

유가공 공장의

Yeasts 오염과

방지대책

길 동 섭

(주)빙그레 김해공장
생산2과장

유산균 발효유 및 유산균음료는 사람에게 유익한 유산균을 접종시켜 발효시킨 후 제조한 제품으로써 국민 식품 영양상 비중이 날로 높아가고 있으며 판매량 역시 매우 급격한 증가 추세에 있다. 이들 유산균 발효제품에서 많은 유산균은 인체에 매우 바람직하나 유해한 영향을 미치는 Yeasts는 제품의 질을 저하시키고 건강을 위협하는 매우 중요한 요인중의 하나이다.

1. Yeasts(酵母)란 무엇인가?

Yeasts는 알콜 발효력이 있어 주정, 과실, Juice 및 빵등의 발효와 Vitamin, 지방, 단백질등의 생성등 인간의 식생활이나 식품산업에 유익하게 이용되고 있다.

그러나 이외는 반대로 등, 식물의 질병을 일으키기도 하고 식품에서 부패를 유발하는 유해한 Yeasts도 있으며 또한 유익한 Yeasts라 하더라도 유산균 발효유나 음료에서 Gas나 산을 생성하여 품질을 저하시키는 경우도 있다.

Yeasts의 일반에 대하여 알아보자.

Yeasts의 성상을 보면 일반적으로 주된 성장형태가 단세포인 곰팡이(true fungi)라고 정의되고

있으며 포자 형성 능력이 있는 true Yeasts와 포자 형성 능력이 없는 Pseudo Yeasts로 분류된다. 형태는 그림1에서 보는 바와같이 구형, 난형, 레몬형, 원통형, 삼각형, 군사형등으로 다양하며 크기는 $4\sim 6\times 5\sim 10\mu$ 정도이고 공기나 흙등에 널리 분포되어 있다.

또한 발육 위치에 따라 액체배지의 표면에서 산화적으로 잘 자라는 표면효모(top or film Yeasts)와 하부에서도 균일하게 자라는 발효성 효모인 하부효모(bottom Yeasts)로 구분된다. 성장, 생식 방법은 Ascomycetes의 true Yeasts는 유성 생식으로 ascospores를 형성하기도 하나 대부분 multi-lateral 또는 polar budding에 의한 무성 생식이다.

성장조건은 설탕, 암모니아나 요소같은 질소 화합물등의 영양원이 있고 수분이 많은 곳에서 잘 자라나 Osmophilie yeasts는 고농도의 소금이나 설탕에서도 자란다.

최적온도는 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 이며 성장 최고 온도는 $35\sim 47^{\circ}\text{C}$ 이고 40°C 이상이면 대개 사멸한다. 대부분 약산성인 pH $4\sim 4.5$ 에서 잘자라고 Alkali성에는 성장이 적다.

효모의 구조를 살펴보면 과립은 원형질내에

있는 粒狀態이고 Brown운동을 하며 이에는 핵, 이염소체(metachromatic granule), Volutin 등이며 주로 RNA, 단백질, 지방이 주성분이고 핵은 휴식 상태에서 球狀이며 인지질이 많다.

포자는 환경이 부적당할때 포자를 형성하는데 한 포자내에 형성되는 포자의 수는 1~6개이고 크기는 2~8 μ 이다. 형태는 다양하고 포자의 형성은 핵 분열후 원형질이 주위에 모여 피막을 형성하며 포자로써 발육하는 방법과 세포의 융합에 의한 방법이 있다. 세포가 융합하여 핵 분열과 융합이 일어나면 포자가 형성된다. 이 포자는 적당한 온도, 수분 및 영양소가 있으면 모세포를 파괴하고 발아한다.

현재 Yeasts는 64종의 속에 전체 470여종이 분류되어 있다.

가끔 Yeasts에 의한 오염으로 제품의 질 저하로 인한 소비자에 대한 신뢰감 실추, 나아가 건강에 대한 위협등으로까지 번지는 Yeasts는 과연 어디에서 부터 어떻게 오염되는지 알아보자.

먼저 원재료의 세균 및 Yeasts를 살균하기 위한 HTST System, 발효 Tank, 포장실 Final mix(최종 반제품)의 저장 Tank, 각 line 및 포장기에 이르기까지 모든 과정들은 산 및 Alkali 세제의 적당한 온도, 농도, 압력에 의한 CIP(Clean in place) 혹은 COP(Clean out place) 등을 통하여 세척된다. 그후 살균 Syrup과 발효된 base 등의 line내에 통과전이나 저장전에 고온의 hot water 혹은 steam 으로 공정이 처리되어 무균화가 이루어진다. 그러나 발효제품은 살균이나 멸균제품과는 달리 공정이 복잡하며 완제품에 이르기까지 기간도 길기 때문에 그만큼 오염 소지가 많다.

