

빵 효모의 生産과 展望



제일유니버어살(주) 최 용 남

1. 서 론

인류가 빵을 사용한 최초의 기록은 BC 2600년경, 바빌로니아 시대이며, 발효시킨 빵은 고대 에짚트인이 만들었다고 한다. 궁전에서 술(맥주)과 혼합한 밀가루로 빵을 만들었으며, 에짚트의 제빵업자들이 사용하는 "Sour-Dough Process"로 발전되었으며, BC 13세기에 지중해 연안지방으로 빵 제조 기술이 전해졌다. 그후 19세기까지 계속해서 빵 반죽에 맥주효모를 사용하였으나, 쓴맛과 낮은 제빵 발효력으로 양조용 효모를 주정용 효모로, 주정용 효모를 빵용 효모로 대체 사용되었다.

최초의 압착 빵효모는 1781년경에 Holland에서 Dutch process로 생산되었으며, 이때에 원료에 대한 4~6%의 압착효모만을 생산하였다. 1846년 비엔나에서 효모발효중에 생성된 거품을 계속하여 수집하여 효모를 회수하는 방법인 Vienna process가 Mautner에 의해 개발되었다. 압착효모 생산 수율은 약 14%로 증가되었고, 알코올은 30%이었다. 1879년 Marquardt가 맥주용 당액에 공기를 공급하면서 발효한 결과를 발표한 후, 빵효모제조에도 공기공급 방법을 사용하게 되었으며, 이것은 압착효모의 생산수율은 50~60%로 높아졌으나, Ethanol의 생산수율은 20%로 떨어지게되었다. 그후 1919년 Sak (덴마크)와 Hayduck(독일)은 동시에 Incremental-feeding과 Fed-batch process의 기초가된 Zulauf 방법을 개발하여 발표하였고, 같은 시기에 1차 세계 대전으로 인한 식량부족은 원료인 곡류를 당밀로

대체하게 되었으며, 이와같은 제조기술의 계속적인 발달과 원료의 대체로 수율은 이론수율에 도달하게 되었고, 수요의 증가로 인하여 양조산업과 분리, 독립되어 빵효모공업이 발전되었다.

2. 빵효모의 生産

1) 빵효모의 종류

빵효모의 종류는 제품의 함수량에 따라서 Compressed Yeast와 Dried Yeast로 크게 구분한다. 또한 용도에 따라서 高糖用, 식빵용, 冷凍用, 無加糖用, 등으로 구분 사용한다.

(1) Compressed Yeast (Fresh Yeast, 활성 생효모)

수분함량이 73% 이하로 우리나라와 일본 등 아세아 지역은 통상 67~70% 이하로 제품화한다. 제품발효가 끝난 발효액을 효모분리기로서 분리하고, 세척하여 고형분 14~21%로 농축한 효모유를 압착하여 얻은 압착효모에 소량의 식용유 또는 유화제를 혼합하여 성형하고 포장한다. 신선한 상태에서 활성은 좋으나 보관 온도와 시간에 따라서 활성이 급격히 떨어지므로 4℃ 이하에 보관 사용하여야 한다. 이와같은 보관 사용하면 3~4주 동안에 10% 미만의 활성변화로 제빵에 미치는 영향은 거의 없다.

최근에 이용하기 시작한 냉동 반죽에는 冷凍 耐性이 강한 특수한 종균을 사용하며, 또한 신선한 압착효모를 사용하도록 하여야 한다.

(2) Dried Yeast

표 1. Main Characteristics of Commercial Products

Product	Form	Method of drying	Dry mater (%)	Protein (%) ^a	Gas evolution (ml) ^b
Compressed Yeast	Blocks or Granules		27~34	42~56	300~400
Active Dry Yeast	Irregular spheres	Rotolouver	92~94	40~43	160~185
	Irregular particles	Belt	92~94	40~43	140~160
Instant Dry Yeast	Small rods	Fluidized bed	94~96	42~52	230~340

^aDefined as Kjeldahl-6.25 on dry weight basis. ^bDefined as milliliters of CO₂ produced in 165 minutes per 285 mg of yeast dry matter in a standard dough consisting of flour, water, yeast, and salt at 28°C.

資料: Bioprocess Technology Vol. 5 p. 106.

