 急冷과 溶液의 심한 攪拌은 極度の 過飽和狀態를 만들기 때문에 多數의 微細한 水結晶을 만들어 낸다. 또 溶液의 粘度가 크면은 水結晶은 적어진다. 그런데 安定劑를 添加한 아이스크림은 微細한 水結晶을 生成하여 부드러운 組織을 만든다. 安定劑는 그 親水基에 의해서 물分子와 結合하거나 또는 分子相互의 엉킴과 形成에 의해서 물分子의 移動을 妨害하여 아이스크림믹스에 높은 粘度를 갖게 하여 水結晶의 生成 및 그 成長을 遲延시킨다

다음에 安定劑의 좋지않은 作用으로서 웨이(whey)分離現象이 있다. 植物 gum, CMC등을 아이스크림믹스에 添加하면은 투명한 whey가 分離된다. 沈澱된 것은 casein이며 磷酸칼슘을 수반한다. 이럴때는 carrageenan (Irish mass)을 安定劑와 같이 병용하므로써 웨이分離를 防止하고 아이스크림의 保形性을 改善할

수 있다.

그것은 carrageenan이 casein micelle의 칼슘과 결합해서 gel을 形成하기 때문이다.

안정劑에는 제 2 磷酸나트륨, 헥사磷酸나트륨, 구연酸나트륨등의 鹽類를 配合할때가 있다. 이 鹽類들은 freezing中에 脂肪의 churning을 防止한다고 하며 특히 長時間 freezer속에 있을 可能性이 있는 soft ice cream에 効果의이라고 한다. Keeney는 이와 같은 鹽類를 配合한 安定劑(CMC-carrageenan) 0.35%, 脂肪 10.2%, SNF 12%, 설탕 13%, 의 아이스크림믹스를 使用해서 freezing中의 脂肪의 安定度を 調査했는데 이때 磷酸鹽의 添加량은 0.1% 및 0.2%였다.

Churning防止 作用은 테트라피로磷酸나트륨, 헥사메타磷酸나트륨구연산나트륨, 제 2 磷酸나트륨의 順序이며 添加량이 많을수록 效果가 크다. 磷酸鹽 구연酸鹽의 churning 防止效果에 대해서는 完全히 解明되어 있지 않지만은 蛋白質의 分散狀態에 어떠한 變化를 주어 그것이 泡沫의 安定度を 높여 泡沫破壞에 의한 脂肪球의 凝集을 일어나기 어렵게 하는 것으로 推測된다.

아이스크림의 乳化劑

아이스크림에 乳化劑를 使用하는 目的은 아이스크림믹스의 오버런(overrun)을 改善하고 組織을 부드럽게하며 heat shock抵抗性を 增加시켜 保形性を 良好하게 하기위하여 使用하고 있다.

아이스크림의 乳化劑로서 잘 알려지고 있는 것은 그리세린의 脂肪酸에스텔, 솔비탄脂肪酸에스텔(Span), 및 포리옥시에티렌솔비탄脂肪酸에스텔(Tween)등이다.

乳化劑는 化學構造의으로는 一分子中에 親水基와 親油基를 가지고 있으며 乳化, 分散, 起

泡등의 作用 즉 界面의 性質을 顯著하게 바꾸는 作用을 가지고 있으므로 그 效果는 乳化劑의 親水性和 親油性에 의한 것으로 쉽게 推測할수 있다.

이 關係를 定量的으로 表現코저 試圖한 것이 HLB(hydrophilic lipophilic balance)이다.

HLB는 1949年 미국의 Atlas社에서 經驗的으로 算出한 數字로서 親水性最大의 界面活性를 HLB=40으로하고 親油性 最大의 界面活性를 HLB=1로해서 界面活性劑의 하나의 特性值로 한 것이다.

HLB는 溶解度特性和 擴張係數(spreading co-efficient)와의 關係가 있으며 아이스크림의 乳化分散과 起泡性的 指標로 볼수 있다. 다음 표는 HLB와 水溶性의 關係를 나타낸 것이다.

표 2. HLB와 水溶性

HLB 範圍	물에 대한 水溶性
1~4	分散하지 않는다.
4~6	잘 分散하지 않는다.
6~8	乳狀分散液이 된다.
8~10	半透明내지 透明한 分散液이 된다.
13~	透明溶液이 된다.

起泡力이 좋은 乳化劑는 界面에 強하게 吸着되어 一定한 配合를 하며 表面 및 界面張力을 低下시켜 安定한 emulsion을 生成하므로 乳化力도 높을때가 많다.

