

GOVP1199904581

634.53

L293H

최 종
연구보고서

밤 가공공장의 밤 껍질에서 밤 분말의
생산에 관한 연구

Production of Chestnut Flour from peeled
waste at chestnut processing factory

연구기관
동신대학교

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “밤 가공공장의 밤 껍질에서 밤 분말의 생산에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 12. 20

주관연구기관명 : 동신대학교

총괄연구책임자 : 전 병 관

연 구 원 : 연 석 주

연 구 원 : 이 기 완

연 구 원 : 전 의 찬

연 구 원 : 정 영 욱

연 구 원 : 박 영 희

연 구 원 : 정 은 희

연 구 원 : 조 숙 자

협동연구기관명 : 전 남

농촌진흥청

협동연구책임자 : 박 인 진

요 약 문

I. 제 목

밤 가공공장의 밤 껍질에서 밤 분말의 생산에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

밤 가공수출공장에서 구매하는 밤의 50%는 가공된 밤으로 출하하고 있으며 나머지 50%는 껍질로 폐기되고 있는 상태이다. 이렇게 폐기되고 있는 껍질에는 건껍질과 속껍질이 각각 절반씩 섞여 있으며 속껍질의 약 50%는 밤살이기 때문에 이를 적절하게 처리하여 밤살을 분리하면 식용가능한 밤 분말을 제조할 수 있다. 밤 분말을 제조하기 위하여 껍질과 밤살을 분리할 수 있는 공정의 개발 또는 밤 분말을 활용한 고 부가가치성 제품을 개발하기 위한 공정개발과 공정에 필요한 장치의 설계 및 실험실적인 제작 등을 목적으로 한다.

대부분의 농업부산물이나 농산가공부산물 등은 퇴비로 재활용되는 경우를 제외하고는 쓰레기로 처리되는 것이 자연스러운 것처럼 보이고 있는 상황이지만 이들 부산물을 구성하고 있는 성분중에는 우리에게 유익하게 사용될 수 있는 천연유기화합물이 다량 들어있는 경우가 많다. 특히 농산가공부산물은 단위 공장당 발생량이 많기 때문에 이를 재활용할 수 있는 기술의 개발은 회사의 생산성 향상 및 수지개선에 많은 도움을 줄 수 있다.

이러한 관점에서 밤 가공공장에서 발생하는 밤 껍질의 재활용기술이 개발된다면 이들 가공공장의 수지개선에 도움을 줄 뿐만아니라 사용 가능한 물질의 탄생과 보전이라는 측면에서도 국익에 보탬이 된다. 특히 전남과 같

은 남부지방은 우리 나라의 밤 주산지이므로 밤 가공산업이 발달 할 수 있는 가능성이 높은 지역이다. 이러한 가공공장에서 밤을 가공하는 공정에서 발생한 껍질을 적절히 처리한다면 사용가능한 물질의 취득량이 많아져 가공공장의 수입증대에 직접 기여할 수 있다.

1). 기술적 측면

밤 껍질로부터의 분말과 탄닌의 회수는 일종의 분리기술의 영역에 속하며 특히 고체와 고체가 접착되어 있는 상태인 껍질과 밤살을 분리하기 위해서는 건조, 조분쇄, 분리, 등의 공정을 거쳐야 할 정도로 어려운 분리기술의 일종이다. 이와 같은 고체·고체 혼합물의 분리공정개발은 기타 다른 농산 폐기물의 재활용에 대한 Motive가 되어 이들의 부가가치를 높이기 위한 공업화 공정개발의 기폭제가 될 것이다. 또한 껍질속에 다량 함유되어 있는 Poly phenolic compound 즉 탄닌성분을 추출하여 천연 유기화합물로서 그 용도를 개발한다면 상당히 부가가치가 큰 물질의 생산이 가능하다.

2) 경제·사회적 측면

수출용 밤의 가공 과정을 보면, 수집된 밤을 각 가정 또는 위탁자에게 분배하여 수작업으로 깎으며 깎은 밤과 밤 껍질은 분배과정의 역순으로 수집하여 밤 알맹이는 가공처리하고 껍질은 퇴비로 사용하거나 폐기처리해 왔다. 이런 상황에서 연구참여 업체인 금성물산의 경우 96년도에는 1,200ton의 밤을 가공하여 600ton의 깎은 밤과 600ton의 껍질을 수거하였으며 이중의 300ton이 속껍질이고 150ton은 속껍질에 붙어 있는 밤살이었다고 볼 수 있다. 따라서 속껍질 속에 붙어 있는 밤살 150ton을 순수한 밤살로 회수할 수 있다면 용도 및 경제적 가치는 상당히 높을 것으로 생각된다.

다. 현재 시중에서 유통되고 있는 밤 가루는 1kg에 20,000원 정도에 판매되고 있으나 본 기술의 개발에 의해 대량생산된다면 가격이 낮아져 3,000원/Kg 정도로 예측한다면 이는 ton당 300만원이며 $150\text{ton} \times 300\text{만원/ton} = 4$ 억 5천만원 정도의 부가가치를 창출해낼 수 있다. 전국을 대상으로 한다면 현재 조업중인 밤 가공 공장은 20여개 업체이며 수출가공량의 증감에 따라 폐기되는 밤 껍질의 량도 차이가 있지만 96년도 가공량을 기준으로 하여 볼때 폐기되는 유용 가능한 밤살의 총량을 추적해 보면 약 9,000ton이며 이는 가격으로는 270억여원 정도에 해당되는 부가가치를 재생산할 수 있어 IMF시대의 절약정신에도 큰 호응을 할 것이다.

3) 사회 문화적 측면

우리 나라는 전통적으로는 쌀을 주식으로 하는 식생활을 보여오고 있으나 생활패턴이 점점 서구화되어감에 따라 분말을 사용해 만드는 식품류 또는 인스턴트식품의 소비가 늘어나고 있어 다양한 특성을 가진 각종 분말의 출현이 요구되고 있다. 따라서 밤이 가지고 있는 특유의 성질을 살릴 수 있는 가공과 제조기술의 개발은 새로운 식품문화에 기여할 것이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1차년도

- 밤 가공수출공장에서 구매하는 밤의 50%는 가공된 밤으로 출하하고 있으며 나머지 50%는 껍질로 폐기되고 있는 상태이다. 이렇게 폐기되고 있는 껍질 중의 25%는 밤 살이기 때문에 이를 분리하여 처리하면 훌륭한 밤 분말을 제조한다.
- 밤 껍질에 들어있는(붙어있는) 밤살을 자원으로 활용하여 양질의 밤 분말을 제조하기 위하여 박피 기술의 개발과 밤 분말을 활용한 고 부가

가치성 제품을 개발하기 위한 공정개발과 공정에 필요한 장치의 설계 및 실험실적인 제작에 관한 연구를 수행한다.

