

# 製빵에 있어서

## Dough Strengthenener와

## Crumb Softener의

## 機能에 대하여

張 鶴 吉

경원대학교 식품영양학과 교수

### 1. 서 론

빵은 꽤 오랜 역사를 가지고 있다. 파라오의 무덤과 폼페이의 遺跡에서는 물론 카이로의 博物館에 BC 2,400년의 빵이 化石으로 보관되고 있으니 빵의 역사는 최소한도 4,300년은 되었다고 할 수 있다.

初期의 빵은 밀을 擄아서 가루로 만든 無醱酵빵이었으며, 紀元前 2~3천년에 이르러서야 醱酵빵이 등장하게 되었다고 기록하고 있다.

製빵의 技術을 고도로 발달시킨 것은 그리스人으로서 이때 벌써 직업적인 소규모의 빵工場이 운영되었고, 로마時代에는 人口 2,000名에 1個의 製粉 및 製빵工場이 있었다는 기록이 있을뿐만 아니라 販賣商의 組合이 있었다는 기록도 있다.

이와 같은 時代의 흐름에 따라 많은 技術이 발달되었고, 특히 純粹培養한 酵母를 빵의 製造에 이용됨으로써 빵의 種類도 다양화 되었다.

빵은 밀가루, 물, 酵母, 소금의 4가지 기본적인 原料로 만들어 지며, 빵의 種類에 따라서 사용되는 副原料의 種類와 量이 달라지게 된다. 특히 強力粉을 主體로 配合, 반죽, 醱酵 및 굽기 過程을 거치는 醱酵빵의 製造에서 dough strengthener (반죽 強化劑)와 crumb softener(빵속 軟化劑)의 역할은 대단히 크다.

즉, 製빵에 있어서 dough conditioner, dough strengthener, crumb softener, emulsifier—이러한 모든 添加物은 이스트 醱酵製品(yeast-raised products)의 生産과 製品의 品質을 改善하기 위하여 사용하고 있다.

製빵의 특수한 system에 대한 生産품의 정확한 評價를 위하여 이들 添加物이 반죽에 미치는 要因과 dough system에 있어서 그 機能을 정확하게 이해하는 것은 물론 아울러 이들 添加物에 대한 補助役割 또는 synergistic action을 이해하는 것은 製빵産業에서 대단히 중요하다.

일반적으로 dough conditioner는 製品의 속을 부드럽게 하는 특성을 가지는 한편 빵속 軟

化劑도 어느정도 반죽 強化劑의 능력을 가지고 있다. 또한 이스트 醱酵製品에서 반죽 強化劑와 빵속 軟化劑의 필요량은 이들 添加物의 種類와 量, 生産過程 및 요구되는 製品의 특성에 따라 다르다.

이들 添加物의 가장 기본적인 역할이란 gluten protein과 結合하여 반죽의 가스保有力과 기계적성을 改善하고, 製品의 부피, 모양, 組織 및 氣孔을 좋게하며 澱粉과 結合하여 빵의 硬化나 老化를 지연시켜 주는 것이다. 대체로 이들 添加物은 이스트 醱酵製品에서 다음의 역할 중에서 한가지 또는 두가지 이상의 機能을 갖는다.

가) dough의 반죽과 기계적 耐久性を 증가시켜 製品의 損傷을 방지 또는 감소시킨다.

나) dough의 耐久力을 증가시키고,

다) proofing된 dough의 취급동안 dough의 knockdown(반죽이 주저앉는 현상)을 감소시키는데, 특히 continuous mix system에서 더욱 현저하다.

라) 製品收率 및 品質과 관련된 dough의 吸水率을 증가시키며,

마) 쇼트닝의 사용량을 최대로 줄일 수 있고,

바) 製品의 부피, 氣孔構造, 텍스투어, 겹질의 부드러움과 기타 品質을 개선한다.

사) anti-staling과 軟化機能 作用으로 貯藏時 品質을 개선하며,

아) gluten組織과 結合하여 製品의 生産을 용이하게 한다.