건조효모는 Active Dry Yeast (ADY)와 Instant Dry Yeast (IDY)로 구분한다. ADY는 1920년부터 제조되었으나, 상업적으로는 제 2 차 세계대전 이후, 완전하게 개발하여 사용하게 되었다. 압착효모의 품질유지는 저온창고에서 3~4주로 제한되지만, 건조효모의 경우는 실온에서도 1~2년 동안 품질을 유지할 수 있다. 이와같이 취급상의 이점이 있으나, 물에 녹혀 사용하는 번거러움도 있다. 약 40~43°C의 물과 잘 혼합하고 5~10분간 수화시켜 사용하여야 한다. Rehydration에 사용한 물의 온도가 낮으면 세포막의 재구성이 충분치 않고, 세포내용물(Glutathione과 같은 Tripeptide류)이 세포막을 통하여 효모균체 외부로 빠져나간다. 이종의 Glutathione은 Gluten의 S-S결합을 절단하여 빵반죽의 신축성과 신장저항력을 저하시켜 빵반죽을 처지게 하는(Slackening 효과) 主要原因이다. 또한 사용한 물의 온도가 높으면 효모는 죽게 된다.

1960년대말에 개발된 Instant Yeast는 Fluidized-bed dryer (Air Lift dryer)를 이용한 제품으로 건조시간의 단축과 유화제의 사용으로 수분 함유량을 4~6%로 감소하였다.

그러므로 이 제품은 반죽준비를 위한 수화과정이 필요없이 직접 원료 밀가루와 혼합하여 사용할 수 있으며, 진공포장이나, 불활성 gas 포장시 1년까지도 품질을 유지할 수가 있다. 그러나, 이 제품은 多孔狀으로 공기(산소)와 접촉하면 급속히 활성이 저하되므로 포장을 개봉 후 4~5일 이내에 사용하여야 한다.

2) 酵母培養 工程

빵효모의 배양 공정은 종균 Slant로부터 제품 생산에까지 3단계로 크게 분류할 수 있다. 첫 단계는

시험실에서의 Flask 배양이며, 둘째 단계는 생산 현장의 순수배양으로 Batch식 발효이고, 셋째 단계는 Fed-batch Fermentation 공정이다.

첫 단계 : Flask 배양

당함량이 약 5~10%가 되도록 맥아즙 또는 당밀 배지를 준비한다. 일반적으로 사용하는 배양 용기는 Erlenmeyer, Carlsberg, Pasteur flask이며, 준비된 배지를 넣고 약 120°C에서 30분간 살균하고, 실온에서 냉각보관한 후 사용한다. 이 배지에 철저히 관리된 종균을 무균상에서 접종하고, 통상 2~4일간 키운 다음 현장 생산용 배지에 접종한다.

둘째 단계 : 순수 배양

제품 생산에 필요한 오염되어 있지 않은 순수한 종균의량에 따라서 증식 단계수를 정하나, 보통은 2~4단계로 한다. 배지는 시험실과 같이 맥아즙 또는 당밀을 사용하며, 당분함량은 약 5~10%, pH 4.5로 조절한 후, 배지를 살균하고 적당한 온도로 무균공기를 공급하면서 냉각을 한다. 이때 당농도의 조정은 서당계를 이용하는 것이 편리하다. 배양 준비가 완료되면 전단계의 배양완료액을 접종한다. 접종은 다른 미생물의 오염이 되지 않도록 철저히 관리가 요망된다. 배양관리는 적절한 온도관리가 제일 중요하며, 오염되어 있지 않은 무균공기의 공급도 중요하다. 배양시간은 당함량, 종균의 접종량, 공기공급량에 따라서 차이가 있으나, 통상 10~20시간으로 하는데, 발효완료 시점은 발효액의 서당도의 변화로 확인이 가능하다.

셋째 단계 : Fed-batch Fermentation or Incremental-feeding Fermentation 이 단계에서는 순수 배양과 달리 많은 공기를 공급하며, 발효액의 당농도를 가능한 낮게 유지 관리하므로서 균체 수득량을

표 2. 배양과정의 보기

Slant 배지 → Test Tube 액체배지 → Erlenmyer Flask (500 ml) → Round bottom Flask (2,000 ml)
Brix 12°, 10 ml, 28~30°C, 8 Hrs, Brix 12° 350~400 ml, 28~30°C, 8 Hrs, Brix 12°, 1,600 ml, 28~30°C, 12 Hrs,
→ 순수 배양조 → 種酵母 醱酵槽 (50 m ³) → 제품 발효조 (150 m ³)
Brix 15°, 0.2~1.5~10 m ³ , 28~30°C, 36 hrs (Brix 4~5°), Air nozzles & Cooling Coil Fed-batch Process 35 m ³ , 28~30°C, 10 Hrs, Fed-batch Process 100 m ³ , 28~30°C, 14 Hrs,

표 3. 日本의 YEAST 現況 (1인당 YEAST 消費量 推定)