2차년도

- 밤 분말을 사용한 제품의 개발과 분리된 껍질을 활용한 사료화 등을 위해 기존제품의 재료로서 밤 분말로의 대체가능성 여부 및 새로운 식품이나 기호품의 개발을 위한 연구를 수행한다.
- 1차 년도에서 설계한 공정에 필요한 장치를 제작하고 실험실적으로 운전하여 보완하므로서 공정에 투입되는 장치 등의 최적의 제작 및 운전조건을 규명한다.
- 밤 껍질 사료의 적합성 규명하기 위하여 열량측정, 영양가분석 등을 실행한다.
- 최적화 공법을 사용한 밤 전분, 밤 가루 등의 생산공정의 확립을 위해 유사공정을 Model로 선정하여 최적공정도를 작성하며 회귀분석법등을 이용하여 공정에 미치는 인자 도출하여 적정공정을 수립한다,
- 통계자료 분석에 의한 국내외 밤 전분 소비 현황 및 시장 규모의 예측을 위한 연구를 수행한다.
- 신개발 제품의 시장 규모 판매 경로 분석 및 가격선정하여 투자, 수익 및 수익성의 판정한다
- 전 연도에시행한 밤 전분의 물리 화학적 특성, 탄닌 성분과의 상호관계, 박피방법에 따르는 밤 전분의 특성변화 등에 계절적인 요인으로 시행하지 못한 부분을 보완한다.

3차년도

- 박피공정에 필요한 장치의 설계·제작과 보완과 밤 분말 생산공정의 최적화를 위한 pilot plant 설계 및 운전조건의 제시;

박피공정에는 건조기, 분쇄기, 다단진동체 분리기, 풍력선별기 등의 장치가 도입되어 있어 이들 장치의 최적 운전조건을 유지하거나 향상시키기 위해서는 보다 효율적인 기능을 첨가시킬 수 있도록 설계하여 제작한 후 미비점을 보완하는 것이 당연하다. 특히 건조장치의 보완에 의하여 생산된 밤 분말의 백색도가 높아지고, 분리효율을 높이기 위한 다단 진동체의 도입은 상품성을 높이며, 수직 승강기의 설치에 따른 공정에서 분체의 유동을 원활하게 진행시키는 등 제조현장에서 활용하여 공장의 생산성을 높일 수 있는 자료를 적립하도록 한다.

○ 밤분말을 사용한 신제품의 개발 및 보급방법의 제시;

이미 시중에 사용되고있는 식품의 재료를 밤분말로 대체하여 만들어 맛과 향기 등에 대한 변화의 정도를 조사하고 이를 근거로하여 빵, 과자, 스낵류, 면류, 호화식품류 등에 밤분말의 사용할 경우의 제조기법을 확립하여 보급할 수 있도록 한다.

○ 밤분말 수요예측을 위한 설문조사 및 분석;

밤분말을 가장많이 사용할 것으로 예측되는 제과업자를 상대로 직접 방문조사와 우편에의한 설문지를 근거로하여 통계처리하고 이들 자료를 근거로 신제품이 개발 됐을 때 시장 규모, 판매 경로 분석 및 가격선정과 수익성의 판정하도록 한다.

○ 부산물인 탄닌의 특성규명 및 용도의 개발;

밤살을 분리하고 남은 껍질에는 추출가능한 crude tannin의 량이 이 껍질의 약 25% 정도이므로 이를 천연 polyphenolic compound로서 활용할 수 있도록 특성과 용도를 규명한다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

가. 연구개발 결과

1, 밤 전분

1-1. 전분입자의 형태

Scanning electron 현미경으로 관찰한 결과 동결건조, 열풍건조, 자연건조 등의 방법에 의해 건조한 밤 분말의 형태를 관찰한 결과 밤 전분을 싸고있던 세포막의 일부가 부서진 상태로 산재해있으며 건조방법의 차이에 따른 분말의 외형상의 차이는 발견할 수 없었다. 건조방법의 차이에 따른 밤 전분의 형태를 확인하기 위하여 동결건조, 열풍건조, 자연 건조한 것 등을 관찰하였으며 전분 입자의 크기는 2~10 μ m범위로서 균일하지는 않으나 형태는 대부분 약간 길쭉한 원형이며 표면이 상당히 매끄러운 상태인 것으로 보아 속껍질을 건조하여 분쇄하는 과정 중에서의 손상이나 건조방법의 차이에 의한 손상되는 정도의 차이가 없음을 알 수 있었다.

건조한 밤 분말의 X-ray 회절도를 조사한 결과 건조방법의 차이에 따른 회절도의 변화를 찾을 수 없으며 세포막 등이 혼합되어 있어 결정성이 아주 낮은 상태임을 알 수 있었다. 밤 전분의 X-선 회절도는 회절각도(2θ) 16.9° 에서 강한 peak를 보였으며, 14.9° , 23.0° 에서 중간 peak를, 18.3° , 24.2° 에서 약한 peak를 보여 전형적인 B형의 특징을 보였는데 건조방법에 따르는 차이를 발견할 수 없었다. 회절 각도 16.9° 에서 구한 전분의 상대적 결정도는 원래는 동결건조 전분이 100%일 때 열풍건조 전분이 85.6%, 자연건조 전분이 69.1%로 동결건조 전분의 결정성이 가장 컸다.

이상에서 관찰한 바 자연건조, 열풍건조, 동결건조 등의 건조방법에 따르는 분말이나 전분의 형태나 결정성 등에 큰 차이가 없으므로 비용면에서 저렴한 열풍건조와 자연건조법이 경제적이지만 장기건조에 따른 위생상의 문제 때문에 열풍건조의 방법을 주된 공정으로 도입해야 한다. 따라

서 이후의 실험은 열풍건조에 의해 제조한 시료를 사용한다.

1-2. 밤 전분중의 무기성분 함량

밤껍질에서 열풍건조에 의해 분리한 전분의 전질소(T-N) 함량은 0.7%로 밤 전분중의 질소함량 0.15%의 5배정도 많으며, 껍질과 혼합된 전분의 질소함량 0.96% 보다는 적었다. 인(P) 함량도 같은 경향이었으나 껍질에서 분리한 전분과 밤 전분간의 함량 차이는 아주 적었다. 또 껍질에서 분리한 전분중의 K, Ca, Mg 함량은 각각 0.64, 0.05, 0.08%로 K는 밤 전분의 9배, Mg는 4배 많았으나 Ca는 큰 차이가 없었다. 이와 같이 밤껍질에서 열풍건조에 의해 분리한 전분중의 무기성분 함량이 밤 전분중의 무기성분 보다는 많고 껍질과 혼합된 전분보다 적은 것은 열풍건조에 의해 밤껍질에서 분리한 전분이 껍질과 분리될때 껍질과 완전히 분리되지 못함에 따라 밤껍질에서 오는 무기성분이 포함되었기 때문인것으로 사료되었다.

1-3. 밤 전분의 조성

열풍건조에 의해 밤껍질에서 분리한 전분의 조성을 측정한 결과, 조단백, 회분, 탄닌의 함량은 각각 0.03, 0.5, 0.36%로 밤 전분보다 조단백 3배, 탄닌은 12배 많았으며, 껍질과 혼합된 전분중의 조단백, 회분, 탄닌보다 2~10배 적었다. 전분중의 수분함량은 껍질에서 분리한 경우에 10.6%이고 표준 밤에서 만든 것은 16.8%로 전분이 순수할 수록 많은 경향이였다

1-4. 전분의 물 결합능력 및 요오드반응

순수한 밤 전분의 물 결합능력은 175% 였으며, 밤껍질에서 분리한 전분의 물 결합능력은 216.5%로 후자가 1.2배 정도 높았다. 요오드반응은

전분 용액중에 존재하는 직쇄상 분자와 양을 상대적으로 비교하는 것으로 625nm에서의 흡광도를 비교해보면 순수한 밤 전분은 0.225, 껍질에서 분리한 전분의 흡광도는 0.25이며 최대흡광도는 600nm로 시료에 따른 차이가 없었다. amylose 함량을 측정한 결과 순수한 밤에서 만든 전분은 47.08%, 밤껍질에서 분리한 전분이 51.69%로 후자가 약 5%정도 높은 것으로 나타났다.