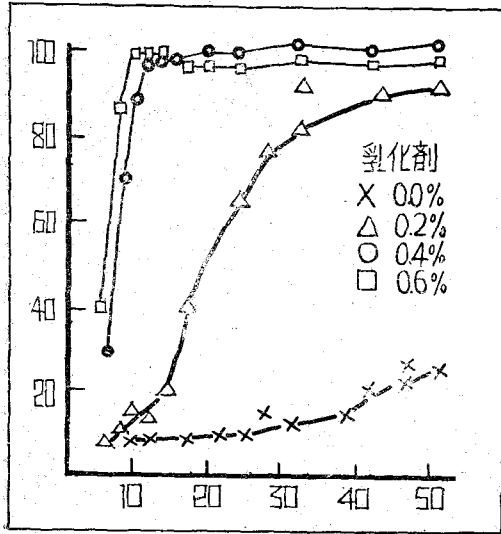
乳化性は 界面에의 吸着과 配合의 強度에 따라서 決定되므로 팔미틴酸과 스테아린酸같은 飽和脂肪酸을 親油基로한 乳化劑의 乳化性は 強力하다.

Keeney등은 1958년에 아이스크림의 brynness와 Creamy한 組織과 body를 만들기위해서는 freezer속에서 脂肪球가 微細한 氣泡를 품어서 凝集하지 않으면 안된다는 사실을 증명하였다.

freezer에 들어가기前의 아이스크림믹스의 脂肪의 乳化狀態는 添加된 乳化劑에 따라서

그렇게 달라지는 것은 아니라고한다. 아이스크림믹스가 freezer속에서 들어갔을때 믹스의 지방의 乳化狀態는 變化를 받는다. 이變化를 알아내기위해서 주로 두가지方法이 사용되고 있다.

하나는 freezer로 부터 꺼낸 아이스크림을 四鹽化炭素로 抽出해서 遊離脂肪量을 直接 測



融解되지 않고 남은 아이스크림(%)

도표 1. Freezing時間(分)

아이스크림의 保形성에 미치는 乳化劑의 添加量의 影響(Stistrup, Andreasen)

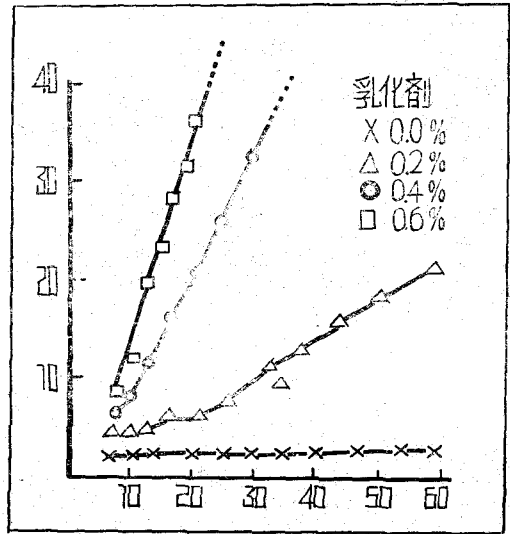
에 따라서 四鹽化炭素로 抽出되는 脂肪의 量은 점차 增加하며 동시에 아이스크림의 保形성은 向上한다.

良好한 保形성은 乳化狀態를 一部 破壞된 脂肪球가 凝集되어 굳은 덩어리가 되어 이루어지는 것인데 脂肪球表面으로 부터 離脫하기 쉬운 乳化劑가 dryness 및 保形성을 改善하는 힘이 크다고 한다. 그러므로 保形性改良劑로서 보통 사용되는 乳化劑는 그리세롤모노오레에트, 슐비탄모노오레에트(span 80) 및 포리옥시에틸렌술비탄모노오레에트(Tween 80)등이다.

乳化破壞의 힘은 上記한 順으로 크므로 必

定하는 方法이고 다른하나는 soft아이스크림을 溶解後 540m μ 에서 吸光度를 測定하므로써 乳化狀態에있는 脂肪量을 알아내는 方法이다.

乳化劑는 freezer내에서 脂肪의 乳化破壞를 促進하는 同時에 아이스크림에 dryness를 주고 保形성을 改善한다고 한다. 다음 도표에 表示된 바와같이 乳化劑의 添加量이 增加함



四鹽化炭素로 抽出된 脂肪(%)

도표 2. Freezing時間(分)

Freezing中에 生成되는 遊離 脂肪의 量에 미치는 乳化劑의 添加量의 影響(Stistrup, Andreasen)

要로한 소프트아이스크림의 保形成에 따라서 保形性改良劑로서의 乳化劑의 種類라든지 添加量을 定하면은 좋다.

