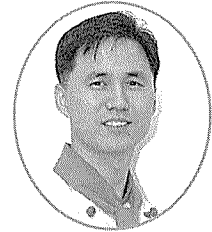


# 제빵

이번 호에서는 제빵에 관련된 부분을 살펴본다. 믹싱에서부터 믹싱을 하기 위한 원(부)재료의 전처리 과정에 대해 알아본다. 또 발효의 목적 및 발효 과정 중의 효소에 대해 알아보고 발효 중에 일어나는 생화학적 변화에 대해 자세히 알아본다.

<편집자 주>



글 / 김기환  
김상엽제과학원 팀장

## 반죽 제조

### 1. 믹싱(Mixing)

- 밀가루, 이스트, 소금, 그 밖의 재료에 물을 더해 섞고 반죽을 만드는 일. 회전 속도에 따라 저속, 중속, 고속으로 구분된다.

#### 1) 믹싱의 목적

- 밀가루, 물을 다른 재료들과 균일하게 섞는다.
- 밀 단백질 중 불용성 단백질이 물과 결합하여 글루텐을 형성시킨다.
- 밀가루 전분에 물을 흡수시키는 수화를 위해 믹싱한다.

#### 2) 믹싱 단계

##### ① 혼합단계 (Pick up stage)

- 유지를 제외한 모든 재료를 넣고 저속으로 1~2분 정도 돌리면 재료가 섞이고 수분이 흡수된다.

##### ② 청결단계 (Clean up stage)

- 반죽이 한 덩어리로 뭉쳐 어느 정도 수화가 완료된 단계이다. 반죽이 약간 건조하며 믹싱볼 안쪽이 깨끗해진다. 소금과 유지는 수화를 더디게 해 글루텐 발전을 방해하는 경향이 있기 때문에 반죽이 어느 정도 혼합된 후에 넣어야 믹싱시간을 단축시킬 수 있다.

##### ③ 발전단계 (Development stage)

- 반죽이 건조하며 매끈해지고 글루텐이 가장 많이 형성되며 탄력성이 강하다. 이때 믹서의 부하가 가장

많이 걸린다.

##### ④ 최종단계 (Final stage)

- 믹싱볼을 두들기는 소리가 발전단계보다 부드럽게 난다. 신장성이 가장 좋으며 반죽이 부드럽고 윤이 난다. 반죽을 손으로 떼어 양손으로 얇은 두께로 넓게 펼쳐보면 터지지 않는 얇은 막이 형성되어 있다. 이 단계가 빵반죽에서는 최적상태로 특별한 종류를 제외하고는 이 단계에서 믹싱을 완료한다.

##### ⑤ 지친단계 (Let down stage)

- 글루텐 구조가 다소 파괴된 반죽이 지나친 상태로 반죽이 처지고 탄력성을 잃어 질게 보이고 끈적끈적하고 느슨하다.

##### ⑥ 파괴단계 (Break down stage)

- 글루텐이 완전히 파괴되어 탄력성과 신장성이 줄어들어 결합력이 없으며 빵을 만들기에 부적합하다.

#### 3) 믹싱을 위한 원(부)재료의 전처리

- 밀가루와 가루 종류는 서로 섞어 체질을 한다. 체질을 하는 이유는 이물질 제거함과 동시에 공기를 넣어주고 가루재료를 고르게 섞기 위함이다. 이런 전처리를 하게 되면 밀가루 용적이 15% 정도 커지며 흡수량도 증가하게 된다. 탈지분유는 수분이 있으면 덩어리지기 쉽고 용해가 잘 안되므로 반드시 설탕 또는 밀가루 속에 분산시키거나 물에 풀어 두어야 한다. 유지를 믹싱 중에 넣을 경우에는 적당한 유연성을 가진 유지를 사용해야 한다.



## 2. 물 흡수에 영향을 주는 요인

- 1) 밀가루 단백질의 양과 질, 숙성정도
  - 단백질의 양이 많고 질이 좋으며 숙성이 잘 되었을수록 물 흡수량이 많다. 물을 많이 흡수하는 밀가루가 제빵용으로 좋다. (단백질 1%에 1.5%의 흡수율이 증가)
- 2) 반죽온도
  - 반죽온도  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  차이일 때 물 흡수율은 3% 차이가 된다. 즉, 반죽온도가 높으면 흡수율이 줄어들고 반죽온도가 낮으면 흡수율은 증가된다.
- 3) 소금투입시기
  - 믹싱 초기 단계에 넣으면 밀가루에 대한 수분 흡수가 적으며 청결단계 후 넣어야 수분흡수가 많아진다.
- 4) 탈지분유 사용량
  - 분유가 1% 증가하면 흡수율도 1% 증가한다.
- 5) 물의 종류
  - 연수를 사용하면 글루텐이 약해지며 흡수량이 적다. 경수를 사용하면 글루텐이 강해지며 흡수량이 많다. 제빵에 사용되는 물은 아경수(120~180ppm)가 적당하다.
- 6) 제법
  - 발효시간이 긴 제법과 짧은 제법, 비상법 등에 따라 흡수율이 달라진다.