β -amylase분해도 실험에서 순수한 밤 전분과 밤껍질에서 열풍건조에 의해 분리한 전분 등을 시료로 한 sephadex-G50의 겔크로마토그래피로 용출시켰으며 두 전분의 β -amylase 분해도는 각각 81.0%, 89.0%로 순수 밤 전분보다는 열풍건조에 의해 껍질에서 분리한 전분이 8%정도 컸다. 이러한 현상은 껍질로부터 밤 전분을 회수하기 위하여 여러 단계의 분리 과정을 거쳤지만 아직도 미량의 껍질이 섞여있다는 것을 의미하고 있다.

1-5. 팽화력 및 용해도

밤 전분의 팽화력을 측정한 결과 55℃부터는 온도가 상승함에 따라 팽화력이 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 순수 밤에서 만든 전분의 팽화력이 밤껍질에서 분리한 전분보다 약간 높았으나 큰 차이는 보이지 않았다. Tester와 Morrison은 전분의 팽화는 amylopectin 분자내의 분자량과 전체 amylopectin 분자의 형태에 좌우된다고 하였는데 본 실험에 시료로 사용된 두 전분의 팽화력의 차이가 적은 것은 amylopectin의 분자량과 형태가 비슷하기 때문인 것으로 사료되었다.

온도변화에 따른 용해도의 변화는 50℃ 이상의 온도에서는 온도가 상승함에 따라 서서히 증가하다가 80℃에서 90℃ 사이에서 큰 폭으로 증가하였으며, 순수 밤에서 만든 전분의 용해도가 밤껍질에서 분리한 용해도보다 약간 높게 나타났다

2. 밤 분말

2-1 밤 분말의 표면형태

표준제품(밤 분말)과 실험시료(껍질 밤 분말)의 입자의 표면형태를 SEM을 사용하여 비교 관찰하였다. 시료를 gold-palladium으로 Coating 한 후, 주사 전자 현미경(Scanning Electron Microscope Hitachi 2500, Japan)으로 20kv의 가속 전압에서 2,500배율로 관찰한 결과 타원형의 입자상태와 찢겨진 포자막의 형태를 알 수 있으며 순수 밤 분말과 껍질에서 분리한 분말의 형태는 큰 차이를 보이지 않았다.

2-2. 수분 보유력(WHC), 수분용해지수(WSI) 및 수분흡착지수(WAI)

순수 밤 분말(밤가루)과 껍질에서 분리한 밤 분말(껍질밤가루)의 WHC를 검토한 결과 수분보유능력은 각각 199.4%, 179.3%로 비교적 높은 수분보유능력을 가진 것으로 나타났다. 이는 시료 제조시의 건열처리 과정의 영향이 있을 것으로 생각된다. 또 시료 중 수용성 성분의 수분보유능력을 나타내는 WSI와 불용성 성분의 수분보유능력을 나타내는 WAI를 검토한 결과 순수한 밤가루의 경우가 높은 값을 나타내고 있었다.

2-3. 용적 밀도, 수화시간, 팽화도

용적밀도, 수화시간, 팽화도 들을 표시한 것으로 껍질밤가루의 용적밀도는 0.59g/ml로 밤가루보다 37% 더 낮은 것으로 나타났으며, 시료 1g이 완전히 수화되는 시간은 20분으로 순수밤 가루의 95분에 비하여 4배이상 빠르다는 것을 알 수 있다. 이는 껍질밤가루에 섞여있는 미량의 섬유질 때문이라 생각 된다. 또 실온에서의 팽화도를 검토한 결과, 1g의 시료가 7.5ml로 팽화되어 밤가루보다 약간 높은 경향을 볼 수 있었다.

3. 조 탄닌의 추출

밤 속껍질에서 밤 분말을 회수한 후 남은 껍질속에 들어있는 탄닌은 50-70% 아세톤과 50-70% 에칠알콜 등을 사용하여 침적추출기를 사용하여 50-80℃에서 1시간 정도추출한 후 동량의 용매로 재추출을 하여 전회추출 용액과 혼합하여 감압 증발기를 통해 용매를 회수한 뒤 수분은 저온 증발시켜 고형의 탄닌을 얻었다. 시료 속껍질무게의 28%정도의 조 탄닌을 얻을 수 있었으며, 같은 방법에 의한 추출시험을 통해 건 껍질에서는 약 8%정도 추출물을 얻어, 탄닌은 속껍질에 다량 존재함을 알 수 있었다. 이와 같은 탄닌은 의약품이나 천연 염료용, 건강보조식품 등으로 널리 활용하려는 연구가 다양하게 진행되고 있는바 이에 대한 구체적인 연구가 필요하다고 본다.

4. 밤 분리공정개발을 위한 연구용 실험장치 설계 및 제작

4-1 간이건조기 (수용가 보급용)

고급밤의 가공은 수작업에 의해 이루어지며 수작업시 밤껍질의 배출원은 가공공장의 공정내에서 직접 이루어지기도 하나 거의 가정주부가 주로 집에서 밤껍질을 배출하는 경우가 많다. 가공공정내에서 배출되는 밤껍질은 배출 즉시 건조하거나 냉동실에 넣어 보관이 가능하나 가정에서 배출되어지는 밤껍질은 가공 및 저장이 어렵기 때문에 배출된 밤껍질을 축축한 상태로 모아 다시 공급처로 보내어 지고 있다. 이 과정에서 습기로 인해서 밤 전분이 변질될수 있으므로 양질의 밤 전분의 생산이 어렵다. 따라서 간단한 형태의 건조기를 공급해주면 신선한 밤 전분의 생산에 도움을 줄 수 있어 간이 건조기를 설계하여 제작하였다. 즉 크기가 300mm×300mm×600mm의 직육면체 통에 서랍식 그물망을 3단으로 설

치하여 밤 껍질의 량에 따라가감하여 채워 건조할 수 있도록 하였다. 하단에는 heating coil을 장착하여 부착된 fan으로 가열된 공기를 상승시키도록 하는 강제 순환형이다.

4-2. 압축형 밤껍질 파쇄장치

회전방향이 각기 다른 두개의 롤러사이에 시료를 투입 압착파쇄하여 껍질과 밤 전분이 분리되도록 할 목적으로 조 분쇄기를 설계하였다. 가능하다면 1mm 미만의 입경이 생성되지 않도록 하는 곳이 중요하다. 롤러의 회전속도가 각기 다르면 밤 분말과 함께 껍질도 으깨어지므로 회전수가 같도록 하였다. 필요에 따라서 기어를 바꿀 수 있도록 설계하였으며 또한 롤러사이의 간격을 조절할 수 있도록 하여 분말의 제조도 가능하도록 제작하였다.