## 2. Dough Strengtheners, Crumb Softeners

반죽 強化劑의 改善效果에 대해서는 여러가지 mechanism이 제안되었으나 아직까지 그 mechanism이 확실히 밝혀진 것은 아니다. 보통 이 유효한 效果는 밀가루의 蛋白質과 colloidal binding의 결과로 알려져 있다.

이 作用에 의한 잇점들은 다음과 같다.

○ 반죽에서의 잇점

가) 반죽 耐久力 개선

나) 吸水率 증가

다) 醱酵과 프루핑하는 동안 가스保有力 개선

라) 반죽의 주저앉음 방지

마) 프루핑시간 단축

○ 製品에서의 잇점

가) 부피개선

나) 彈力있는 조직과 고운 기공

다) 강한 열면

라) 썰기 개선

軟化劑는 일반적으로 乳化劑 또는 界面活性劑로서 분류하지만 dough system에서의 機能은 반드시 乳化劑의 역할만을 하는 것은 아니다.

Oil-in-water 또는 water-in-oil 乳狀液은 밀가루 반죽에서는 形成되지 않기 때문에 이스트 醱酵製品에 混合된 化學物 乳化劑는 그 機能을 발휘하지 못한다. 즉, 반죽에 있어서 化學 乳化劑의 機能은 그것들의 化學的 構造와 밀가루 반죽 成分과의 相互作用에 의해 유도된다.

老化過程은 다음의 세가지 要素를 포함한다.

첫째, 製品內部 텍스투어의 硬化.

둘째, 香氣成分의 상실.

셋째, 製品의 겹질이 가죽질처럼 되어 신선함을 잃어버리는 것이다.

그러므로 軟化劑는 製品의 텍스투어가 굳어지는 것을 지연시키고 겹질이 오랫동안 신선하도록 유지해 주는 것이다.

빵에 있어서 乳化劑의 機能은 직접적으로 製品을 부드럽게 하는 것이 아니고 澱粉이 結晶化 되는 것을 지연시키므로써 老化와 관련된 빵의 굳기를 방지하는 것이다. 빵의 內部組織이 단단하게 되는 것은 기본적으로 澱粉의 변화에 의한 것으로, 굽는 동안 乳化劑와 아밀로스에 의하여 複合體가 형성되고 이 複合體는 아밀로펙틴의 굳기 또는 老化를 지연시켜 준다.

## 3. 제 품

빵 製品에 사용되는 반죽 強化劑와 빵속 軟化劑는 표 1에서 보는 바와 같이 미국 食品醫藥局(FDA)에 의해 허용된 것으로 제한되고 있다.

이미 언급한 바와 같이, 대부분의 이들 添加

物은 어느 정도까지는 반죽 強化作用과 빵속 軟化作用의 두가지 機能을 함께 가지고 있다.

그러나 실제 사용에 있어서는 각각의 성질이 다르기 때문에 두가지 이상을 동시에 사용한다.

#### < 표 1 > FDA에 의해 허용된 강화제와 연화제

- Mono- and diglycerides
- Diacetyl tartaric acid esters of fat forming fatty acids(DATA)
- Propylene glycol mono- and diesters of fat forming fatty acids
- Polysorbate 60
- Calcium stearyl-2-lactylate
- Lactylic stearate
- Sodium stearyl fumarate
- Succinylated monoglycerides
- Sodium stearyl-2-lactylate
- Ethoxylated mono- and diglycerides

#### (1) 모노글리세라이드(Monoglyceride)

모노글리세라이드는 반죽改良劑의 복잡한 부류중 하나이다. 여러가지 物理的 形態가 있기 때문에 사용되는 製品에 따라 조심스럽게 선택하지 않으면 안된다. 예로서 顆粒狀態는 자체의 단단한 物理的 特性때문에 대부분의 sponge dough system에는 부적당하나 脂肪에 녹여 사용할 때는 가장 좋다.

반면 모노글리세라이드의 水化物은 반죽시 混合이 잘 되므로 대부분의 dough system에 있어서 가장 효과적인 것으로 알려져 있다. 한편 여러가지 dough system에 있어서 모노글리세라이드의 效率은 모노글리세라이드의 製造에 사용되는 原料 및 製造方法과 같은 것에 의해 영향을 받는다.