年度	생효모	ADY換算	小計	輸入ADY	合計	人口	CY/1인	ADY/1인	GNP/1인
51	34,047	650	34,697			113,094	(306.80)	92.04)	
52	36,007	628	36,635			114,165	(320.90)	96.27)	
53	36,842	457	37,299			115,190	(323.80)	97.14)	
54	36,865	335	37,200			116,155	(320.26)	96.08)	
55	35,859	280	37,139			117,060	(315.81)	94.74)	
56	37,893	222	38,115			117,902	(323.27)	96.98)	\$9,898
57	37,784	262	38,046	832.45	40,626	118,728	342.18	111.58	\$9,141
58	37,937	197	38,134	778.39	40,547	119,536	339.20	110.63	\$9,905
59	38,440	246	38,686	783.11	41,114	120,305	341.75	111.44	\$10,469
60	37,664	140	37,804	689.84	39,943	121,049	329.97	107.60	\$11,014
61	38,038	76	38,114	968.11	41,114	121,672	337.91	110.19	\$16,180
62	38,214	45	38,259	991.98	41,334	122,264	338.07	110.24	\$19,553
63	39,331	45	39,376	1,198	43,090	122,777	350.96	114.44	\$23,317
元	39,589	69	39,658	917	42,501	123,255	344.82	112.44	
2	39,553	52	39,605	994	42,686	123,612	345.32	112.60	
3									

資料：米麥加工食品等の 現況 (財) 全國食生活改善協會 平成 3年

높여야 한다. 그러므로 희석 당액을 계속적으로 유가하는 방법을 이용한다. 그러나 빵효모의 특성은 혐기상태인 빵반죽에서 제빵 활성이 좋아야 한다. 다시말하면 호기상태의 체내 효소활성에 의한 균체 증식, 즉 생산성과 혐기상태의 효소활성, 제빵 적성, 즉 품질을 동시에 만족할 수 있도록 조절 관리되어야 한다. 그러므로 연속배양은 빵효모를 제외한 사료 효모 등에 이용되고 있으나, 빵효모에 사용한 예가 보고되지 않고 있다.

대량의 종균 생산 공정과 제품의 생산 공정은 이 단계에 속한다.

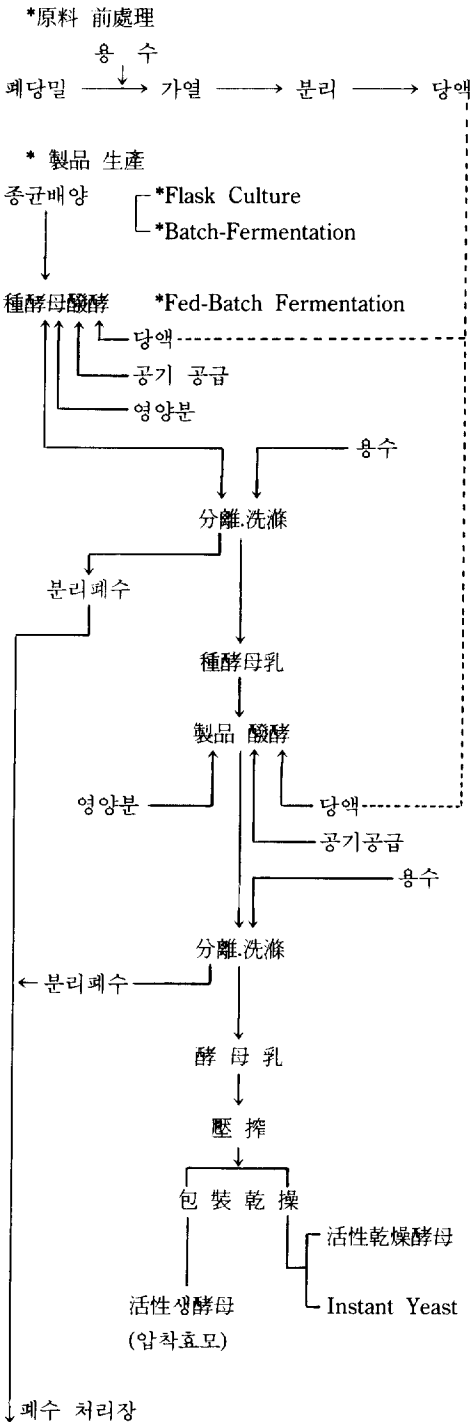
(1) 종균발효

순수 배양 단계와 같이 제품생산량에 따라서 보통 1~2단계로 증식 발효를 진행한다. 당분과 기타 영양분을 균체 증식량에 따라서 발효조에 계속적으로 공급하고, 적당한 발효 조건을 유지하여 종균의 생산 관리와 다른 미생물의 오염에 대한 공정관리가 매우 중요하다. 오염 방지를 위하여 발효조 및 각종 배관내의 청소와 살균, 무균의 공기공급, 배지및 流加液의 살균 등과 오염균의 증식 억제를 위한 pH, 발효대사물의 농도 등의 발효관리가 중요하다. 발효가 끝난 액은 준비된 효모분리기로 보내어서 균

3) 製造 工程

생 산 공 정 도

공정요약 설명



페당밀에 용수를 혼합하고, 가열. 살균한 다음 연속식 분리기에서 불순물을 제거하여 깨끗한 당액을 저장조에 저장, 사용한다.