재 질 : Roller Stainless steel (롤러간격 조절가능)

기어 탄소강

기타 마감재료 Stainless steel

구동모터 : 2HP

4-3 일단식 진동체분리기

일단식 진동체분리기는 한 단에 3종류의 체가 공존하는 형식으로 시료 투입구부터 시작하여 15mesh, 10mesh, 5mesh 순으로 되어 있으며 각 구간의 길이는 387mm로 되어 있다. 이 장치는 구조상 간단하며 각 체를 통과한 시료의 포집이 용이하고 풍력분리공정과의 연계가 용이하도록 설계하였다. 또한 진동체분리기와 풍력분리기가 공간의 교차부분으로 인해 작업장의 공간점유율을 감소시킬수 있다. 그러나 각 구간별 길이가 짧기 때문에 진동에 의한 분리효율이 낮으며, 분리효율을 증가시키기 위해서는

분리체의 길이를 연장시켜야 하므로, 진동체에 의한 공간의 점유율이 증대되는 단점이 있다.

4-4. 다단식진동체분리기

다단식 진동체분리기는 일단식 진동체분리기의 단점인 분리효율을 향상시키기 위한 장치로서 각각의 단에 같은 크기의 체를 고정하여 3단으로 연결접침구조로 만든 장치로 제일 윗 단인 5mesh 체에 시료를 투입하면 5mesh를 통과한 시료는 아래로 떨어져서 10mesh에서 재분리되며 다시 아래로 떨어져 15mesh에서 분리되어 풍력분리장치로 이동하게 된다. 15mesh를 통과하지 못한 시료는 일단식 진동체분리기와 동일한 구조로 파쇄장치로 반송되도록 하였으며 분리된 시료의 배출구는 각각 다른 방향으로 길을 만들어 분리된 시료가 혼합되지 않도록하여 관을 통해 풍력 분리조로 보내어지는 구조로 설계하였다.

재 질 : 아크릴, 쇠팅, 앵글

구동모터 : 1HP

구동방식 : 상하반복진동

진동체규격 : 1000mm × 370mm × 200mm

전장규격 : 1600mm × 420mm × 1500mm

4-5. 풍력선별장치

풍력선별장치는 송풍기에서 공기를 불어주면 비중차에 의해 가벼운 겹질부분은 멀리 날아가고 비중이 무거운 분말덩어리는 가까운 곳에 떨어져 분리가 가능하게 되므로 이 원리를 이용하여 풍력 선별 장치를 설계 제작하였다. 풍력에 의해 일정구간 만큼 날아간 전분과 겹질은 일정한 구간을 형성하며 이 구간은 첫 번째로 순수한 전분의 퇴적구간, 두 번째는 전분과 겹질의 혼합퇴적구간, 세 번째 구간으로서 순수겹질의 퇴적구간으

로 나누어진다. 이때 순수한 전분의 퇴적구간에 풍력에 영향을 주지 않는 분리벽을 설치하여 전분과 껍질을 분리 회수한다. 본 실험장치는 풍량, 풍속, 송풍기에서부터 분리벽의 거리를 다른 조건으로 하여 2개조를 제작하였으며 이는 진동체분리기에서 분리된 5mesh 및 10mesh를 통과한 중량 및 크기가 다른 두 개의 시료를 각각 적정방법으로 분리할 수 있도록 하기 위해서이다.

재질 : 아크릴

송풍기 : 0.5HP, 1HP(풍량조절 가능)

규격 : 1300mm×420mm×600mm

4-6. 분체분리용 싸이크론

분쇄된 껍질과 밤 전분을 분리하기 위한 방법중의 하나로 실험실 규모의 싸이크론을 설계하여 제작 하였다. 싸이크론을 이용한 분리는 입자의 크기가 미세한 $5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 에서 가능하므로 본 실험과 같은 입자가 큰 혼합된 고형물질의 분리법에는 적합하지 않았다. (분쇄하면 전분과 껍질이 모두 분말화 되기 때문임)

재질 : 아크릴

규격 : 원통부 250mm

원추부 500mm

직경 250mm

송풍기 : 0.5HP 2개 (흡입부, 배출부 부착가능)풍량조절가능

원료공급기 : 회전원판형(다공판위에서 구멍이 뚫어진 또 다른판을 회전시킴)

4-7. 증저밤껍질에서 밤 전분 회수용 으갠장치

물 속에 밤 분말을 풀어 껍질과 분말을 분리특성을 검토하기 위한 으

잼장치를 설계하여 제작하였다. 증저법은 전분에 열을 가해주면 당이 β -화되어 물러지기 때문에 밤껍질에 열을 가해 물러진 밤살을 으갠으로써 껍질과 전분을 분리하는 방법이다. 증저와 으갠의 연속공정으로 증저장치는 압력을 가해줄 수 있는 이중 스텔이나 교반장치가 부착되어 있는 스텔을 사용하는 것이 적합하며 고온의 steam으로 열전달율을 높일수 있는 이중 스텔을 사용함이 적합하다. 증저장치에서 삶아진 밤껍질을 연속적으로 한쪽 방향으로 밀려가도록 하여 으갠장치로 보내면 수중에서 으깨게되고 이때 밤 살이 쉽게 으깨져 물속으로 풀어지며 이를 체거름하여 껍질을 분리하고, 밤 전분이 가라앉아 있는 물의 수분을 제거하여 농축시킨 후 얻어진 밤 전분을 앙금으로 제조한다.

재질 : Stainless steel

사용모터 : 1HP (rpm조절기 부착)

교반날개 : 네잎 크로바형(첨단부분에 완충제 부착가능)

3-8. Rotary Kiln형 건조장치 (건조발효기)

밤껍질을 전분과 피로 분리하기 위해서는 밤껍질에 함유되어 있는 수분을 건조시키는 전처리가 필요하다. 이는 건조 후에 생기는 껍질과 와 밤 살 사이의 공극발생은 기대할 수 있기 때문이다.

현장에서 수거되는 밤껍질은 수분이 약 60%정도 함유하고 있어 이를 건조시킬 필요가 있다. 대량의 연속건조가 가능한 건조기로서 Rotary Kiln형 건조장치가 사용되고 있다. 그 이유로는 작업의 용이성과 사용에 너지의 절약 등을 들 수 있으며, 원시료 투입시부터 배출까지 건조되는 과정에서 킬른의 회전체구동에 의한 낙하충격에 1차적인 피의 분리가 이루어지므로 파쇄장치 및 연계된 공정에서의 효율증대를 기할 수 있다.

공장규모의 대형건조에 대비하기 위하여 실험실규모의 Rotary Kiln형

건조장치를 설계 제작하였다. 다만 실험실 규모이므로 연속식이 아닌 회분식으로 하였으며 밤 전분 회수후의 순수한 밤껍질을 사료로 전환하기 위한 호기성발효장치로 사용이 가능하도록 수분공급장치 및 탈취탑을 부착하였다. 교반효과를 높이고 수분의 발산이 빠르게 진행할 수 있도록 원통내부에 축방향으로 막을 설치하였다.

