

국내외기술정보

저렴한 비용으로 제품의 품질변화없이 분쇄할 수 있는 저온분쇄장치

김 중 태
산업화연구부

서 론

저온분쇄는 일반적으로 심냉(深冷)분쇄(또는 동결분쇄)라고 불리우는데 식품공업, 플라스틱 및 고무공업등의 다양한 산업에서 이용되고 있다. 이러한 저온분쇄는 동결분쇄의 냉매로 사용되는 액화질소의 비점 -196°C 에서 분쇄물을 부서지기 쉽게 하여 분쇄하는 방법으로서, 액화질소를 분쇄실에 분무냉각하여 $-20\sim-50^{\circ}\text{C}$ 가 되도록 유지하며 덩어리 정도로 분쇄가 되도록 하는 시스템이다. 이 저온분쇄 시스템을 개발하는데 있어서 분쇄시 향미의 손실이 발생하는 점을 고려하여야 하며, 향신료나 유지 성분이 많이 포함된 식품의 분쇄는 매우 어렵다. 또한 분쇄장치의 전 공정이 질소 가스가 분무되는 기류중에서 처리되므로 변질되지 않고 위생적인 분쇄제품을 얻을 수 있다. 저온분쇄는 동결분쇄와 동일하게 3대 특징(초저온, 불활성, 초건조)외에 액화 질소를 사용할 수 있다. 최근 개발된 분쇄 시스템은 액화 질소의 사용량이 종래의 동결분쇄의 1/4정도의 양으로도 충분히 분쇄할 수 있어서 경비절감 효과가 있으며, 일본의 전국에 액화 질소가스의 공급시설이 설치되어 저온분쇄 시스템은 쉽게 이용할 수 있다. 개발된 저온분쇄 시스템을 이용하는데 있어서 질소에 대한 간략한 성질을 알아보면, 질소는 공기의 주성분으로서 존재하고, 질소분자는 원자번호 7이며 원자량은 14.007로서 주기율표에서 5족에 속한다. 분자량은 28.016, 밀도는 표준상태에서 1.25688 g/l , 비점은 $-195.$

8°C , 융점은 -209.9°C 이다. 질소의 제법은 질소를 액화분별 증류한후 찬 공기로 냉각분리하여 고순도 질소를 대량으로 제조한다.

최근 액화질소의 수요가 급속하게 신장되고 있는데 식품가공 이외에 의약품 공업, 화학공업의 보안용 가스 및 정제용 세정제 및 금속공업용등의 분야에서 사용되고 있다.

1. 저온분쇄 시스템의 개요

이 시스템은 액화질소를 사용하여 분쇄기의 입구로 투입하여 원료를 $-20\sim-50^{\circ}\text{C}$ 의 온도로 유지하면서 분쇄가공하고 분쇄기내의 온도를 일정 온도($-20\sim-50^{\circ}\text{C}$)로 유지할 수 있는 있으며, 분쇄시 발생열을 흡수하고, 질소가스로 분쇄물을 분리기에 이송하며, 분리기에서 분쇄물을 취합후 배출한다. 또한 분리기에서 배출되는 질소가스를 재이용하는 구조이므로 액화질소의 양을 절약하여 효율적인 사용을 할 수 있는 시스템이다.

1.1 기본 흐름공정도의 개요(그림 1)

분쇄기 ④에 있어서 원료공급구 ③, 호퍼 ①, 공급기 ②를 통하여 분쇄기 ④로 원료가 투입된다. 분쇄기 ④안에는 특수한 분무노즐이 설치되어 있고, 이 노즐로 액화질소 가스가 분무되어 일정한 온도까지 냉각된다.