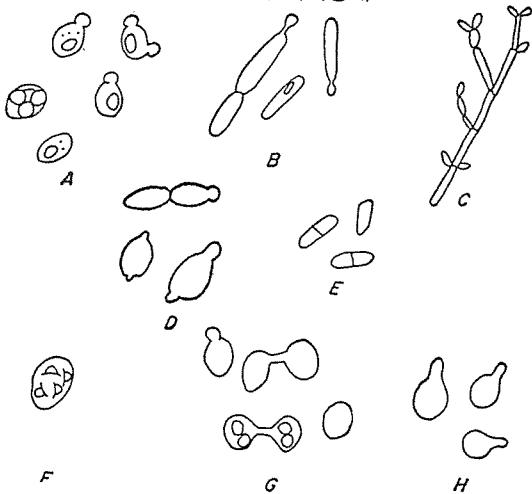
실제 공장에서 생산업무에 종사하는 필자가 약 3개월 동안 Yeasts 오염원과 방지에 대한 실험 결과는 다음과 같다.

제품 원재료의 살균처리전에 Yeasts 존재 여부를 알아보기 위하여 배양 결과 Yeasts가 전혀 검출되지 않았으며, 또한 시럽 및 발효시키기 위한 탈지유를 HTST로 처리후의 line내에서 Sample 채취하여 배양한 결과도 거의 발현되지 않았다. 이는 당류의 경우 고당도에 의한 삼투압 현상 및 분말성의 경우 수분 부족등으로 번식이나 생존이 거의 불가능한 상태로 사료된다. 그런데 공정이 진행될수록, 시일이 경과할수록 공정 및 제품에서 오염빈도는 높아진다. 이는 바로 2차 오염을 뜻한다.

Yeasts의 주된 오염원은 원재료 혼합에서 포장에 이르기까지의 공정 내·외부 조건으로 나눌 수 있다.

원재료 혼합 공정은 원재료의 비산(飛散) 가능성이 많기 때문에 현장 공기중에 부유하는 Yeasts가 살균 및 발효유 포장되지 않은 mix에 2차 오염의 주 원인이 된다. 이는 분무소독 소홀이나 고온 다습한 현장일수록 위험성은 더욱 커진다.

그림1: 효모의 여러형태



2. 오염은 어디에서, 어떻게 시작되는가?

각 공장에서 유산균 발효유 및 유산균 음료의 살균처리 방식에는 약간씩의 차이는 있겠으나 대부분 HTST(High Temperature Short Time: 고온단시간살균)방식으로 살균처리 되는데 이때 Yeasts는 전체 사멸되고 발현되지 않는다. 그러나

또한 살균에서 포장에 이르기까지 연결 부위의 Gasket 교체 및 수동세척 불량, 특히 Tank의 위험 부위인 mix의 inlet, outlet 부위의 Valve, manhole, breathhole, 교반기 부위, pump 부위등이 오염 위험성이 높다. 종종 air purger 부위의 불결 및 air에 세균이 섞여나와 오염되는 경우도 있다. 포장기에서는 포장지에서 Yeast 발현은 매우 적으나 공기중 Yeasts 부유시 nozzle부위에서 오염 가능성이 있고 완제품 포장후 Sealing 불량에 의한 leak시 오염이 된다.

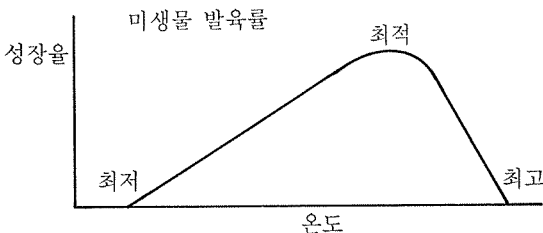
3. Yeasts 오염의 방지?

이렇듯 유산균 발효유 및 유산균 음료 제품의 치명적 영향을 미치는 Yeasts의 발현 방지책은 무엇인가?

우선 Yeasts의 오염원 제거등 생육조건외의 철저한 억제에 있다.