반응장치의 재질 및 형태 : Stainless Steel계 원통 구동형

반응장치의 용량 및 형식 : 0.5m³ 회분식

구동방식의 용량 및 형식 : 2HP 3상 교류식

열공급장치 : 열선부착된 송풍기

열공급용량 : 최대 5kW/H, 자동 on/off control

원통회전속도 : 가변형 Inverter(최소 5rpm 이상)

반응장치의 온도 : 가변형 Thermocontroller(80℃이하) + Thermocouple(온도센서)

습도 : Throttle 현상을 이용한 수분공급법

탈취장치 : 활성탄 또는 발효생성물 충전

5. 기존제품의 재료를 밤 분말로의 대체가능성을 규명

5-1 선식

밤 분말를 이용한 선식은 밤가루 그대로, 또는 시판되고 있는 여러 종류의 미숫가루, 호박, 시금치, 당근, 마, 땅콩, 잣, 표고버섯, 솔잎, 흑임자, 호도, 멸치, 썩, 다시마 등의 가루와 혼합하여 물, 두유 또는 우유 등과 설탕, 소금, 꿀 등을 타서 이용할 수 있으며 아침식사 대용, 간식, 보충식, 영양식, 노인식, 환자식, 이유식과 건강식 등으로 바쁜시대에 빠르고 고르게 영양을 섭취할 수 있는 간편한 식품으로 폭넓게 이용할 수 있을 것이다.

5-2. 밤 분말 빵

밀가루와 밤가루를 섞어서 중량비로 10~50%의 밤 가루 빵을 만들었으며, 전체적으로 밀가루빵보다 덜 부풀었으며, 밤 분말의 혼합비율이 증가할수록 그 차이는 더 크게 나타났으며 관능검사의 결과는 다음과 같이 분석할 수 있다.

(1) 색 (color)

밤가루를 섞은 빵은 밤가루의 색소 때문에 밀가루빵과는 현저한 차이를 보이고 있다. 밤가루빵의 색에 대한 관능점수는 밀가루빵보다는 낮으나 모두 설문지상의 '보통'에 가까운 점수를 나타냈다. 특히 40%의 밤가루빵은 높은 관능점수를 보여 밀가루 빵과 유의한 차이를 보이지 않았다.

(2) 기공의 크기와 분포 (air cell size and distribution)

밤가루를 10~50% 섞은 밤가루빵은 밀가루빵과 기공의 크기가 차이가 있다. 그러나 밤가루를 섞은 비율에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. 밤가루를 10~40%를 섞은 밤가루빵은 기공의 분포에 있어서 밀가루빵보다 고르지 않은 것으로 나타났으나, 50% 밤가루빵은 유의적 차이는 없었고 오히려 약간 높은 경향으로 나타난 점이 흥미롭다.

(3) 향기 (flavor)

밤가루빵의 향에 대한 관능검사 점수는 전 실험군이 밀가루빵보다 낮았으나 밤가루를 섞은 비율에 의한 유의적 차이는 없는 것으로 나타나 10~50% 까지 밤가루를 섞어도 향기에 있어서는 차이가 없다고 하겠다.

(4) 부드러운 정도 (softness)

부드러운 정도는 20%의 혼합비율을 제외한 밤가루빵에서 모두 밀가루빵보다 낮았으며 이것은 밤가루의 큰 입자와 밤껍질부분이 섞여 들어갔기 때문이라고 여겨진다.

(5) 씹히는 맛 (chewiness)

밤가루빵의 씹히는 맛은 밀가루 빵과는 유의적인 차이를 나타내어, 관능 검사 점수는 밀가루 빵보다 유의적으로 낮았다. 그러나 20% 밤가루 빵은 '보통'이상의 점수를 얻었으며, 10%와 30% 밤가루빵도 '보통'에 근접하는 값을 나타내고 있다.

(6) 전체적인 기호도 (overall quality)

밤가루빵은 전체적인 기호도 면에서 전 실험군이 밀가루빵보다는 낮은 관능검사 점수를 보였으며, 밤가루의 혼합 비율에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았으나 20% 밤가루빵이 약간 높은 경향을 보였다. 그러므로 비록 밀가루빵보다 전체적인 기호도는 낮지만, 20%의 밤가루를 섞은 빵은 비교적 수용할만하다는 반응을 보이고 있다.

7) SEM으로 본 밤가루빵의 구조적 특성

밀가루 빵의 구조는 밀가루의 구형의 큰 입자들 사이로 작은 전분의 입자들이 불규칙하게 분포되어 있음을 볼 수 있다. 이것은 권과 안이 잘 발달된 밀가루 반죽의 구조를 보고한 바 같이 protein matrix에 의해 형성된 밀가루 반죽이 종이와 같이 얇게 퍼진 상태에서 발효와 더불어 좀 더 크고 탄력성 있게 되면서 작은 빈 공간을 형성하여 생긴 결과로 보여진다. 밤 분말을 10%에서 50%까지 증가시켜 빵을 제조한 경우의 전자현미경사진으로 비교하면 10% 밤가루 빵은 밀가루 빵과 유사한 구조를 이루고 있으나 밀가루 빵에서 큰 입자들이 전체적으로 분포되어 있는 것에 비해 작은 입자들이 많아졌으며, 이러한 경향은 밤가루를 섞는 비율이 높을수록 더욱 두드러져 보인다. 이와 같이 입자들 간의 조밀한 부분들이 빵의 구조를 조밀하게 만들어서 조직이 치밀하고 좀 더 단단해지는 것으로 보인다.

(8) 관능적 기호도 특성의 상관도

밤가루 빵의 관능적 기호도 특성의 항목간 상관관계검토한 결과 전체적인

기호도와 정의 상관관계를 보이고 있는 것은 색($r = 0.55$), 향기($r = 0.62$), 씹히는 맛($r = 0.84$)으로 이들이 빵의 기호도를 결정하는 중요한 요인이 되는 것으로 나타났으며, 특히 씹히는 맛과 향기가 전체적인 기호도에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또 부드러운 정도와 기공의 분포도가 비교적 높은 상관관계($r = 0.61$)를 보였으나 유의적이지는 않았다.

5-3. 밤국수

밤가루를 밀가루와 섞어서 만든 국수를 만들었으며 그 관능적 기호 특성의 결과는 다음과 같다.

(1) 외관(appearance : APR)과 색(color : COL)

밤국수의 외관과 색에 대한 관능 평가 점수는 밀가루 국수보다는 대체적으로 낮은 점수를 보였으나, 밤국수 실험군 간에는 유사하였다.

(2) 냄새(flavor : FLA)

10% 밤국수의 냄새는 밀가루 국수와 차이를 보이지 않았으나, 20%~50%를 혼합한 경우는 밀가루 국수에 비해 낮은 점수를 나타냈으며 각 군간의 유의적 차이는 보이지 않았다.

(3) 경도(Hardness : HAR)

국수를 손가락으로 눌러 보아 으깨어지는 정도(HAR1)와 입안에서 느껴지는 경도(HAR2)에 대한 관능검사 결과는 크게 다르지 않았으며, 10%~30% 밤국수는 밀가루 국수와 경도가 비슷한 것으로 나타났다. 그러나 40%~50% 밤국수는 그 경도가 밀가루 국수보다 유의적으로 낮았다. 따라서 국수제조시 밤가루를 30%까지 섞어도 경도면에서는 밀가루 국수에 뒤지지 않는 것으로 나타났다.