원료 분쇄물은 액화질소 가스가 기화되어 질소가스 형태로 일정한 온도로 수송되어 분리기 ⑦에

표 1. 각종 저온분쇄기의 사양

사양		양식							
		HS-10	PCH-20	PCH-30	PCH-35	PCH-40	PCH-50	PCH-60 (복식)	
소요전력	KW	1.5	2.2	3.7	5.5~11	11~15	18.5~22	37~45	
최고회전수	RPM	5,000	4,500	4,000	3,500	3,200	2,700	2,700	
폴리		2.5in-A2	3in-B2	4in-B3	JIS150B×4	JIS150B×5	JIS180×5	200-3V-6	
체원(W/L)	mm	34×650	65×850	73×1,150	100×1,450	98×1750	(73×2,150)×2	(63×2,150)×4	
중량	실중량	kg	29	51	98	200	400	750	1,200
	포장	kg	38	63	117	230	460	850	1,300

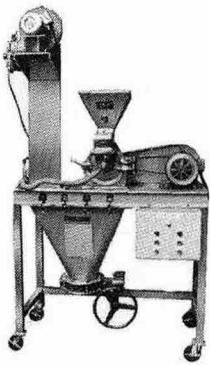


사진 1. 저온분쇄장치

포집된다. 분리기에서의 배출가스는 흡인 날개 (11)에 의하여 일부는 분쇄기 ④의 2차 공기투입구로 순환되고 일부는 대기로 방출된다.

분쇄제품은 액화질소에 의하여 온도가 낮은 상태이므로 외기와 접촉하면 공기중의 수분이 응축되어 곰팡이가 발생하거나 분쇄물 적재의 원인이 되므로 상온에 도달된후 필요에 따라서 분급한다. 분쇄목적에 따라서 예비냉각을 행할 수 있는 공급기를 설치하기도 한다. 또한 분급절분장치에 있어서도 질소가스 이용이 가능하다.

1.2 저온분쇄기의 사양

저온분쇄기의 형식에 따른 사양은 표 1과 같다.

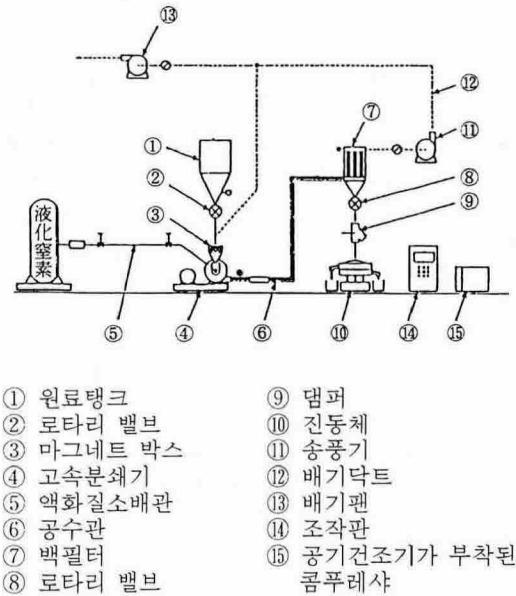
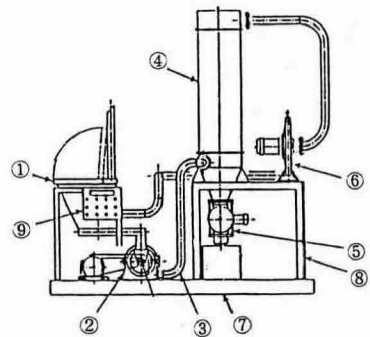


그림 1. 공정흐름도



- ① 부원료 탱크
- ② 고속도분쇄기
- ③ 공수관
- ④ 백필터
- ⑤ 로타리 밸브
- ⑥ 흡인송풍기
- ⑦ 받침대
- ⑧ 지지대
- ⑨ 조작판

그림 2. 저온분쇄장치의 외형도

표 2. 참고능력

	스크린	HS-10	PCH-20	PCH-30	PCH-35	PCH-40	PCH-50	PCH-60
쌀 가루	0.3	30	45	80	150	250	450	800
정제설탕	0.3	80	120	250	420	600	1,400	2,500
백설탕	0.1	15	30	50	100	200	400	700
키나분말	0.3	20	35	70	140	260	500	900
옥수수	0.3	7	15	30	60	130	270	500
썩벼	0.5	3	6	12	23	35	60	100
해조	1.5	20	30	70	130	180	350	600
건면	0.4	10	23	40	80	120	200	350
미숫가루	0.5	15	30	55	110	200	400	700
어분	2.0	15	30	60	120	240	450	800
목분	3.0	50	90	170	350	600	1,200	2,200
종자박	0.5	4	7	12	24	50	100	180
유산암모늄	1.0	50	100	170	350	600	1,200	2,200
	1.0	70	150	300	600	1,200	2,400	4,000

1.3 저온분쇄기의 외형

저온분쇄기의 외형도는 그림 2와 같고, 실제 사진을 그림 3에 나타내었다. 또 표 2에는 저온분쇄의 참고능력을 나타내었다.