모노글리세라이드는 알카리 觸媒의 存在下에 脂肪과 글리세린의 反應을 이용하여 植物性 혹은 動物性 油脂로 부터 만들어지는 것이다. 최종 산물은 mono-, di-, tri- 형태의 混合物이다.

모노글리세라이드는 첫째  $\alpha$ -모노글리세라이드의 함량에 따라서 製品의 속을 부드럽게

하는 힘의 표시가 결정되며, 두번째로 모노글리세라이드의 效率을 조정하는 요인은 造成脂肪酸의 不胞化度이다.

소프트(soft) 모노글리세라이드는 부분적으로 硬化된 脂肪으로 만들어 지며,  $\alpha$ -모노글리세라이드의 含量은 50~55% 정도이다. 이 소프트 모노글리세라이드는 製品의 속을 부드럽게 하는데는 효과적이거나 製品의 彈力性을 減少시키는 경향이 있다.

하드(hard) 모노글리세라이드는 硬化된 脂肪으로 만들어 지는데,  $\alpha$ -모노글리세라이드를 濃縮하기 위하여 molecular distilled process를 사용하고 있으며, 이때 약 90%의  $\alpha$ -모노글리세라이드를 함유하게 된다.

이 하드 모노글리세라이드는 製品을 부드럽게 하는 것은 물론 製品에 彈力性을 주어 잘 썰리도록 하며, 취급하기도 편리한 특성을 가지고 있다. 최근까지 이 하드 모노글리세라이드는 顆粒만을 생산하였기 때문에 실제 dough system에서는 分散이 불가능하여 거의 사용되지 않았으나, 分散이 용이하고 매우 효과적인 粉末製品이 생산됨에 따라 현재 이스트 醱酵製品에 광범위하게 사용되고 있다.

현재 여러가지의 모노글리세라이드가 사용되고 있으나 실제에 있어서는 소프트 또는 하드 모노글리세라이드의 하나를 사용하고 있는 것이다.

모노글리세라이드의 기본적인 形態는 다음과 같다.

#### 가) 水化物(Hydrate)

15~20%의  $\alpha$ -모노글리세라이드를 함유하며 반죽에 쉽게 分散되지만 安定性이 없다. 즉 冷蔵 또는 過熱되었을 때 分離되는 경향이 있다.

소프트와 하드 모노글리세라이드는 水化物을 만드는데 사용되며, 이 水化物 형태는 dough system에서 비교적 쉽게 分散되며,  $\alpha$ -모노글리세라이드 중 가장 효과적인 것으로 인정되고 있다.

#### 나) soft plastics

이것은 50~55%의  $\alpha$ -모노글리세라이드를

함유하는 soft type으로서 dough system에서 쉽게 分散되며 쇼트닝과 같은 粘性을 갖는다.

#### 다) Distilled monoglyceride

90%의  $\alpha$ -모노글리세라이드를 함유하는 hard type으로서 顆粒形과 粉末形의 두가지가 있으며, 顆粒形은 용해된 脂肪에서만 分散이 용이하나 최근에 개발된 粉末形은 dough system에서 가장 우수하다.

그러므로 hard type은 脂肪 添加量이 비교적 적은 製品生産에 적당하며, soft type은 단과자 (sweet goods) 製品과 같은 脂肪含量이 높은 제품에 사용되는 것이 좋다.

### (2) Sodium Stearoyl-2-Lactylate(SSL)과 Calcium Stearoyl-2-Lactylate(CSL)

Calcium과 Sodium의 鹽을 가진 stearoyl lactylate는 製빵시 반죽 強化劑로서 광범위하게 사용되고 있으며 빵속 軟化劑로서도 효과가 인정되고 있다.

이 SSL과 CSL은 반죽동안 밀가루의 蛋白質과 結合하여 반죽을 강화시키는 複合體를 형성하고 굽는 동안 다시 밀가루의 澱粉과 작용하여 製品을 부드럽게 하고 老化를 방지한다.

CSL은 우수한 반죽 強化劑로서 製品의 부피를 증가시키고 製品의 옆면(side wall)을 단단하게 하며, 반죽이 주저앉는 것을 방지해 준다.