(4) 탄력성(elasticity : ELA)

손가락으로 일정한 정도로 시료를 눌렀다가 손가락으로 제거했을 때 원래 상태로 회복되는 정도 및 속도로 검사한 탄력성(ELA1)과 입안에서 느껴지는 탄력성(ELA2)은 유사한 것으로 나타났다. 10%~30% 밤국수와 밀가루 국수는 그 탄력성이 유의적 차이가 없었으나 40%~50% 밤국수는 밀가루 국수보다 유의적으로 탄력성이 낮았다. 이는 밤가루가 탄력성을 가지지 못하기 때문에 그 혼합비율이 올라갈수록 탄력성이 낮아지는 것으로 생각된다. 그러나 밤가루를 30% 정도만 섞는 것은 탄력성에 있어서 밀가루 국수와 차이가 없을 것으로 보인다.

(5) 응집성(cohesiveness : COH)

밤국수의 응집성에 대해서 손가락으로 눌렀을 때 파괴되기 전까지 변형되는 정도와 시료를 어금니 사이에 놓고 압착하면서 파괴되기 전까지 변형되는 정도 2가지(COH1, COH2)로 실험한 결과, 10-30%밤국수는 밀가루 국수와 유사했으나 40-50%밤국수는 유의적으로 낮았다.

(6) 부착성 (adhesiveness : ADH)

부착성에 대한 관능검사 점수는 40%밤국수를 제외한 전 실험군에서 유의적인 차이가 없었으나 전체적으로 높은 점수를 나타냈으며, 특히 40%밤국수는 부착성에 있어서 밀가루 국수보다 유의적으로 더 좋은 기호적 특성을 보였다.

(7) 씹힘성(chewiness : CHE)

10%와 30% 밤국수는 씹힘성에 있어서 밀가루 국수와 유의차가 없었으며, 오히려 20% 밤국수는 그 씹힘성이 유의적으로 좋은 것으로 나타났으나, 40-50% 밤국수는 밀가루 국수뿐 아니라 10-30% 밤국수보다도 씹힘성이 유의적으로 낮았다. 따라서 밤 가루를 30%까지 섞어도 그 씹힘성은 밀가루 국수와 같거나 오히려 더 좋을 것으로 보인다.

(8) 점성(gumminess : GUM)

10-30%의 밤가루를 혼합한 경우, 점성은 밀가루국수와 유의적 차이를 보이지 않았으며, 40-50%밤국수는 점성이 밀가루 국수와 10-30%밤국수보다 유의적으로 낮았다. 따라서 밤가루를 30%까지 섞어도 점성에 있어서는 밀가루 국수에 뒤지지 않는 것으로 나타났다.

(9) 수용도(acceptance : ACP)

밤국수의 수용도는 전 실험군이 밀가루국수보다 유의적으로 낮은 점수를 보였으나, 밤국수간에는 유의적 차이가 없었다. 그러나 대체적으로 10-30%의 밤가루를 혼합한 경우에 '보통'의 수준에 근접한 평가를 보이고 있으므로 국수 제조시에 30%까지 밤가루를 섞는 것은 무리가 없을 것으로 사료된다.

(10) SEM으로 본 밤국수의 구조적 특성

밀가루 국수를 전자현미경으로 관찰한 구조적 특성은 큰 입자들과 작은 입자들이 불규칙하게 분포되어 있다. Photo V-12에서 Photo V-14까지에서 볼 수 있는 10-30%밤국수의 SEM의 특징은 작은 입자들이 많이 관찰되며, 큰 분자들이 사이사이에 많이 늘어나 있는 것을 볼 수 있는데 비해, 40-50%밤국수는 조직이 거칠고 작은 입자들이 조밀하게 구성되어 있음을 볼 수 있다. 이는 밀가루 단백질이 신장성을 가지는데 밤가루의 혼합으로 상대적으로 그 신장성이 감소하게 되어 조직이 뻣뻣하게 되어 거칠어지는 것으로 보여진다.

(11) 관능적 기호 특성의 상관도

밤국수의 관능적 기호특성의 항목간 상관관계를 보면 국수의 경우 색과 외관과의 상관관계가 매우 높게 나타났으며($r = 0.77$), 경도와 탄력성도 높은 상관관계를 보이고 있다. 씹힘성은 점성과 상관관계가 높았고($r = 0.60$), 경도와도 높은 상관관계($r = 0.55, 0.65$)를 보였다. 밤국수의 외관에 가장

영향을 미치는 요소는 색이었으며, 경도는 탄력성과 매우 상관관계가 크며 점성과 탄력성도 높은 상관관계($r = 0.54, 0.63$)에 있는 것으로 나타났다. 또한 국수의 수용도에 영향을 미치는 인자로는 냄새, 색, 외관, 점성 등인 것으로 나타났다.

5-4. 밤묵

예비실험 결과, 밤가루만으로는 gel이 형성되지 않으므로, 옥수수 전분을 10-40%까지 혼합하여 밤묵을 만들었으며, 대조군으로는 대표적인 묵인 도토리 묵을 제조하여 비교하였다.

밤묵의 외관과 색에 대한 관능검사 점수는 도토리묵보다 유의적으로 낮은 것으로 나타났으며, 냄새도 비교적 낮은 점수를 보였다. 경도는 손가락으로 으깨어 보는 방법과, 입안에서 시료를 어금니 사이에 놓고 균일하게 씹으면서 압착하는데 드는 힘으로 느껴지는 정도를 비교하였는데, 두 경우 모두 90%밤묵이 도토리묵보다 유의적으로 높은 점수를 나타냈으며, 특히 입안에서 느껴지는 경도(HAR2)는 도토리묵과 비교하여 오히려 더 높은 경향을 보였다.(5.24, 3.95)

밤묵의 탄력성은 손가락으로 일정한 정도로 시료를 눌렀다가 손가락을 제거했을 때 원래 상태로 회복되는 정도 및 속도로써 평가한 것(ELA1)과 시료를 어금니와 혀와 입천장 사이에 놓고 부분적으로 누른 후 힘을 제거할 때 원래 상태로 회복되는 정도 및 속도로 평가한 것(ELA2)의 두 경우를 비교하였다. 손가락으로 눌러 보는 탄력성 평가 점수는 90%밤묵이 (4.62) 도토리묵(4.10)보다 오히려 높은 평가를 보였다. 그러나 두 경우의 경도 탄력성 평가에서 모두 60-70%밤묵은 (2.57, 2.48)(1.95, 2.38), 도토리묵(4.10, 3.24)보다는 유의적으로 낮은 경향을 보였다.

묵의 응집성에 대한 평가는 손가락으로 눌렀을 때 파괴되기 전까지 변형

되는 정도와 시료를 어금니 사이에 놓고 압착하면서 파괴되기 전까지 변형되는 정도, 두 경우로 평가하여 비교 하였다. 두 경우 모두 90%밤묵(4.48, 4.05)이 도토리묵(4.05, 3.95)보다 응집성이 좋은 것으로 나타났으며, 60-80%로 혼합한 경우는 응집성이 저조한 경향을 보였으나 그 차이는 크지 않았다.

밤묵의 부착성에 대한 관능검사는 어금니나 입안에 달라붙는 시료를 떼어 내는데 드는 힘으로 달라붙는 정도로서 평가하였으며, 밤묵은 전 실험군이 도토리묵과 비교하여 유의적인 차를 보이지 않았으며, 60%, 70%, 80%밤묵의 부착성 평가는 각각 4.62, 4.24, 4.67로 도토리묵(4.19)보다 오히려 좋은 경향을 보였다.