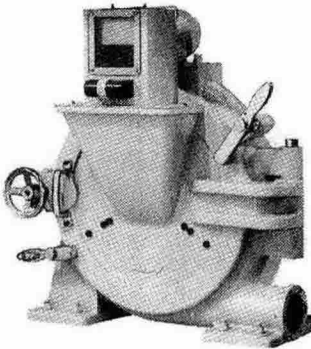


사진 2. 저온분쇄적용기

미나 자양성분의 손실이 발생하게 된다.

그러나 저온분쇄는 -20~50℃의 조건에서 분쇄를 하므로 품질은 거의 유지되고, 동결분쇄와의 비교를 백후추의 분쇄시 향기정유의 함량비교로 표 3에 나타내었다.

2.2 작업의 균일성과 연속운전이 가능

유지분과 같이 용해가 일어나는 경우에 분쇄물의 부착이나 불규칙한 형태로의 부스러짐이 일어나지 않는다. 상온분쇄시는 발열로 인하여 용점이 낮아지고, 유지성분의 용해시 장치내에 부착하거나 분쇄물이 불규칙한 형태로 되므로 운전이 지장을 초래하게 된다. 그러나 저온분쇄 장치에서는 액화질소의 사용으로 분쇄물의 용해, 불규칙한 형태로의 분쇄가 일어나지 않고 연속적으로 운전이 가능하며 균일한 작업을 이룰 수 있다.

2. 저온분쇄 시스템의 특징

2.1 고품질의 제품의 생산

충격열과 산화에 의한 제품의 품질저하를 억제할 수 있다. 즉, 상온분쇄시에는 열이 발생함으로 인하여 향기정유(방향정유)의 휘발이 일어나고, 향

표 3. 향기정유의 함유량 비교

(백후추 원료중 3.08ml/100g)

	상온분쇄	저온분쇄	동결분쇄
A사(독일)	1.95ml	-	2.94 ml
B사(일본)	1.00 ml	2.66 ml	-

2.3 저온분쇄에 있어 액화질소 가스의 경제성

저온분쇄의 액화질소의 경제성을 살펴보면, 동결분쇄와 비교시 액화질소 가스의 사용량이 1/3 가량으로 적게 소모된다. 원료 1kg을 분쇄시 액화질소 가스의 소비량을 표 4에 나타내었는데, 사용조건에 따라서 액화질소의 양은 차이가 난다. 저온분쇄의 냉매로서 액화질소를 사용하는이상 경제적인 측면에서 저온분쇄하고자 하는 원료는 선택에 있어서는 부가가치가 높은 원료를 선정하여야 한다. 그러나 액화질소를 사용하는데 있어서는 여러가지 장점이 있어 저온분쇄에 대하여 큰 매력이 있다. 투입하는 액화질소를 어떻게 효과적으로 이용하고, 또 최소한의 양으로 조절하는 것등이 분쇄경비 절

감 이익의 문제로 있는 것이 변함이 없고, 이것이 저온분쇄 시스템의 활용확대에 연결하는 것에 밀접하게 관계되며, 상업적 규모로 적용하는데 있어서 가부는 분쇄에 있어 이러한 비용과 제품의 가치에 의하여 결정된다.

2.4 악취 및 분진폭발의 방지

전공정이 질소가스의 분무기류중에서 처리되므로 분진폭발을 방지할 수 있다. 또한 저온(-20~-50℃)이하에서 분쇄가 이루어지고 정유분의 휘발 분산이 조금밖에 일어나지 않기 때문에 악취의 발생을 방지할 수있다. 무기재료도 매우 낮은 저온에 견딜 수 있는 재료구조로 할 수 있다.

