

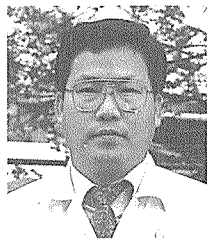
현장을 중심으로 다시 배우는 제과이론

1차발효 및 효모, 효소작용

발효에서 온도가 높을수록 발효 속도는 빨라지고 1°C 상승에 따라 약 30분의 발효 시간 단축이 가능하다. 그러나 이스트는 27°C에서 가장 좋은 발효 상태를 나타내므로 무작정 온도를 높이면 가스 발생은 많아지나 잡균 번식 및 반죽내 망상조직 미구성의 우려가 있다.

목차

1. 제과제빵 재료의 기능과 역할
2. 믹싱의 준비 및 단계
3. 1차발효 및 효모, 효소작용
4. 성형-분할, 둥글리기, 중간발효, 정형
5. 2차발효-비움적, 팬기름, 팬닝
6. 굽기-오븐의 종류, 굽기중 변화
7. 제품 평가 및 노화
8. 문제점과 해결방안



필자 이웅규(한국제과고등기술학교 교무주임)

1. 빵 발효의 기원

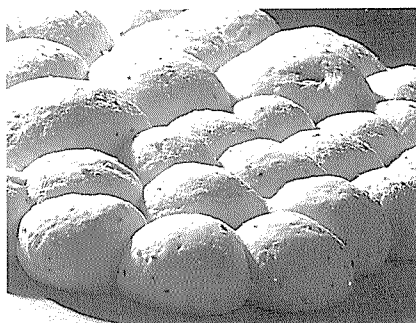
우리나라처럼 김치, 막걸리, 된장 등 다양한 발효식품을 먹는 민족은 대체로 역사적으로 오랜 전통을 지닌 민족이라고 한다.

빵도 처음에는 무발효제품으로 시작되었으나 술과 함께 발효식품으로 역사적 위치를 차지하였다고 할 수 있다. 즉 곡류를 이용하는 동일한 재료에서 시작되어 한쪽은 마시는 식품인 맥주가 되었고 다른 한편으로 빵은 먹는 발효식품으로 발전하게 된다. 빵을 뜻하는 독일어인 Brot가 brauen, 즉 양조하다는 말에서 그 기원이 시작된 데서 알 수 있듯이 빵과 맥주는 동일한 발효 식품에서 시작되었다.

맥주를 제조할 때 생기는 침전물이 빵을 부풀게 한다는 것을 알았고 이 시대에는 미생물의 존재를 모르던 때이므로 옛사람들이 불씨를 꺼뜨리지 않고 보존하듯이 반죽의 일부를 보존해 두었다가 이를 다음 반죽에 사용했다. 이때 산에 약한 잡균은 감소되고 산에 견디는 힘이 강한 유산균, 초산균 등이 증식하여 시큼한 발효빵이 만들어

졌으며 그 당시에는 발효에 대한 과학적 이론을 알지 못하였으므로 빵 만드는 사람의 경험에 의해서 입에서 입으로 전해지고 빵 제법을 비밀로 하여 이것을 익힌 제빵기술인들의 지위는 상당히 높았었다.

1683년 레벤훅이 현미경을 발명하여 눈에 보이지 않는 발효의 원인 미생물인 이스트의 형태가 알려지기 전까지는 이처럼 경험에 의해서만 묵은 반죽이 새 반죽의 발효에 이용되어 왔다. 넓은 의미의 발효란 미생물에 의해서 발생하는 썩는 현상도 포함시킬 수 있으나 불쾌한 냄새가 나거나 유해한 물질이 생성되어 먹을 수 없는 상태를



이스트가 좋아하는 온도·습도 등 환경이 적절해야 좋은 발효가 된다.

부패라고 하고, 좋은 향기가 나고 먹을 수 있는 상태로 변하는 것은 발효라고 구분하여 부른다.