밤묵의 씹힘성은 시료를 입안에 넣고 씹어서 삼킬 수 있을 정도로 분쇄하는데 필요한 씹음수를 세어 비교 평가하였다. 60-80%밤묵은 유의적으로 씹힘성이 약한 것으로 나타났으나, 90%밤묵은 도토리묵과 유의적인 차이를 보이지 않았다.

밤묵의 검성은 시료를 입안에 넣고 혀를 입천장을 향해 힘주어 누르면서 식품을 분쇄하는데 필요한 혀의 움직임 정도로 측정하였고, 90%밤묵은 도토리묵과 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 60-80%밤묵은 씹힘성과 같이 낮은 경향을 보였다.

수용도에 대한 평가 결과도, 밤묵이 도토리묵보다 낮은 경향을 보였으나 90%밤묵의 경우는 도토리묵과 유의적 차이를 보이지 않았다. 그러므로 본 실험에 이용한 밤가루를 이용하여 90%밤묵을 제조하는 것은 그 수용도 면에서 충분히 가능한 일이다.

옥수수묵과 옥수수가루에 밤 분말을 넣어 만든 묵의 현미경사진으로 SEM으로 관찰한 밤묵의 구조적 특성은 밤가루를 70~90% 혼합하여 만든 묵의 경우, 도토리묵과 비교했을 때 서로 유사한 양상을 보였으나, 60%밤

묵의 경우는 옥수수전분을 40% 첨가 하였기 때문에 gel의 형성이 제대로 되지 않아 그 구조가 많이 흩어져서 제대로 관찰되지 않았다.

밤묵의 관능적 기호 특성간의 상호 상관도를 통계 처리한 결과 외관에 가장 큰 영향을 주는 요소는 국수에서와 같이 색($r = 0.79$)이었으며, 수용도와도 높은 정의 상관 관계($r = 0.56$)를 나타내었다. 또한 수용도에 있어서 묵의 색도 정의 높은 상관 관계($r = 0.50$)를 가지므로 이러한 관점에서 밤묵의 독특한 갈색은 도토리묵과도 흡사하여 기존의 묵에 대한 인지도에서 크게 벗어나지 않는 잇점이 있으므로 밤묵을 개발하여 식용하는데 유리한 조건이라 할 수 있다.

밤묵의 경도는 탄력성과 높은 상관관계($r = 0.58, 0.51, 0.47, 0.69$)를 보이고 있으며, 씹힘성($r = 0.50, 0.60$), 검성($r = 0.51, 0.59$)과도 높은 상관 관계를 보였다. 묵의 검성은 경도($r = 0.51, 0.59$), 씹힘성($r = 0.66$)과 높은 상관 관계를 보이고 있다. 묵에 대한 수용도를 결정하는데는 외관과 색이 영향을 미치고 있으며, 씹힘성과 검, 경도 등도 약간 영향을 미치는 것으로 보인다.

나. 활용에 대한 건의

밤 분말은 미숫가루처럼 그 자체로 또는 여러 가지 선식의 재료들과 혼합하여 꿀이나 설탕을 첨가해 음용할 수도 있고, 빵 제조시에 50%까지 섞어도 제빵이 가능하며, 특히 밤가루를 20-30% 혼합한 경우는 밀가루 빵에 비해 그 관능적 특성이 그다지 뒤지지 않아 충분히 활용가능성이 있으며, 다른 부재료들을 이용한 다양한 조리법을 개발하여 맛과 품질을 더욱 개선하고 변화시킬 수 있을 것이다. 또 밤가루를 혼합하여 국수를 제조한 경우, 속껍질에 의한 색소 때문에 밀가루 국수와는 외관에서 차이가 났으나, 30%까지 혼합하여도 경도, 탄력성, 응집성, 부착성, 씹힘성, 검성 등의

관능평가 점수는 밀가루 국수와 유의적 차이가 없었기 때문에 밤가루를 30% 까지 섞은 밤국수를 제조하여 강원도의 막국수와 같이 지방의 토속식품으로서의 개발과 활용이 가능할 것으로 사료된다. 밤은 도토리, 돈부, 녹두 등과 같이 전분입자의 크기, 물 결합능력, 아밀로오스 함량 등 그 특성상 묵의 제조가 가능하다. 밤가루를 90% 혼합하여 제조한 묵은 냄새, 경도, 탄력성, 응집성, 부착성, 씹힘성, 점성 등에서 도토리묵과 별 차이가 없었으며, 좀 더 개발하면 도토리묵에 뒤지지 않을만큼 토속식품 또는 전통식품으로서 활용도가 높다고 할 수 있다. 그러므로 껍질에서 분리한 밤가루는 속껍질이 완전히 제거되지 않아 제조된 식품의 색과 맛에 영향을 주기는 하나 선식, 빵, 국수, 묵, 과자류 등으로의 활용이 가능하며 껍질에서 비롯된 불순물의 제거가 이루어진다면 간식, 이유식, 건강식, 영양식, 건강보조식품 등 보다 다양한 방법으로 그 활용이 가능할 수 있을 것이다.

본 연구에서 실행한 밤 껍질에서 밤 살의 회수 공정에는 건조, 조 분쇄, 선별, 미분쇄, 포장 및 계량 등의 공정을 거쳐 밤 분말을 생산할 수 있으며 이들 공정에서 사용하는 장치는 비교적 적은 비용으로도 설치 가능하므로 영세 업체에 적용하는 것이 용이하다. 밤 껍질에서 밤살을 분리하는 공정은 영세 밤 가공업체의 생산성을 증가시켜 기업의 경제적 어려움을 덜어줄 가능성을 가지고 있다. 따라서 밤 주산지역을 중심으로 밤 가공업체들 중 사업주나 경영자 등이 이를 활용하려는 확고한 의지가 있는 몇 개 업체를 지정하여 기술적인 지도와 재정적인 지원을 한다면 IMF시대를 이길 수 있는 기업으로 성장할 수 있을 것으로 생각된다.

밤 분말의 수요창출을 위한 노력으로는 여러 가지 활용 가능한 분야 즉 선식, 빵류, 밤 묵, 밤 국수, 과자나 간식류 등에 대한 맛, 영양가, 건강식품의 기능성 등을 적극적으로 홍보해야 할 것이다.

SUMMARY

I. Title

Production of Chestnut Flour from peeled waste at chestnut processing factory

II. Goal and Significance of the Study

Currently, Korea exports 30,000tons of processed chestnut annually. During the chestnut processing, 50%(wet w/w) of unprocessed chestnut is disposed of as peeled waste, which still retains edible flesh up to 25% of its wet weight. This study is directed toward the development of efficient processes to recover and reuse this 'edible waste', which has been discarded. This recovered chestnut flour can be used as food ingredient and consequently added value of 11.2 billion won per year can be expected.

III. Research and Scope

This study will initially develop laboratory scale processes and mechanical devices for the recovery of chestnut flour from inner peel waste; and optimize them based on trial runs.

Recovered chestnut flour will then be physio-chemically analyzed. Then, to enhance its commercial value new varieties of chestnut flour-containing powder meals, noodles, breads, curds, biscuits, etc. will be developed.

IV. Suggestion

Any recovery process for chestnut flour includes drying, crude grinding, sorting, fine grinding and packaging, which needs less expensive facility. This makes it suitable to small scale factory.

Adding this recovery process to small scale chestnut processing factory can improve its productivity, thus alleviate its financial difficulty. If adequate technical advice and financial assistance are directed to selected few chestnut processing factories, which have strong interest in the process, they can become very competitive and overcome the current IMF crisis.

