

글/홍기표
((주)크라운베이커리 기술연구소 소장)

냉동생지 기술의 현재와 미래

각 공정의 과학적인 원인 파악 시급

최근 들어 냉동생지에 대한 관심이 높아지고 있다. 아직 시장 형성이 미미한 편이지만 라 프랜차이즈업체들이 냉동생지 생산을 대폭 늘리고 있어 '냉동생지 바람'을 예고한다. 이에

본지는 지난 2월호 기획취재에 이어 관련 전문가로부터 냉동생지 기술 전반과 국내 기술 수준 등을 짚어본다. <편집자 주>

냉동생지의 이용으로 인하여 소비자와 생산자가 동시에 많은 이익을 얻을 수 있다는 공감대가 점점 확산되면서 그 필요성이 높아지고 있다.

그러나 이런 이점이 있음에도 불구하고 제품의 종류, 물리적 특성, 크기, 그리고 유통방법 등에 따라 다양한 냉동방법의 사용이 필수적이며, 그러한 기술 적용은 국내의 경우 아직 초보적인 단계라 할 수 있다. 따라서 많은 장점을 가지고 있는 냉동생지 제품이 활성화되기 위해서는 냉동생지를 생산하기 위한 모든 공정들에 대한 정확한 이해와 각 공정이 최적화를 위한 기술적 뒷받침이 필수적이며, 이를 위해서 각 업체별 특성에 맞는 연구가 시급한 상태이다.

세계 냉동생지 기술의 6가지 흐름

현재 세계적으로 사용되고 있는 베이커리 제품의 일반적인 냉동 제법들로는 다음을 들 수 있다.

① **성형냉동** 성형한 후 냉동하는 방식으로 국내에서 가장 널리 사용하는 냉동생지 제조법이다. 원료배합부터 성형까지만 마친 상태에서 냉동하기 때문에 제조시간은 짧다. 완전 자동화라인의 도입으로 양산도 가능하며 기술이 향상되어 품질적으로도 과자빵, 테이블 롤, 테니쉬 페이스트리, 크로와상 등은 전혀 문제가 없지만, 바게트, 하드롤 등 저배합 생지의 경우는 문제가 남아있다.

성형 냉동방법은 이런 업체들이 여러 점포를 내는 데에 유리한 방법으로 실제로 일본에서 많이 이용되고 있다. 노무관리의 경감, 생산성 향상, 공간효율 증가(오븐, 냉각설비가 없음), 유통시의 품질보장 등이 장점이다. 성형냉동은 생지를 만드는 데에 노하우가 필요하고 배합공정, 온도, 시간 등 전체 시스템을 연구하여야 하며, 해동에서 발효까지의 생지 관리가 매우 중요하다. 자연해동의 경우 작업환경에 맞추어 행하여야 하며, 해동에서 발효까지의 생지관리가 매우 중

요하다.

자연해동의 경우 작업환경에 맞추어 행하여야 하며, 수분이 많은 필링물이나 들어간 과자빵은 피하는 것이 좋다. 최신 성형 냉동 방식으로 표면만 급속 냉동하는 셸 프리징(Shell Freezing) 필링이란 방식이 있다.

② **생지냉동** 분할, 둥글리기 후 냉동하는 방법으로 공장에서의 작업부하는 줄일 수 있으나 매장에서 성형, 발효를 해야 하기 때문에 매장에 전문인력이 있어야 한다.

③ **반제품 냉동(PAR-BAKED FREEZING)** 착색 과정이 생략된 상태로 불완전하게 구운후 냉동, 유통하여 해동, 완전히 굽는 방법이다. 냉동 전까지의 공정이 제품 특성에 따라 섬세하게 조절되는 기술적 어려움이 있으나 유럽에서 매우 확산되고 있는 냉동법이라 할 수 있다. 냉동시킬 제품의 부피가 크므로 냉동 및 유통상 성형냉동에 비하여 불리하다. 그러나 매장에서 해동, 발효공정이 생략되므로 균일한 최종 제품을 판매할 수 있는 큰 장점이다.

④ **발효후 냉동(PRE-FROOFED FREEZING)** 2차 발효를 100% 끝낸 후에 냉동하는 기법으로 매장에서 냉동제품을 해동 공정없이 구울 수 있다. 따라서 비전문가도 가장 손쉽고 빠르게 최종 제품을 만들 수 있는 장점이 있다. 미국 및 유럽에서 가장 확산 추세에 있는 베이커리 냉동제품의 하나이다. 그러나 냉동 기술이 매우 까다롭고 2차 발효 후이기 때문에 유통상 공간을 많이 차지하며, 취급상 파손 등의 문제가 있다.