## 7) 설탕 사용량

- 설탕이 5% 증가할 때 흡수율은 1% 감소한다.

## 8) 손상전분함량

- 밀가루의 성분 중 손상전분함량이 높을수록 흡수량은 증가한다. 손상전분 1% 증가에 흡수율은 2% 정도 증가된다.

## 9) 유화제

- 유화제 사용량이 많으면 물과 기름의 결합을 좋게 하여 흡수율이 증가된다.

## 3. 믹싱 속도의 영향

### 1) 믹서의 회전속도, 반죽량

- 회전 속도가 빠르고 반죽량이 적으면 믹싱시간이 짧고, 회전속도가 느리면서 반죽량이 많으면 믹싱시간은 길다.

### 2) 단백질의 양과 질, 숙성정도

- 단백질의 양이 많을수록, 숙성이 잘 되었을수록 믹싱시간이 길다.

### 3) 반죽의 되기

- 사용하는 물의 양이 적어 반죽이 되면 믹싱시간은 짧고 반죽이 질면 믹싱시간이 길다.

### 4) 반죽온도

- 반죽온도가 높으면 믹싱시간은 짧고 반죽온도가 낮으면 길다.

### 5) pH

- pH 5.0 정도에서 글루텐이 가장 질기고 믹싱시간이 길어지며, pH 5.5 이상이 되면 글루텐이 약해지므로 믹싱시간은 짧다.

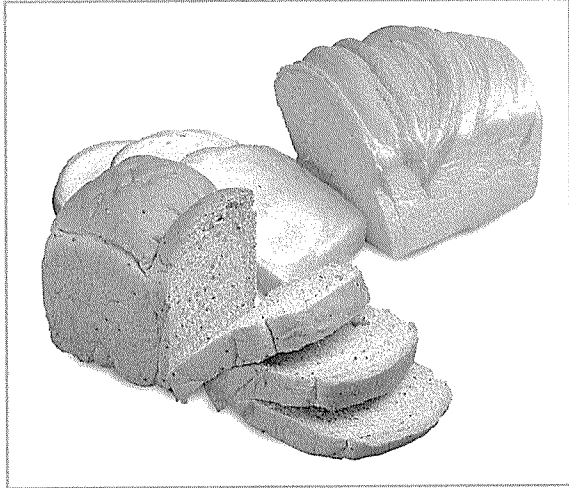
### 6) 분유, 우유의 사용량

- 분유나 우유량이 많으면 단백질의 구조를 강하게 하여 믹싱시간이 길어지고 적으면 짧다.

### 7) 설탕 사용량

- 설탕량이 많으면 반죽의 구조가 약해지므로 믹싱시간이 오래 걸리고 설탕량이 적으면 밀가루의 단백질 비율이 높아지므로 믹싱시간은 짧다.

### 8) 소금 투입시기



- 처음에 넣으면 믹싱시간이 길어지고 청결단계 이후 넣으면 짧다. 후염법으로 믹싱하면 약 20% 정도 믹싱시간이 단축된다.

#### 9) 유지량과 투입시기

- 유지량이 많고 처음에 넣으면 믹싱시간이 길고 유지량이 적고 청결단계에 넣으면 믹싱시간은 짧다.

#### 10) 산화제 및 환원제

- 산화제를 사용하면 반죽에 힘을 주어 믹싱시간이 길고 환원제를 사용하면 믹싱시간이 단축된다.

## 1차 발효 (Fermentation)

- 빵의 맛과 향의 원천은 발효에 있다.

발효는 용액 속에서 효모, 박테리아, 곰팡이가 당류를 분해하거나 산화, 환원시켜 알코올, 산, 케톤을 만드는 변화를 말한다. 이 변화에 의해 열과 탄산가스 등의 기체가 발생한다.

발효에는 알코올 발효, 젖산 발효, 아세트산 발효 등이 있다. 빵의 술향은 알코올 발효에 의해 만들어진다. 즉, 효모(이스트)가 빵 반죽 속에서 당을 분해하여 알코올과 탄산가스를 만든다.

그리고 이때 나오는 에너지(열)로 효모가 활동한다. 이러한 효모의 활동은 반죽이 구워질 때까지 계속된다. 제빵 반죽은 보통 3단계의 발효 공정을 거친다.

반죽이 완료된 후 성형과정에 들어가기 전까지의 발효 기간을 1차 발효라 한다. 주요 최종산물인 탄산가스와 알코올은 이스트에 의해 생성되는 반면, 젖산과 초산은 박테리아에 의해 생성된다.

### 1) 발효의 목적

#### ① 반죽의 팽창 작용

- 발효 중 발효성 탄수화물이 이스트에 의하여 탄산가스와 알코올로 전환된다. 이중 탄산가스의 일부가 반죽을 팽창시키는 역할을 한다.

1차 발효를 하는데 필수적인 재료는 밀가루, 이스트, 물이며 발효를 잘 시킨 반죽은 발효가 불완전한 제품에 비해 더 부드럽고 노화도 느리다. 이때 일어나는 발효를 알코올 발효라 한다.