이처럼 발효란 이스트의 활력을 길러주고 부패균의 성장을 억제하기 위해 이스트가 좋아하는 온도 습도 등의 환경을 만들어 주어야만 좋은 발효가 될 수 있다.

술과 함께 시작된 빵 발효는 술의 원액이 발효에 의해 거품이 발생하는 것을 고대영어로 Gist라 하였고 현재에 이르러는 이스트(Yeast)라고 부르게 되었다. 이처럼 발효 식품인 맥주 효모는 빵 효모로 이용되어 왔으나 너무 걸쭉한 상태로 사용하기 불편해 수입 압착기를 이용하여 압착 효모가 만들어졌다. 서양사람들은 지금도 생이스트를 압착효모(Compressed Yeast)라고 부른다.

2.사워중

밀가루에 물을 넣고 미지근한 곳에 오래 방치해 두면 밀가루에서 가스가 발생하기 시작한다. 이는 밀가루나 공기중에 포함된

여러가지 세균이 알맞은 수분과 온도와 영양분을 만나 번성하기 시작하여 초산이나 점산, 탄산가스 등이 발생하여 발효가 발생하나 발효가 끝나고 반죽을 더욱 오래 방치하게 되면 부패균이 작용하기 시작하여 반죽은 썩기 시작한다.

그러나 반죽이 썩기전에 새로운 밀가루를 첨가하여 주면 또다른 정상발효가 시작된다. 이와같은 일을 여러번 반복하면 반죽내의 산의 농도가 높아지고 여러가지 유해세균은 번식이 늦어지거나 사멸되어 산 생성균의 활력이 더욱 강해져 부패균이 외부로부터 들어오지 못하고 산에 강한 균만이 왕성한 번식을 하게 된다. 이처럼 산을 만드는 대표적인 균은 유산균과 초산균으로 인하여 만들어진 유기산은 빵의 풍미나 반죽의 물성 개량, 보존성을 향상시키는 역할을 한다.

이와같이 빵 반죽에 첨가하기 알맞게 산을 풍부하게 함유하고 유산균, 초산균이 살아있는 상태로 농축되어 있는 것을 사워종이라 한다. 사워종은 사용되는 원료, 종의 배양 방법, 온·습도 등에 따라 사워종의 종류도 달라진다. 이러한 사워종은 지역마다 독특한 특성을 지녀 이태리의 파네토네종, 샌프란시스코 사워종 등이 대표적이라 할 수 있으며 사워종의 사용으로 제품의 풍미개선, 반죽 상태 개선, 보존성 향상 등의 장점을 들 수 있다.

3. 발효산물

발효란 이스트가 발효성 당류 즉 설탕이나 손상 전분 등을 분해하여 알콜, 산 등을 만들고 이때 열과 탄산가스가 발생하는 것을 말한다. 빵 반죽의 발효에 있어서 필수적인 재료는 밀가루와 적절한 주위환경을 제공하는 물과 팽창제인 이스트라고 할 수 있다. 이스트는 발효에 절대적으로 필요한 재료로 발효 반죽에서는 가장 중요한 재료이다.

반죽에는 이스트 뿐 아니라 밀가루, 공기 중 또는 다른 재료를 통해 점산균이나 초산균같은 박테리아가 포함되어 되어 다양한 발효 산물이 만들어 진다. 일부 박테리아는

발효과정에서 향의 축진을 돕기도 한다.

이스트는 발효에서 탄산가스와 알콜을 생성하고 이러한 탄산가스는 이스트가 싫어하는 조건 아래서 이스트의 대사 과정의 부산물로 생성된다. 이스트에 의해서도 탄산가스가 생성되나 발효에 의해서 만들어진 팽창 제품처럼 발효향도 없고 먹을 때 씹는 감도 나쁘므로 대체할 수 없다.