시험실에서 우량의 이-스트종균인 *Saccharomyces cerevisiae*를 순수 분리하여, 증식배양을 한다.

전처리된 당액과 기타 부원료를 공급하면서 균체증식과 제빵적성이 좋게 신선하고 깨끗한 공기를 모든 발효탱크에 공급한다.

고속 원심분리기를 사용하여서 균체와 배양액을 분리 하고, 깨끗한 용수로 세척하여 종효모유를 만듦.

종균의 저장은 가능한 빨리 냉각 2~4℃로 보관, 사용한다.

* Fed-batch Fermentation

건분 16~20%의 효모유로 농축.

Frame & Plate Filter 또는 Rotary Vacuum Filter를 사용.

건조기의 종류와 건조방법 차이

체를 분리하고, 세척하여 건분 14~21%로 농축한 酵母乳는 가능한 빨리 냉각 보관하여 제품발효의 종균으로 사용한다.

(2) 제품발효

제품 발효는 종균 발효와 기본은 같으나 발효 대사 산물인 알코올의 생산을 가능한 적게 생산되도록 관리하고 제품 생산 수율을 극대화 하도록 한다. 또한 유통 과정중의 안정성과 내구성을 증대하기 위한 숙성과정의 필요하게 된다. 전단계에서 생산하여 보관한 (2~4℃) 효모유를 필요량에 따라서 3~5개로 균등 분할하여 제품 발효의 종균으로 사용하며, 발효 시간은 종균 접종량과 증식율에 따라 12~20시간으로 차이가 있으나, 보통 12~15시간 동안 발효를 하고 있다.

발효가 완료되면, 철저한 품질 관리로 효모분리기를 사용하여 효모균체를 분리하고, 세척하여 냉각 보관하며, Frame & Plate Filter Press 또는 Vacuum Rotary Filter로 효모균체를 회수하여 각종 제품에 따라서 성형, 포장 또는 사출, 건조, 포장한다.

3. 國內 生産現況과 展望

우리나라는 6.25동란 직후 U.N 원조물자인 밀을 이용한 산업의 발달로 1957년 제일물산양행이 독일 기술을 도입, 공장을 설립하였으며, 현재 제일유니버설(주)로써 빵효모와 효모관련 제품 (약전품 효모, Yeast Extract, Mineral Yeast 등)을 전문적으로 생산 판매하고 있으며, 그의 생산업체는 조흥화학과 성일통상이 있다.

3개 회사의 총생산시설은 연간 압착효모로 약 12,000톤으로 추정되나, 현재의 국내빵효모 연간 소요량은 압착효모로 약 7,000톤(추정)에 달하며, 각종의 빵효모 (압착효모, 건조효모, Instant Yeast)로 생산하여 판매되고 있다. 이 소요량은 한사람이 일년간 사용한 건조효모 50~53g 정도로서, 일본 110g (독일 160~170g, 헝거리 200g)의 소비량과 비교

검토하면, 서기 2,000년까지는 약 70~80%의 잠재 시장이 더 있다고 예측된다. 다시말하면, 현재의 빵효모 시장 규모는 약 90억원으로 추정되나 서기 2,000년대에는 약 160억원까지 확대될 것으로 예측할 수 있다. 그러나 외국의 빵효모의 생산규모는 발효조가 100~200 m³로서 대용량이고, Computer를 이용한 공정관리 등의 기술개발에 비교하여서 우리나라의 경우는 규모가 적고, 발효 공정관리기술의 낙후로 시장개방과 관세율 조정에 따른 수입품과의 경쟁에 어려움이 많을 것으로 생각되며, 시장 잠식이 우려된다.

4. 맺음글

우리나라의 빵효모 생산현황을 살펴면서 신뢰할 수 있는 생산량 통계가 없다는것은 효모산업에 종사하는 일원으로서 매우 부끄러운 사실이 아닐 수 없습니다.

이와같은 우리들의 무관심과 이기심을 버리고 정확한 현황을 알고, 미래를 위한 연구개발에 정진하여야 되겠습니다.

참고문헌

1. Yeast Technology: John White 1954.
2. Yeast Technology: Gerald Reed & Henry J. Pepppler 1973.
3. Food and Beverage Products: 20.Production of Baker's Yeast: S.L. Chen & M. Chiger.
4. Yeast Biotechnology: D.R.Berry, I.Russell & G. G. Stewart 15.Production of Baker's Yeast: Knut Roson
5. Bioprocess Technology Volume 5 (Yeast): Hubert Verachtert, R. De Mot 5.Developments in Baker's Yeast Production
6. パン 酵母: 佐藤友太郎 (光琳書院 1966).
7. 米麥加工食品等の 現況: (財) 全國食生活改善協會 平成 3年