#### ② 향 생성

- 발효하는 동안 이스트의 작용과 믹싱할 때 공기 중 일부 박테리아에 의하여 알코올, 유기산, 에스테르, 알데히드 같은 방향성 물질이 생성되어 빵 특유의 향을 낸다.

#### ③ 반죽의 숙성작용

- 발효과정 중에서 생기는 산은 전체 반죽의 산도를 높여 pH는 낮아지게 되며, 글루텐을 강하게 하거나 생화학적으로 반죽을 발전시켜서 가스의 포집과 보유능력을 개선하고, 신장성이 좋은 구조를 형성하여 성형할 때 취급을 용이하게 한다.

### 2) 발효 과정 중의 효소

#### ① 알파 아밀라제

공급원 - 밀가루, 맥아 / 분해물 - 전분 / 생성물 - 수용성 전분, 덱스트린

#### ② 베타 아밀라제

공급원 - 밀가루, 맥아 / 분해물 - 덱스트린 / 생성물 - 맥아당

#### ③ 말타아제

공급원 - 이스트 / 분해물 - 맥아당 / 생성물 - 포도당

④ 인벌타아제

공급원 - 이스트 / 분해물 - 자당 /  
생성물 - 포도당, 과당

⑤ 찌마아제

공급원 - 이스트 / 분해물 - 포도당, 과당 /  
생성물 - 탄산가스, 알코올, 유기산

3) 발효 중에 일어나는 생화학적 변화

- ① 단백질은 프로테아제에 의해 아미노산으로 변화한다.
- ② 설탕은 인벌타아제에 의해 포도당과 과당으로 변하고 찌마아제에 의해 CO<sub>2</sub> + C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH로 변화한다.
- ③ 전분은 아밀라아제에 의해 맥아당으로, 맥아당은 말타아제에 의해 2개의 포도당으로 변한다.
- ④ 분유는 락타아제에 의해 유당으로 변하고 전화당은 캐러멜화 역할을 한다.

4) 발효에 영향을 주는 요인

① 이스트 양과 질

- 적절한 조건에서 이스트 양이 많으면 가스 발생력이 좋아 가스가 많이 생성된다. 설탕이 발효하기에 충분할 때 이스트의 양과 발효시간은 반비례한다. 즉, 이스트량이 많으면 발효시간은 짧아지고 이스트량이 적으면 발효시간은 길어진다.

$$\text{이스트량} = (\text{정상 이스트양} \times \text{정상 발효시간}) \div \text{변경할 발효시간}$$

② 반죽의 온도

- 정상 범위 내에서 반죽 온도가 0.5% 상승할 때 발효시간은 15분 단축된다. 반죽의 온도가 낮으면 발효시간은 길어지고 반죽의 온도가 높으면 발효시간은 짧아진다.

③ 반죽의 pH

- 밀가루에는 유산균과 초산균이 들어 있고 유산균은 유당을 발효해서 유산을 생성한다. 유산은 매우 강한 산이며 발효과정 중 많은 양이 생성되어 반죽의 pH를 내리는데 관여한다. 초산균은 알코올을 초산으로 전환시킨다. 초산은 유산보다 약한 산이고 아주 적게

전환된다.

따라서 pH에 대한 효과는 유산보다 적은 편이다. 또한 이스트푸드에 들어있는 암모늄에 의해서도 영향을 받는다. 이스트는 암모니아를 동화해서 황산과 염산을 내놓는다. 황산과 염산은 거의 완전하게 이온화하는 매우 강한 산이다.

이 산들은 매우 적은 양이라도 반죽의 pH를 내리는데 매우 큰 영향을 준다. pH의 이러한 하강은 글루텐의 수화와 팽윤, 효소작용 속도, 유기염과 산화·환원 과정을 포함하는 여러 가지 화학반응에 영향을 미치게 된다.

반죽의 pH는 5.0 근처에서 가장 가스 보유력이 좋으며, pH 7.0 이상에서는 급격히 저하된다. 이것은 글루텐 단백질의 등전점이 pH 4.9이기 때문이다. 완제품의 상태를 pH로 표현하면 다음과 같다.

pH 6.0 - 여린 반죽으로 만든 빵  
 pH 5.7 - 정상 반죽으로 만든 빵  
 pH 5.0 - 지친 반죽으로 만든 빵

④ 이스트푸드

- 이스트푸드의 성분이 어떤 것인가가 중요한 요인이 된다. 황산암모늄은 이스트에 필요한 질소를 공급하여 이스트의 활력을 높이고 브롬산 칼륨 같은 산화제는 단백질을 산화하므로 반죽의 탄력성과 신장성을 증가시켜 발효 중 발생하는 가스의 포집력이 커진다.

⑤ 삼투압

- 높은 농도의 무기염류와 당, 기타 가용성 물질은 삼투압을 높여 이스트 발효를 저해한다.

⑥ 탄수화물과 효소

- 탄수화물과 효소의 양에 의해 발효가 빨라지거나 늦어지기도 한다. 당과 이스트의 가스 발생력 관계는 약 5%까지 대략 비례하나 그 이상이 되면 가스 발생력이 약해져 발효시간은 길어진다. [5]