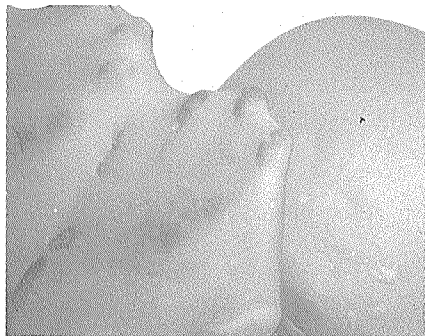
발효가 진행됨에 따라 탄산가스와 알콜 이외의 물질이 생성된다. 즉 초산과 유산, 호박산 등의 산과 풍미를 제공하는 휘발성 유기 화합물이 생성된다. 제품의 풍미는 발

발생은 이스트가 제 아무리 다량으로 반죽에 배합되었더라도 당분이 들어있지 않다면 초반에만 가스발생이 많이 발생할 뿐 전체의 가스 발생은 없다. 이외에도 반죽의 되기 즉 진 반죽은 된 반죽에 비해 발효 속도가 증가하며 소금, 설탕의 반죽내 함량이 많으면 삼투압으로 인해 이스트의 발효력을 저해하는 작용을 한다.

4. 효모와 효소

효모는 이스트를 의미하나 효소는 동식물의 살아있는 세포에 의해 만들어진 단백

반죽이 썩기전 밀가루를 첨가하면 정상 발효가 시작된다. 이를 여러번 반복하면 산의 농도가 높아지고 유해 세균 번식이 늦어지거나 없어진다. 그리고 산 생성균의 활력이 강해져 부패균이 외부로부터 들어오지 못하고 산에 강한 균만이 왕성한 번식을 한다.



발효가 된 반죽은 당겨 보았을 때 부드러운데 이는 발효때문이다.

효외에도 사용하는 재료, 굽기 중의 갈색화, 카라멜화 반응, 제품의 조직, 껍질, 바삭비삭함, 제품의 신선도 등과 관계되고 이러한 요소들은 제품의 풍미를 평가할때 고려되어야 할 것이다.

반죽내의 가스 생산은 발효속도와 같은 과정으로 이해할 수 있고 이는 반죽 내의 이스트양과 반죽의 온도, pH(수소이온농도) 같은 다양한 조건들에 의해 영향을 받는다.

반죽 온도는 높을수록 발효 속도는 빨라지고 1°C상승에 따라 약 30분의 발효 시간 단축이 가능하게 된다. 그러나 이스트는 27°C에서 가장 좋은 발효상태를 나타내므로 무작정 온도를 높이면 가스 발생은 많아지게 되나 잡균의 번식이 우려되고 반죽 내의 망상 조직이 이루어지지 않는다. 가스

질로 구성된 무생물로 동식물의 조직이나 배설물 등에서 추출되며 유기화합물과 반응하여 기질을 단순한 결합으로 분해시킨다. 빵반죽에서 효소들의 주요한 출처는 밀가루와 이스트이다. 효모안에는 효소가 50여가지가 존재한다.

반죽 안의 효소는 믹싱이 끝나면 활성을 나타낸다. 이러한 현상은 밀가루와 이스트에 포함된 효소 활동에 의한 현상으로 각 효소는 반죽 내의 재료 성분 변화에 필수적으로 작용하여 가스 생성과 보유 및 반죽 조절을 통한 일련의 반죽 변화 즉 발효를 일으키게 된다. 이는 믹싱이 끝난 반죽을 잡아 당겼을 때의 탄력과 발효가 끝났을 때의 반죽을 당겨 보았을 때 반죽이 처음에 비해 더욱 부드러워진 변화는 효소에 의해 부분적인 변화에 그 원인이 있다고 할 수 있다.