그러나 아이스크림을 容器에 넣어서 凍結시킬 경우에는 保形성은 그리 問題가 되지않는다.

다음에 乳化劑가 아이스크림에 미치는 重要한 效果의 하나로서 아이스크림믹스의 起泡力 즉 오버런(overrun)의 改善이 있다.

乳化劑가 氣體와 液體界面에 吸着하므로써 直接氣泡力에 影響을 준다는 추측도 있으나 오히려 保形성에 미치는 影響과 같이 脂肪의 乳化를 통해서 미치는 影響이 큰 것으로 생각

되고 있다.

Keeney 등에 의하면 포리옥시에터솔비탄 모노스테아레이트(Tween 60), 솔비탄모노스테아레이트(Span 60), 그리세롤모노스테아레이트의 順으로 오바런을 改善하나 Tween 80, Span 80 등은 오히려 오바런을 阻害한다고 報告하고 있다.

이 實驗에 使用된 아이스크림믹스의 組成은 脂肪 13%, 無脂肪固形分 11%였다.

그러나 低脂肪아이스크림이나 또는 脂肪對無脂肪固形分の 比가 낮은 믹스일 경우에는 乳化劑의 種類에 따라서 아이스크림의 오바런에 미치는 影響도 매우 달라진다고 한다.

아이스크림의 높은 오바런은 脂肪의 一部乳

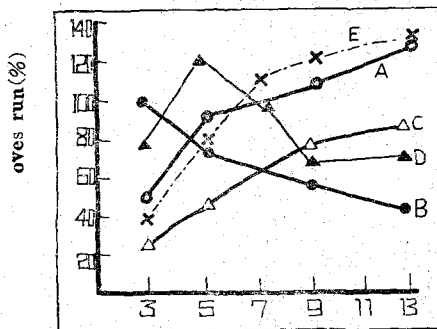


도표 3. Freezing時間(分) 아이스크림의 오바런에 미치는 믹스의 脂肪率과 乳化劑의 脂肪酸組成의 影響(淺野)

다음 도표는 이러한 關係를 나타낸 것이다. 총괄적으로 아이스크림에 適當한 오바런과 좋은 保形性을 주기위한 乳劑로서는 脂肪 2%~4%의 아이스크림 경우에는 添加量을 比較的 많게 0.3%~0.4%로 하며 그 組成도 脂肪酸모노그리세레이트를 例로 들면 그리세롤모노스테아레이트와 오레이트를 2:1로 하는 것이 좋을 것이며 脂肪 8%以上の 高脂肪아이스크림에서는 添加量을 적게 0.1%~0.2% 정도로 하며 그 組成은 그리세롤모노스테아레이트

가 破壞되어 凝集할때 그 높은 構造粘性에 의해서 얻을수가 있는 것이다.

그러나 脂肪의 凝集이 더 進行되어 多量의 遊離脂肪(churned fat)을 生成하게 되면은 오바런은 低下된다.

그러므로 아이스크림의 오바런을 改善하기 위해서는 適當히 脂肪球의 만을 凝集을 일으키고 同時に 그것이 너무 進行되지 않겠끔 抑制하지 않으면 안된다.

高脂肪 아이스크림 또는 脂肪對 無脂肪固形分の 比率이 높은 아이스크림의 오바런을 改善하기 위해서는 오히려 churning의 進行을 抑制하기 위해서 乳化力이 높은 Tween 60, Span 60 또는 그리세롤 모노스테아레이트와 같은 乳化劑가 効果의이며 反對로 低脂肪 아이스크림에서는 약간의 脂肪球凝集을 일으키기 위하여 그리세롤모노오레이트와 같은 乳化劑를 破壞하는 乳化劑를 스테아린酸에스텔과 병용할 必要가 있다.

- A,B : 脂肪率 8%
- C,D,E : 脂肪率 3%
- A,C : 그리세롤 모노스테아레이트 0.3%
- B,D : 그리세롤 모노오레이트 0.3%
- E : 그리세롤 모노스테아레이트 0.2% 및 그리세롤 모노오레이트 0.1%

첨가하든지 또는 오레이트를 10%~20%정도 添加하는 것이 좋으며 脂肪 5~7%의 아이스크림에서도 그 中間値를 택하는 것이 좋은 것이다.

그러나 乳化劑가 어떠한 機構로서 아이스크림믹스의 脂肪球의 乳化分散에 關與하고 있는지 또 freezing중 脂肪球界面으로 부터의 乳劑의 離脫은 어떻게 일어나는지 氣體液體面에서의 乳劑의 吸着 여부등 興味있는 課題가 남아있다.