⑤ **발효중 냉동** 최근 유럽에서 개발되어 일본 등에서 활발히 연구되고 있는 방식으로 해동과 최종발효가 매장의 오븐에서 동시에 이루어지는 방법이라 할 수 있다. 새로운 즉석(BAKE OFF) 방식으로 이 시스템은 30%에서 70%정도 발효가 진행된 상태에서 냉동한 뒤 오븐 안에서 발효와 굽기를 한번에 행하는 방식이다. 이러한 방식에

는 전용 제빵 개량제를 사용해야 하며, 또 때에 따라서는 전용 오븐(승은식)이 필요하다. 우수한 품질의 제품, 작업의 용이성, 최대한 단축된 작업시간 등을 장점으로 꼽을 수 있다.

⑥ **완제품 냉동** 완전히 구운 제품을 그대로 냉동하는 기법으로 가장 단시간에 상품화할 수 있다. 즉, 냉동고에서 꺼내어 30분정도 자연해동, 또는 전자레인지의 해동 모드에서 10분이내의 해동과정만 거치면 된다. 데니쉬 페이스트리, 도넛류에 적합하며 저올배합의 프렌치 브레드에는 부적합하다. 필링을 사용한 빵의 경우에는 해동시간이 많이 걸리며 해동후 보형성이 좋지 않다. 별다른 연구 없이 일반제품과 동일한 품질의 제품을 얻을 수 있는 냉동방법이나 냉동시키는 제품의 부피가 크므로 냉동효율, 보관효율이 비교적 낮다. 미국의 경우 매우 활성화되어 있다.

국내 냉동생지 페이스트리가 주류 이력

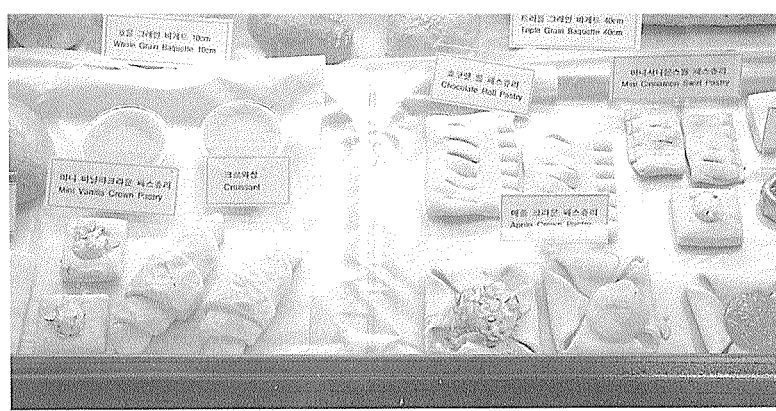
세계적으로 냉동생지 기술분야는 계속적인 발전을 하고 있다. 그러나 국내 거의 모든 제빵 회사들의 경우, 종래의 급속 냉동방법, 즉 생지 냉동시 최대한 급속히 그리고 낮은 온도에서 냉동시키는 방법만이 최상의 품질을 얻을 수 있는 것으로 인식되어, 이 방법에 공정표준을 두고 있다. 그러나 최근 완만 냉동이 오히려 이스트가 사용된 냉동생지의 품질을 올릴 수 있다는 보고(Lorenz, K., 콜로라도 주립대)가 있었으며, 아주 짧은 시간 동안 생지의 표면만 급속 냉동시키고 심부는 완만 냉동하는 쉘 프리징이라는 최신 기술(Marston, P.E., 호주 제빵연구소)도 개발되어 커다란 호응을 받기 시작하고 있다.

셸 프리징이란 이스트의 사멸률을 맞추기 위한 방법으로, 급속 냉동과 완만냉동의 혼합방식이라 할 수 있다. 생지의 표면을 급속 냉동하는 목적은 작업성을 우수하게, 즉 생지끼리 달라 붙지 않도록 하고, 포장시 모양의 변형을 방지하기 위함이며, 심부의 완만 냉동방식 적용은 이스트가 주위 온도에 능동적으로 대처할 수 있도록(세포 내부의 동결 가능 수분을 이스트 스스로 세포벽 밖으로 방출)하기 위함이다.