효소의 활성에 영향을 미치는 중요한 요소로는 온도와 시간 그리고 pH(수소이온농도)를 들 수 있다. 온도의 영향을 보면 효소는 단백질로 구성되어 있으므로 열에 의해 성질이 변하거나 파괴 되기도 한다. 그러나 너무 낮은 온도에서는 적당하면 효소의 활성이 회복되어 적당한 온도범위안에서 10°C의 온도 상승은 효소 활력이 2배로 증가된다.

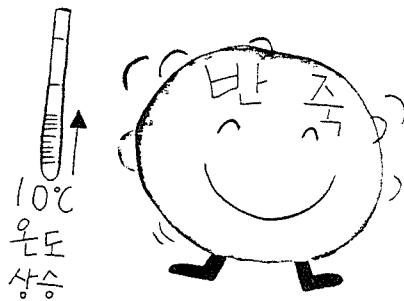
그러나 효소의 최적온도 범위를 벗어나

면 단백질 변성에 의해 효소활성이 약하게 되어 반응 속도는 감소된다. 시간 또한 효소활성에 직접적인 영향 요인으로 작용하여 효소가 기질에 더 오래 작용하여 활성을 가지므로 더 많은 생산물을 생성한다. 반응 혼합물의 pH는 효소활성에 매우 중요한 영향을 미치고 있으며 한가지 효소가 pH에 따라 최대활성이 달라지며 같은 효소라도 작용기질에 따라 달라진다.

효소는 발효의 열쇠라고 할 수 있으며 효소는 이 같은 적절한 환경에 있게 되면 효소 자체는 변화하지 않고 생화학적 반응 속도만 변화하게 된다. 발효 그 자체가 효소 촉매 반응에 기초를 두고 있으며 발효와 가스 생산에 중요한 효소로는 아밀라제를 들 수 있다. 밀가루에는 알파 아밀라제와 베타 아밀라제를 함유하고 있으며 알파 아밀라제는 전분을 텍스트린화하는 액화 능력이 있으므로 액화 효소라고 불리우며 열에 대한 안전성이 있다. 그러나 알파 아밀라제에 의해 전분이 텍스트린으로 분해되기 위해서는 전분 입자가 깨어진 상태 즉 손상 전분 상태가 되어야 한다. 이러한 손상 전분은 알파 아밀라제에 의해 쉽게 발효성 당으로 분해된다. 당화 효소인 베타 아밀라제에 의해서 텍스트린은 맥아당으로 분해된다.

말타제라는 효소는 이스트에 있는 많은 효소 중의 일부로 맥아당을 포도당으로 분해한다. 또한 이스트는 설탕을 포도당과 과당으로 분해하는 인버타제라는 단당류인 효소를 함유한다. 마지막으로 찌마제라고 불리는 효소는 단당류인 포도당과 과당을 탄산가스, 알콜, 향, 화합물로 전환시킨다. 또 이스트 대사에 필요한 탄수화물을 공급하는 것 외에 이스트푸드를 반죽에 넣어 발효 속도를 증가시킨다. 이스트푸드에는 연수를 발효에 적합한 물의 형태인 이경수로 바꾸는 칼슘염이 들어있고 반죽 내에 이스트 영양분으로 가장 부족하기 쉬운 질소를 공급하기 위해 암모늄염이 들어있다.

밀가루의 단백질 즉 글루텐에 작용하는 효소로는 프로테아제가 있으며 이는 밀가루, 곰팡이 등에 존재하여 단백질을 아미노산으로 분해시키고 반죽을 느슨하고 신장



효소활성이 회복돼 적당한 온도 안에서의 10°C 온도 상승은 효소 활력이 2배로 증가된다.

성이 있도록 하여 반죽의 성형 작업과 기계 적성을 좋게 한다. 아밀라제의 효과로는 발효성 당이 증가하므로 가스 생성이 많아지고 잔당이 많아지므로 굽기 중 카라멜화를 촉진시켜 껍질색을 좋게하고 가스생성 증가에 따른 제품의 부피를 증가시키며 전분의 겔화로 인한 점성을 감소시킨다.