온도는 Yeasts의 성장이나 번식에 매우 중요한 요인이다. 대개 온도의 상승에 따라 화학적 내지 효소작용의 가속화로 생장속도가 가속화 된다. 유산균 발효유나 유산균 음료의 경우 발효온도가 35~42℃ 정도로써 Yeast가 번식하기에 매우 적당한데 각 공정 내외부의 조건은 매우 중요하다.

고온 다습한 여름철 경우 현장내의 hot water, steam, 열교환기, heater등의 열 발생 요인과 외기의 영향에 따른 현장내 온도 상승요인을 최대한 억제 시켜야 한다. 공기 냉방장치나 공기 정화장치 들로써 Yeast의 생육 조건 이하까지 내릴수 있다면 더욱 좋다.



다음은 습도의 조절이다. 대부분의 미생물은 수분이 있는곳에서 살수 있다. Yeasts 역시 수분이 성장에 있어 필수적인데 살균실이나 발효실, 포장실에서는 물을 많이 사용하기 때문에 Yeasts의 생육에 조건이 매우 좋다. 이 수분의 제거를 여하히 하여 습도를 낮추는가 하는것이 관건이다. 有性胞子를 가진 Yeasts의 경우 영양포자보다 건조에 대한 저항성이 매우 높는데 건조 상태에서도 저항력이 강한 종류는 물질대사의 조절을 잘 하므로 오랜 기간 생존이 가능하고 수분이 충분하다면 급속히 재생 및 증식이 가능하다. 따라서 현장 습도 조절은 매우 중요하며 통풍에 의한 습기의 조절 장치와 물을 사용후 배수가 잘되게 하고 즉시 물기를 제거하는 노력이 필요하다.

빼 놓을 수 없는 조건은 영양원을 제거하는 일이다. 전체 공정중 살균기 이후부터 중요하다고 할지 모르나 원료 혼합 Tank에서 부터 중요시 되어야 하며 살균기 이후부터는 더욱 세심한 주의가 요망된다. CIP이후 상태가 확인되어야 하며 연결부위의 Gasket 등은 정기 및 수시 교체가 되어야 하고 Valve 부위는 수동세척이 뒤따라야 한다.

특히 PHE(Plate Heat Exchanger) 부위는 Pinhole, crack 여부가 확인되어야 한다. 또한 Tank내부 굴곡 부위나 전체 CIP 상태뿐 아니라 Tank crack 여부도 점검되어야 한다. Tank는 이중 구조로써 미세한 crack의 경우 발견이 용이치 않는데 PHE나 Tank의 Pinhole, crack은 Dye check로써 발견 가능하다.

포장기의 경우 충전 nozzle 부위의 부품 마모상태, 청소상태, 포장후 접착상태등의 완벽이 요구된다. 이후 냉장보관, 냉장출하, 냉장진열 판매등 Cold chain화가 요구되는게 유제품이다.

공정내부 이외의 현장 영양조건을 살펴보면 원재료 혼합시 비산(飛散) 원재료가 Yeasts의 영양원이 되는데 이는 Duct를 통한 비산(飛散) 방지 및 자외선 살균등의 설치 및 주기적 교체로

자의선에 의한 제거와 계속적인 분무 소독이 필수적이다. 또한 바닥의 틈새나 하수구의 주기적 청소 및 소독수 분무가 필요하다.

필자가 우유공장의 시설 및 용기 살균 소독, 표백, 약취제거 용도로써 정제 차아 염소산 나트륨으로 유효 염소 함유량 4% 이상인 소독제를 사용하여 실험한 결과는 다음과 같다. 현장 내부의 벽이나 바닥을 청결히 하면서 150ppm으로 일일 2회 분무시 부유 및 낙하 세균이 없었으며, Value등을 분해 후 150ppm의 농도에서 30분 침지 소독시 역시 발현되지 않았고 포장기의

nozzle 부위에 200ppm의 농도로써 수시 분무시 Yeasts는 발현되지 않았다.

지금까지 살펴 보았듯이 Yeasts는 생육 조건만 충족된다면 잠복 상태에서 언제 어느때라도 급격히 무서운 속도로 번식하여 치명적인 타격을 입힌다는 사실을 명심해야 한다. 따라서 어느 식품이나 중요하지만 특히 발효제품은 첫단계에서 마지막 단계까지 세심한 주의와 정성을 기울였을때만이 완벽한 식품으로써 가치를 발휘하고 나아가 국민건강에 앞장선다는 의무감을 잊어서는 안되겠다.