실제로 유럽 및 일본의 일부 전문 냉동생지 제조공장에서도 이러한 쉘 프리징기술을 적용하고 있으며 냉동설비 규모를 커다란 설비투자 없이 2배까지 확장할 수 있어 냉동생지 제조시 보다 효과적인 설비계획과 운용을 할 수 있으나 국내의 경우, 이러한 냉동제법을 적용하려면 국내 원재료 및 각사의 제품특성에 맞는 쉘 프리징 기술의 개발이 필요하다.

현재 국내에서 가장 일반적으로 제조되고 있는 냉동생지는 페이스트리 위주의 빵류이며 그것도 성형냉동 제품이 주류를 이루고 있다. 바게트류 및 식빵류 일부는 생지 냉동에 의해 일부 업체에서 유통되고 있으나 제품의 품질 및 인력 운용상 국내에서 많은 호응을 기대하기는 어려운 실정이다.

한편 바게트와 같은 저배합 제품은 굽기 후 노화 속도가 빠르며 완제품 유통시 온, 습도 유지 및 운송 거리 등 많은 어려움이 따르므로 오븐 후레시 방식 생산에 가장 적절한 품목이라 할 수 있다. 그러나 이러한 유형의 제품들은 저올배합이므로 냉동내성이 다른 냉동빵류에 비해 현저히 떨어진다. 따라서 바게트류의 성형냉동 방법을 통한



대량 생산은 거의 불가능한 현실이므로 국내에서 가장 일반적으로 생지 냉동 방식이 주로 사용되고 있다. 유럽의 경우 이의 해결책으로 반제품 냉동(PAR-BAKED FREEZING)이 적용되고 있다.

각 공정의 체계적 원인 파악 미흡이 문제

냉동생지 제조의 경우 가장 큰 문제들중 하나는 최종 제품의 품질이 균일하지 않다는 것이다. 현재 국내 거의 모든 제빵업체의 경우 불균질한 품질의 원인으로 생산시 부주의한 작업 또는 유통 및 보관시의 반복되는 냉, 해동 등만을 지목하고 있을 뿐 배합, 냉동, 냉동저장, 해동, 발효 등 각 공정에 대한 체계적이고 과학적인 원인 파악은 거의 없는 실정이다. 따라서 고품질 냉동생지의 생산, 공급 및 판매를 위해서는 각 회사마다 냉동생지 관련 공정을 세분화하여 검증한 후, 각사 제품들에 가장 적합한 공정을 수립하고 제품의 품질이 균일하고 장기간 유지될 수 있도록 적절한 냉동라인 시스템(생산-유통-판매)의 표준 사양을 결정하는 것이 급선무이다.

냉동생지 배합시 이스트를 종류 및 특성의 구별없이 혼합 사용하거나 냉동 생지용 소맥분(프로틴이 11.75%~13.5%, 춘소맥 또는 동소맥)의 사용을 정확히 지키지 않는 점, 반죽개량제의 첨가량 및 종류의 검토가 충분히 이루어지지 않고 있다는 점 등이 일반적인 국내 베이커리 업체의 실정이다. 냉동생지 제조시 특히 저배합 성형 냉동생지의 경우 저장기간에 상관없이 냉동공정을 거친 직후부터 발효시 급격한 물리적 열화현상이 나타난다. 이는 이스트의 사멸과는 무관한 열화 현상으로 단백질, 특히 글루텐의 변성이 열화의 주된 원인이다.