이스트가 아닌 베이킹파우더 같은 화학 팽창제도 탄산가스가 생성되나 발효에 의해 만들어진 팽창제품처럼 발효항도 없고 씹는 감도 나쁘므로 대체할 수 없다.

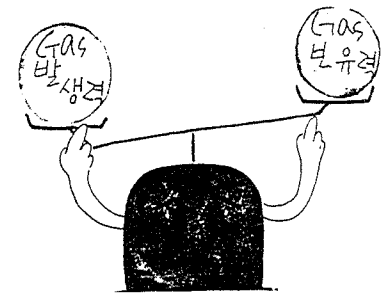
5. 발효관리

반죽의 탄산 가스 발생력과 가스 보유력은 가능한 평행하게 되도록 조절해야 한다. 반죽에서 가스 보유력이 좋지않은 상태에서 가스의 발생에 최대가 된다면 많은 양의 가스를 잃어버리게 되므로 가스 생산과 가스 보유를 평행하게 할 수 없다. 예를 들어 두개의 반죽을 발효시켜 가스 발생력을 최대로 하였더라도 한 반죽은 강력분을 사용하고 다른 한 반죽은 박력분을 사용했다면 단백질의 함량이 낮은 박력분은 충분히 글루텐 형성을 시킬 수 없으므로 가스 보유력이 낮아 충분한 부피와 기공, 조직을 가진 제품이 될 수 없다.

한편, 두 반죽이 똑같이 강력분을 사용하였다고 하여도 한 반죽은 최종 단계까지 충분히 믹싱하여 글루텐 형성을 잘하였으나 다른 반죽은 불충분한 믹싱으로 인하여 글루텐의 형성이 제대로 이루어지지 않았다면 역시 가스보유력이 낮아지게 된다. 반죽의 산화 정도가 지나치게 낮으면 반죽은 오탁라들면서 가스가 날아가며 발효가 지나치게 되면 반죽의 결합성이 떨어져 가스보유력이 낮아진다. 사용하는 유지로는 쇼트닝이 가장 좋으

며 식용유 등의 액체유는 가스 보유력이 떨어지게 된다.

글루텐의 막에 균일하게 유지를 분산시키기 위해서는 4~5% 정도로 사용하였을 때 가스 보유력을 종류에 따라 다르겠지만 진 반죽보다 된 반죽의 가스 보유력이 높다. 진 반죽은 전분의 수화는 좋아지나 반죽 내의 효소작용이 활발하게 되고 반죽의 물리성의 저하 때문에 가스를 장시간 보유하기가 어려워진다. 이스트양이 많은 경우에도 효소력도 함께 강해지므로 가스 보유력이 떨어진다. 분유를 사용하는 것은 분유의 단백질이 밀가루의 단백질과 물리적으로 결합하여 가스보유력을 강하게 하는 반면 단백질의 완충작용으로 가스 발생력에 영향을 준다.



가스 보유력이 가스 발생력보다 낮을 수밖에 없으므로 이를 발효 손실이라 한다.

이처럼 가스 발생력과 보유력은 일치할 수 없으므로 보유력은 항상 발생력보다 낮을 수밖에 없으므로 그 손실을 발효 손실이라 한다.

발효 시간이 경과 함에 따라 가스의 방출뿐만 아니라 수분의 손실도 함께 발생하게 된다.

발효손실의 요인으로는 반죽의 온도가 높을 경우 가스 발생과 수분 증발이 많아지고 설탕, 유지, 계란 등의 재료가 많이 포함된 고올 배합인 경우에는 수분을 방출하지 못하게 하는 기능이 있으므로 발효 손실이 작고 발효실의 온도가 높거나 습도가 낮은 경우에는 수분의 증발이 많아져 발효 손실이 크게 된다. 스트레이트법으로 발효시 손실은 약 1~2%이다. [4]