SSL도 매우 우수한 반죽 強化劑이나 CSL보다 製品의 속결을 부드럽게 하는 특성은 다소 떨어진다.

CSL과 SSL에는 顆粒形과 粉末形이 있고, 여러가지 dough system에 사용하고 있으며 모노글리세라이드와 같은 빵속 軟化劑와 병행하여 사용하기도 한다.

製빵시 CSL과 SSL의 機能은 반죽 強化 및 빵속 軟化作用과 반죽의 耐久性, 가스保有力, 빵의 부피, 썰기 특성을 개선하고 저장성을 향상시켜 준다.

### (3) Ethoxylated Monoglycerides(EOM)

이것은 mono- 또는 diglyceride와 ethylene oxide와의 反應物質로서 融點이 낮으며 室溫에

서는 粘着性의 液體狀態를 유지한다.

EOM은 반죽을 強化시키는 특성은 매우 우수하나 빵속 軟化作用은 매우 낮으며 사용수준에도 어느정도 한계가 있다. 즉, 過量을 사용하면 膨脹이 심하여 굽는 동안 빵이 주저앉게 된다.

따라서 EOM만 사용하는 경우는 거의 없으며, 대부분 mono- 또는 diglyceride와 混合하여 사용하는데 이 경우 製品을 부드럽게 함은 물론 반죽 強化能力도 매우 우수하다. EOM의 製品形態는 液體에서 부터 fat-based plastics, 乾燥顆粒 등 여러가지가 있다.

### (4) Polysorbate 60

Polysorbate 60(Polyoxyethylene Sorbitan Monostearate)은 Sorbitan monostearate와 Ethylene oxide의 反應 生成物로서 室溫에서 液體狀態를 유지한다.

Polysorbate 60은 본래 반죽 強化劑이나 빵속 軟化劑로서의 특성도 약간 갖고 있다. Mono- 또는 diglyceride와 같이 사용하였을 때 synergistic effect에 의해 반죽 強化作用과 빵속 軟化作用을 상승시켜 주게 된다.

대부분의 시판용 Polysorbate 60은 모노글리세라이드가 混合된 것으로, 製品의 형태는 soft plastics, 프레이크상, 顆粒으로 되어 있다.

液體醱酵(Brew system)에서는 親水性 때문에 거품이 발생하는 원인이 되므로 반죽에 직접 첨가하거나 또는 쇼트닝에 첨가하여 사용한다.

### (5) Succinylated Monoglycerides(SMG)

SMG는 Succinic anhydride와 Distilled monoglyceride의 反應 生成物로서 monoglyceride, monosuccinylated monoglyceride 및 disuccinylated monoglyceride의 混合物로서 최근에 粉末形態가 개발되어 사용되고 있다.

SMG의 단점은 粉末의 粒子가 곱지 않으면 반죽에서 分散이 잘 안되는 物理的 特性 때문에 脂肪과 같이 녹여서 사용하는 dough system에 주로 사용되고 있다.

SMG는 우수한 반죽 強化劑로서 oven spring 도 아주 좋고 製品도 부드럽게 하는 특성을 가지고 있다. SMG를 이용한 제품으로서는 mono- 또는 diglyceride의 混合物로서, SMG-mono-glyceride 混合物이 반죽에서 더 쉽게 分散된다.

(6) Diacetyl Tartaric Acid Esters(Data)

모노글리세라이드의 Data ester는 Diacetyl tartaric acid anhydride와 Distilled monoglyceride 의 反應에 의해서 生成된 물질이다.

粒子가 매우 작은 乾燥粉末로서 대단히 우수한 반죽 強化機能을 갖고 있으며 製品의 부피도 개선시켜주나 빵속 軟化機能은 매우 미약하다. 주로 Brew system에 사용되는데, 실제 사용시는 液體醱酵 탱크에 직접 첨가하거나 쇼트닝에 녹여 사용한다.

이들 添加物의 機能을 종합하면 표 2와 같다.

(7) Coated Vital Wheat Gluten(VWG)

VWG는 모든 빵류와 번(Bun)류에서 반죽의 強化, 製品의 부피 향상, 製品의 氣孔 및 組織을 개선한다.