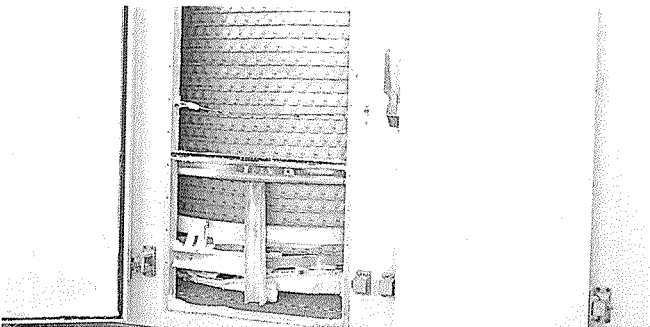
특히 일부 죽은 이스트의 세포에서 나오는 환원(GLUTATHIONE) 글루텐 조직을 약화시키기 때문에 해석되고 있다. 이같은 열화현상을 방지하거나 줄일 수 있는 방법으로는 옥시던트(산화제), 산, 효소제, 유지, 표면 활성제, 그밖에 여러 종류의 반죽 개량제 등의 사용을 들 수 있다. 반죽 개량제로는 퍼타지움(POTASIMUM BROMATE), 아소빅 엑시드(ASCORBIC ACID, VITAMIN C), SSL, 글루텐 파우더 등이 세계적으로 가장 널리 사용되고 있으나 이중 지금까지 성능이 가장 우수한 것으로 알려져 있는 브로메이트의 경우 북, 남미 및 아시아 국가들에서는 그 사용에 문제가 없으나 일본 및 유럽 국가들에서는 사용이 금지되어 있는 상태인데, 이는 브로메이트가 암을 유발할 수 있는 성분으로 판명되었기 때문이다.

비록 브로메이트가 굽기 중 브로마이드로 변하여 인체에 무해한 물질로 전환되지만 최종 제품에 미세량의 브로메이트가 남아있을 가능성은 있다. 그러므로 향후 非브로메이트계 제빵개량제의 개발이 절실히 요구되며 현재 세계적으로 그와 관련된 개발연구 또한 활발히 진

행되고 있다. 현재 국내에서 일반적으로 사용중인 반죽 개량제 대신 제품별로 선별적인 산화제 및 개량제의 사용이 바람직하며 특히 유통 기간, 제품의 완성도 등을 고려한 각사 제품 특성에 맞는 개량제의 선정이 필요하다.

냉동방법에는 완만냉동, 급속냉동(Blast Freezing), 초급속냉동(Dryogenic Freezing) 등 여러가지 방법이 사용되고 있으며 최적의 냉동조건 및 방법은 냉동시킬 제품의 종류나 특성에 따라 변한다.(표1) 국내의 경우 거의 모든 회사에서 급속냉동 방식을 일반적으로 적용하고 있으며, 모든 종류 및 크기의 제품을 거의 같은 방법(냉동 시간 온도)으로 냉동하고 있다. 대부분 중심 온도, 섭씨 -18℃를 표준 공정화하고 있는데, 이로 인한 과냉각(OVERFREEZING) 현상이 예상되며 그에 따른 제조비 상승과 품질 열화, 특히 건조현상 등이 나타날 수 있다. 제품의 적정 냉동시간(TUNNEL 통과시간)은 제품의 온도를 -4℃~-6℃로 제시하는 결과들이 호응을 받고 있다.

냉동 후에는 제품의 건조를 방지할 수 있는 필름으로 포장하여 냉동 저장하여야 하며 냉동고의 저장온도의 변화 폭이 작아야 한다. 냉



동 보관고의 온도는 -17.8℃~-23.3℃ 정도를 유지하여야 하며 이 때, -18℃미만을 냉동저장 온도로 하여야 하는 이유는 대부분의 식품의 경우 -4℃ 정도에서 대략 70% 수분만이 동결되며 -10℃ 정도에서도 약 3%의 물은 계속 동결되지 않은 상태로 식품에 존재해 식품의 저장성에 큰 영향을 끼치기 때문이다. 엄밀히 말하면 -18℃에서도 소량의 물은 동결되지 않은 상태로 존재한다. 냉동생지는 운반 중에 많은 부분적인 냉, 해동의 반복상태에 놓이게 된다. 본 연구소의 실험적 결과에 의하면 1회 냉, 해동한 후레시 생지의 품질은 -18℃에서 4주 저장한 생지와 거의 비슷한 것으로 나타났다.

한편, 냉동 저장시 생지의 유효기간(SHELF-LIFE)은 제품의 종류에 따라 다르지만 미국의 경우 스트레이트 반죽의 경우 12주, 스펀지 반죽의 경우 6주까지가 보통이다. 그러나 국내 냉동생지 제조업체들의 경우는 모든 제품이 한달여의 유효 기간을 가지고 있어 장점을 살리지 못하고 있는 상태이므로 냉동저장 연구 역시 필수적이라 할 수 있다.