표 4. 상온/저온/동결분쇄의 비교

	상 온 분 쇠	저 온 분 쇠	동 결 분 쇠
1. 식품자체의 향미 및 자양성분	<ul style="list-style-type: none"> • 분쇄에너지 발생시 온도 상승. 식품에 함유된 정유분의 휘산현상이 발생 • 따라서 정유함량의 수준이 20~40%에 달할시 품질변화가 발생 	<ul style="list-style-type: none"> • -20~-50℃의 저온에서 분쇄가 이루어지므로 향기의 휘산이 적게 일어나고 향미와 자양성분의 손실이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> • -100℃ 이하에서 분쇄하므로 향기의 휘산이 적고, 향미와 자양성분의 손실이 적음
2. 식품의 산화·용해	<ul style="list-style-type: none"> • 용점이 낮은 원료과 기름 성분이 높은 원료는 산화 및 용해가 발생하고 품질 변화, 분쇄물의 부착 및 분쇄방해물이 발생 	<ul style="list-style-type: none"> • 고순도, 초건조의 액화질소로 분쇄를 하므로 산화와 용해가 일어나지 않고 연속운전이 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 저온분쇄와 동일
3. 분쇄제품의 특징	<ul style="list-style-type: none"> • 경질 또는 섬유상 조직 및 열에 변화를 수반하는 원료는 분쇄가 어렵고 또한 유동성이 양호하지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> • 저온조건에서 열변화의 영향을 받기 때문에 분쇄 제품의 품질이 양호 	<ul style="list-style-type: none"> • 저온승화를 이용하여 분쇄하고, 유동성이 좋은 고운 분말을 얻을 수 있음
4. 분쇄처리량	—	• 상온분쇄와 거의 동일	• 상온분쇄의 2~3배
5. 액화질소의 소비량 (예 : 후추분쇄)	—	0.3~0.4kg/kg	1.0~1.2kg/kg
6. 설비비용	—	상온분쇄와 거의 동일	상온분쇄의 5배 정도

2.5 분쇄법의 차이점 비교

표 4에는 상온분쇄, 저온분쇄, 동결분쇄의 3종류 방법에 있어서 분쇄의 비교를 나타내고 있다.

3. 저온분쇄가 식품분야에서 주목되고 있는 이유

저온분쇄가 식품분야(주로 향신료)에 있어서 주목받는 이유는 다음과 같다.

- 식품의 분쇄제품에 있어서 맛, 향, 조직감 및 영양등의 고품질을 갖춘 제품이 요구
- 식품의 분쇄시 위생적인 면과 액화질소에 의하여 품질변화를 적게 일으키며 장치의 세척과 살균이 용이한 구조로 이루어 짐.
- 액화질소를 어느 곳에서나 손쉽게 얻을 수 있음.
- 저온분쇄는 동결분쇄와 비교할때 액화질소의 사용량이 1/4 가량으로 경제적이며 설비비용도 동결건조 시스템과 비교해 저렴한 설비가임.

4. 저온분쇄의 이용분야

저온분쇄는 식품분야에 정유분, 유지성분이 많이

함유된 식품의 분쇄와 부가가치가 높은 고품질의 식품의 분쇄에 이용되며, 분야별로 살펴보면 다음과 같은 용도로 분류할 수 있다.

(1) 향신료

후추, 클로우브, 겨자, 산규(고추냉이), 설탕, 마늘, 양파, 그의 향신료

(2) 조미료

오징어, 가다랭이, 새우, 정제설탕, 표고버섯, 다시마, 유당, 치즈, 그의 조미료

(3) 곡류

참깨, 땅콩, 아몬드, 코코넛, 그의 곡류

(4) 기호품

녹차, 커피, 초코렛, 젤라틴, 클라렐라, 이스트, 과일, 그의 기호품

(5) 냉동건조 처리후의 분쇄, 건강식품, 생약 등

출처; 食品と科學37(7) 94~97(1995)