VWG의 사용시 한가지 문제점은 Continuous mix bread를 위한 Brew system에서 설탕이나 밀가루와 미리 混合하지 않고 VWG를 첨가하면 水分을 흡수하여 덩어리를 형성하게 된다.

그러므로 界面活性劑로서 VWG를 被覆함으로써 Brew system에서 쉽게 分散되도록 할 뿐만 아니라 慣行製빵方法(Conventional dough system)에서도 分散能力이 좋아서 사용하기가 편리하다.

4. FDA 規格基準

반죽 強化劑와 빵속 軟化劑의 사용은 FDA에 의해 허용된 것들로 제한된다. 이들 添加物에 대한 사용규정량은 표 3, 4에서 보는 바와 같다.

<표 3> 표준제품에 있어서 FDA허용기준

Product	Limitation
Calcium stearyl-2-lactylate	0.5% max.
Sodium stearyl-2-lactylate	0.5% max.
Data esters	No limit.
Mono- and diglycerides	No limit.
Succinylated monoglycerides	0.5% max.
Polysorbate 60	0.5% max.
Ethoxylated monoglycerides	0.5% max.

\* 단독 또는 혼합해서 전체 사용량이 밀가루 기준으로 0.5%를 초과할 수 없다.

<표 2> 반죽강화제와 빵속연화제의 강화력과 연화력 비교

	Strengthening	Softening
Sodium stearyl-2-lactylate	Excellent	Very good
Calcium stearyl-2-lactylate	Excellent	Good
Data Esters	Excellent	Fair
Ethoxylated monoglycerides	Very good	Poor
Crumb Softener and Dough Strengthener		
Polysorbate 60	Fair	Very good
Succinylated monoglycerides	Good	Good
Crumb softeners		
Hard distilled monoglyceride	No	Excellent
Hard monoglyceride	No	Excellent
Soft monoglyceride	No	Excellent

〈표 4〉 비표준제품에 있어서 FDA허용기준

Product	Limitation
Calcium stearoyl-2-lactylate	0.5 % max.
Sodium stearoyl-2-lactylate	P.T.E.(1)
Data esters	G.M.P.(2)
Mono- and diglycerides	G.M.P.(2)
Succinylated monoglycerides	0.5 % max.
Polysorbate 60	0.5 % max.
Ethoxylated monoglycerides	0.5 % max.

(1) 물리적 또는 기술 효과를 내기에 필요한 양보다 많지 않은 양.

(2) 제조실제에 따라 사용

### 5. 摘 要

이스트 醱酵製品에서 가장 광범위하게 사용되고 있는 반죽 強化劑와 빵속 軟化劑의 物理的 形態와 그 機能에 대하여 설명하였다.

즉, 반죽 強化劑는 반죽의 耐久性 改善, 吸水率의 增加, 醱酵동안 가스保有力의 向上 등으로 製品의 부피를 증가시키고, 텍스투어와 氣孔構造의 改善 등의 역할을 한다.

한편 빵속 軟化劑는 빵겉질과 빵속 組織에 柔軟性を 주어 食味를 改善할 뿐만 아니라 老

化를 지연시켜 저장성을 향상시켜 준다.

### 6. 참고문헌

1. Cole, M. S. : An overview of modern dough conditioners, Bakers Digest. 47(6), 21, 1973.
2. Dubois, D. K. : Dough strengtheners and crumb softeners. American Institute of Baking's Technical Bull. 1(4), 1979.
3. Knightly, W. H. and Lynch, M. J. : The role of surfactants in baked foods. Bakers Digest. 40(1), 28, 1966.
4. Krog, N. J. : Dynamic and unique monoglycerides. Cereal Foods World. 24(1), 10, 1979.
5. Landfried, B. W. : Surfactants used by bread makers Cereal Foods World. 22(8), 338, 1977.
6. Marnett, L. F. : The use of surfactants in breadmaking in the U. S. baking industry. Symposium "Role and function of emulsifiers in baking." International Association for Cereal Chemistry, 1977.
7. Stutz, R. L., Del Vecchio, A. J. and Tenney, R. J. : The role of emulsifiers and dough conditioners in foods. Food Product Development. 7(8), 52, 1973.