냉동 공정 후 사용되는 포장제는 제품의 보호를 위하여 내한성, 내습성 및 내기성이 우수한 필름을 사용하여야 한다. 이는 냉동저장 및

표1) 최적 냉동 조건

제품	최적 냉동 방법	포장	온도(℃)	평창도(feet/min.)
빵	급속(Blast)	Wax/Poly Bag	-29	300-750
후르츠파이	접촉(Plate Contact)	Foil Pan/Overlay	-29	400-750
냉동생지	완만(Slow Freezer)	Plastic Bag	-23	100-300
케이크	급속(Blast)	Box, Plastic Overlap	-40	500-750

유통 중 제품 표면의 색이 변하고 건조되는 냉동 건조(FREEZER BURN현상)를 방지하고 제품의 지방 산화현상을 억제하기 위함이다. 특히 일반적인 냉동고의 습도(RH)가 30%미만(약 25%)인 점을 고려해 볼 때, 불완전한 포장을 한 제품들의 건조 현상은 충분히 예상할 수 있다. 따라서 미국의 냉동생지 생산 회사들의 경우, 이러한 냉동포장 재질로서 폴리에틸렌 필름 50마이크론 이상을 사용하고 있다.

해동공정이 제품의 품질에 끼치는 영향도 냉동공정과 거의 같다고 할 수 있으나 현재 국내 대부분의 냉동생지 취급업체의 경우, 그 중요성 및 최적 방법 등이 관련 기술자나 최종적으로 제품을 굽는 사람들에게 충분히 인식되어 있지 못한 상태이다. 현재 매장에서 냉동 저장된 생지를 완만 해동함으로 인한 작업의 불편 및 시간적 낭비, 제품 품질의 불균일 등이 계속 문제점으로 나타나고 있으므로 이를 해소하기 위한 공정의 개선이 시급한 상태이다.

냉장 해동은 2단계 해동이라고 표현하기도 한다. 이 방법은 일반적으로 전일 작업 종료후 리타더에 냉동생지를 넣어 놓았다가 다음날 아침 발효실로 옮겨 발효를 진행시키는 방식으로 흔히 가장 이상적인 해동방법으로 알려져 있으나 리타더의 내부 면적 및 설치 공간, 비용 등에 따르는 여러 제약이 있다. 그밖에, 해동시간이 오래 걸리므로 순발적이고 소량의 해동은 불가능하다. 한편, 미국 페퍼리지 팜(Pepperidge Farm)연구소에서는 냉동빵 생지의 경우 급속해동 방법(37.8℃, 150feet/min.)을 최적 해동 조건이라고 발표하였다. 따라서 베이커리 업체별로 각기 다른 냉동제품 구조 및 제품(습도 85%, 온도 38℃)보다 낮아야 하며 높은 습도는 생지를 약화시키고 주저앉게 하여 제품을 열화시키는 원인으로 작용한다.

성형 냉동생지는 직접법으로 만들어지고 중간발효 과정도 최대한 생략되어 노화속도가 일반 제품보다 빠르기 때문에 냉동제품은 4~5시간 안에 판매되어야만 품질유지가 가능하다. 따라서 매장에서는 대량보다는 소량으로 수시로 구울 수 있는 오븐이 제품의 품질상 유리하며, 또한 이때 예열시간이 짧은 것이 작업성이나 에너지 절약 측면에서 유리하다. 특히 페이스트리류나 유럽빵의 경우 가열시간이 짧고 온도가 균일한 열풍으로 짧은 시간에 구울 수 있는 컨벡션 오븐이 가열시간이 길고 대류, 복사열로 굽는 데크 오븐에 비하여 우수하다고 할 수 있다.

외국업체 속속 진출, 국내 기술개발 시급

이상에서 언급한 빵관련 냉동기술 외에 향후 국내에 도입되어 사용될 것으로 예측되는 기술은 케이크 등 기타 베이커리 제품의 냉동생지 제법을 들 수 있다. 현재 유럽 및 미국 등에서 활발히 이용하고 있는 냉동케이크 생지(케이크버터, 머핀, 컵 케이크 생지 등)의 이용은 점점 확산되고 있으며 그에 따른 다양한 냉동 제조 기술들이 개발되고 있다. 특히 이스트가 들어있지 않은 케이크류의 경우, 빵류와는 달리, 미생물의 사멸 등이 품질에 직접적인 관계가 없으므로 제품 조식의 최적화만 제조관리 포인트로 삼으면 된다. 따라서 급속냉동 방식의 적용만으로도 고품질의 제품 생산이 가능하고 냉동 유통기간 또한 냉동 빵류에 비해 월등히 길어질 수 있는 장점이 있다. 