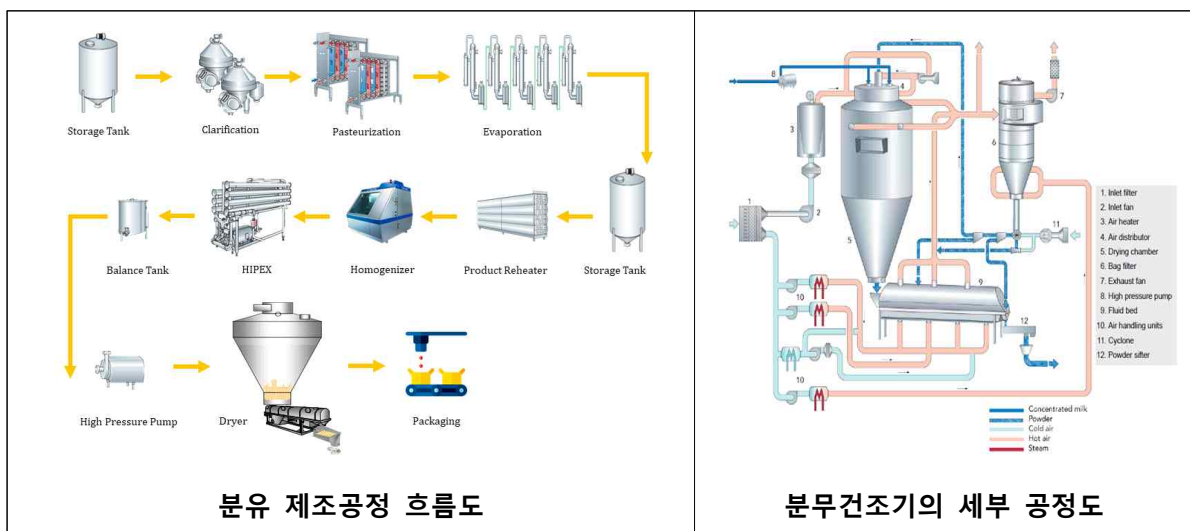


분유 분말 화재·폭발 위험성 평가 (3/1)

분유 분말이란?

- ❖ 부패하기 쉬운 액체 원료를 품질 저하 없이 보관할 수 있는 제품으로 전환하는 것이며, 분말은 취급이 쉽고 물을 첨가하면 원래의 제품과 조성이 유사한 균질한 혼합물로 재구성할 수 있음
- ❖ 분유는 건조기에서 우유 액체를 분무하여 고온 및 열풍으로 수분을 증발시켜 수분 함량이 5% 이하인 고체를 생성하여 얻은 제품으로 조제, 전지 및 탈지분유로 구분됨

분유 분말의 제조과정



- ❖ 분유 제조공정은 기업별로 다소 차이가 있지만, 일반적인 분유 제조공정은 원유 입고, 표준화, 살균, 농축, 예열, 균질화, 건조, 포장 및 보관으로 구성됨
- ❖ 해외에서는 분유 제조공정에서 건조기 작업 중 화재·폭발 사고사례가 종종 보고되고 있으며, 국내에도 건조기에서 분유 분말을 처리할 때 화재·폭발 사고 발생 가능성이 있음

평가대상 물질 취급 공정의 화재·폭발 사고 위험성

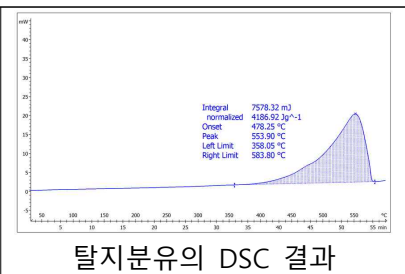
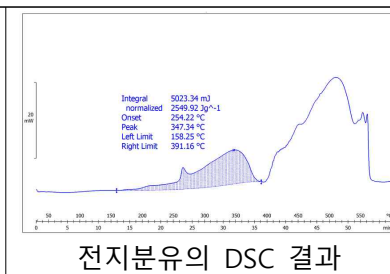
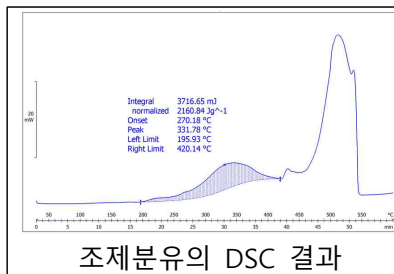
- ❖ 분유는 유기 물질(organic material)이고 쉽게 연소할 수 있으며, 공기 중에 분진 구름(dust cloud)으로 떠 있거나 건조기 내부 표면에 달라붙어 있는 형태로 존재함
- ❖ 분유 분말의 분무 건조공정에서 분무건조기의 온도 조건에 따라 퇴적된 분유 분말로 화재가 발생하거나 분진이 폭발할 수 있음
- ❖ 분무 건조공정에서 분유 분말이 생성될 때 고온의 열풍으로 건조하여 수분의 함량을 최소로 낮추기에 정전기가 발생할 수 있음
- ❖ 분유는 지방, 단백질 및 락토스와 같은 산화 가능한 구성 성분을 함유하고 있어 화재의 위험성이 높으며, 온도가 증가할수록 산화속도가 급격히 증가하는 경향을 보임

분유 분말 화재·폭발 위험성 평가 [3/2]

화재·폭발 특성 평가 결과

❖ 시차주사열량(DSC) 분석 결과

- ✓ 조제분유와 전지분유의 첫 번째 피크는 분유 내 지방 성분이 포함되어 있어 지방의 산화분해(thermo-oxidative decomposition)에 기인한 발열 피크로 추정됨
- ✓ 조제분유와 전지분유의 두 번째 발열 피크 및 탈지분유의 발열 피크는 분유 내 포함된 단백질, 지질 등의 분해로 추정할 수 있으며, 각각 (248~642) °C, (330~470) °C 온도 구간에서 분해되는 것으로 알려짐



❖ 분유 분말의 분진폭발 위험성 평가 결과

구분	조제분유	전지분유	탈지분유
입도(D50) [μm]	96	102	74
최대폭발압력 [bar]	6.7	6.3	6.9
최대폭발압력상승속도 [bar/s]	291	219	276
분진폭발지수 [bar·m/s] (폭발등급)	79 (St 1)	60 (St 1)	75 (St 1)
폭발하한농도 [g/m ³]	50	40	100
최소점화에너지 [mJ] (Es:추정치)	100<MIE<300 (Es=110)	30<MIE<100 (Es=33)	100<MIE<300 (Es=250)

유사 사고 발생 방지를 위한 안전대책

- ❖ 건조기 내부에서 분말이 연소하기 시작할 경우, 가능한 한 빨리 감지하는 것이 중요하므로 온도센서가 설정값을 초과하는 즉시 화재경보가 울리도록 설계하고 온도가 계속 상승할 때 자동으로 진화할 수 있도록 하여야 함
- ❖ 분무 건조공정의 경우 건조기 내 자체 발화가 가장 흔한 폭발 사고로써 온도 감지 시스템을 통해 작업자가 관찰할 수 있어야 함
- ❖ 가연성물질이 있는 공정이나 용기 내부에서 폭발이 발생하면 압력이 급격히 상승하여 위험해질 수 있으므로 폭발방산구는 폭발 시 즉시 열리도록 설계되어야 함