In addition to expanding the chestnut flour's application to various foods, intensive advertising its value as an effective ingredient to enhance taste and nutrition shall be given much emphasis to create new and substantial consumer demand.

contents

Chapter 1. Introduction	30
Section 1. Research and Scope	30
Chapter 2. A present situation of chestnut treatment in korea	35
Chapter 3. A basic research for the application of chestnut flour	38
Section 1. The property of chestnut starch	38
Section 2. The property of chestnut flour	50
Chapter 4. The design and manufacture of instruments for process	54
Section 4-1. chestnut dryer	54
Section 4-2. press style pulverizer	55
Section 4-3. single plate sieve shaker	58
Section 4-4. multi plate sieve shaker	58
Section 4-5. Wind separator	63
Section 4-6. Separating cyclone	63
Section 4-7. Liquid pulverizer	67
Section 4-8. Rotary kiln style dryer	67
Chapter5. The improvement design and manufacture of instruments	74
Section 1, multi plate sieve shake	74
Section 2, Wind separator	76
Chapter6. The optimization of chestnut flour process	78
Chapter 7. The utility research of chestnut flour	82
Section 1, Flour combination	82
Section 2. Chestnut bread	83
Section 3. Chestnut noodle	90
Section 4. Chestnut mook	96
Chapter 8. The research of chestnut flour goods	104
Reference	110

목 차

제1장 서론 -----	30
제1절 연구개발의 목적과 범위 -----	30
제2장 우리나라 밤 가공의 현황 -----	35
제3장 밤 분말 활용을 위한 기초연구 -----	38
제1절 밤 전분의 특성 -----	38
제2절 밤 분말의 특성 -----	50
제4장 분리공정을 위한 장치 설계 및 제작 -----	54
4-1 간이 건조기 -----	54
4-2 압축형 밤 껍질 파쇄장치 -----	55
4-3 일단식 진동체 분리기 -----	58
4-4 다단식 진동체 분리기 -----	58
4-5 풍력 선별장치 -----	63
4-6 분체 분리용 싸이클론 -----	63
4-7 중저 밤껍질에서 밤 전분 회수용 으갠장치 -----	67
4-8 Rotary kiln 형 건조장치 -----	67
제5장 장치의 보완 설계 및 제작 -----	74
5-1 다단 진동체 분리기 -----	74
5-2 풍력 선별장치의 보완 -----	76
제6장 밤 분말 생산공정의 최적화 -----	78
제7장 밤 분말 제품의 가능성 규명 -----	82
7-1 선식 -----	82
7-2 밤 분말 빵 -----	83
7-3 밤 국수 -----	90
7-4 밤묵 -----	96
제8장 밤 분말을 사용한 제품의 선호도조사 -----	104
참고문헌 -----	110

제 1 장 서 론

제 1절 연구개발의 목적과 범위

1 연구개발의 목적

밤 가공수출공장에서 구매하는 밤의 50%는 가공된 밤으로 출하하고 있으며 나머지 50%는 껍질로 폐기되고 있는 상태이다. 이렇게 폐기되고 있는 껍질에는 겉껍질과 속껍질이 각각 절반씩 섞여 있으며 속껍질의 약 50%는 밤살이기 때문에 이를 적절하게 처리하여 밤살을 분리하면 식용가능한 밤 분말을 제조할 수 있다. 밤 분말을 제조하기 위하여 껍질과 밤살을 분리할 수 있는 공정의 개발 또는 밤 분말을 활용한 고 부가가치성 제품을 개발하기 위한 공정개발과 공정에 필요한 장치의 설계 및 실험실적인 제작 등을 목적으로 한다.

대부분의 농업부산물이나 농산가공부산물 등은 퇴비로 재활용되는 경우를 제외하고는 쓰레기로 처리되는 것이 자연스러운 것처럼 보이고 있는 상황이지만 이들 부산물을 구성하고 있는 성분중에는 우리에게 유익하게 사용될 수 있는 천연유기화합물이 다량 들어있는 경우가 많다. 특히 농산가공부산물은 단위 공장당 발생량이 많기 때문에 이를 재활용할 수 있는 기술의 개발은 회사의 생산성 향상 및 수지개선에 많은 도움을 줄 수 있다.

이러한 관점에서 밤 가공공장에서 발생하는 밤 껍질의 재활용기술이 개발된다면 이들 가공공장의 수지개선에 도움을 줄 뿐만아니라 사용 가능한 물질의 탄생과 보전이라는 측면에서도 국익에 보탬이 된다. 특히 전남과 같은 남부지방은 우리 나라의 밤 주산지이므로 밤 가공산업이 발달 할 수 있는 가능성이 높은 지역이다. 이러한 가공공장에서 밤을 가공하는 공정에

서 발생한 껍질을 적절히 처리한다면 사용가능한 물질의 취득량이 많아져 가공공장의 수입증대에 직접 기여할 수 있다.

1) 기술적 측면

밤 껍질로부터의 분말과 탄닌의 회수는 일종의 분리기술의 영역에 속하며 특히 고체와 고체가 접촉되어 있는 상태인 껍질과 밤살을 분리하기 위해서는 건조, 조분쇄, 분리, 등의 공정을 거쳐야 할 고도로 어려운 분리기술의 일종이다. 이와 같은 고체·고체 혼합물의 분리공정개발은 기타 다른 농산 폐기물의 재활용에 대한 Motive가 되어 이들의 부가가치를 높이기 위한 공업화 공정개발의 기폭제가 될 것이다. 또한 껍질속에 다량 함유되어 있는 Poly phenolic compound 즉 탄닌성분을 추출하여 천연 유기화합물로서 그 용도를 개발한다면 상당히 부가가치가 큰 물질의 생산이 가능하다.

2) 경제·사회적 측면

수출용 밤의 가공 과정을 보면, 수집된 밤을 각 가정 또는 위탁자에게 분배하여 수작업으로 깎으며 깎은 밤과 밤 껍질은 분배과정의 역순으로 수집하여 밤 알맹이는 가공처리하고 껍질은 퇴비로 사용하거나 폐기처리해 왔다. 이런 상황에서 연구참여 업체인 금성물산의 경우 96년도에는 1,200ton의 밤을 가공하여 600ton의 깎은 밤과 600ton의 껍질을 수거하였으며 이중의 300ton이 속껍질이고 150ton은 속껍질에 붙어 있는 밤살이었다고 볼 수 있다. 따라서 속껍질 속에 붙어 있는 밤살 150ton을 순수한 밤살로 회수할 수 있다면 용도 및 경제적 가치는 상당히 높을 것으로 생각된다. 현재 시중에서 유통되고 있는 밤 가루는 1kg에 20,000원 정도에 판매되고 있으나 본 기술의 개발에 의해 대량생산된다면 가격이 낮아져 3,000원

/Kg 정도로 예측한다면 이는 ton당 300만원이며 $150\text{ton} \times 300\text{만원/ton} = 4$ 억 5천만원 정도의 부가가치를 창출해낼 수 있다.

3) 사회 문화적 측면

우리 나라는 전통적으로는 쌀을 주식으로 하는 식생활을 보여오고 있으나 생활패턴이 점점 서구화되어감에 따라 분말을 사용해 만드는 식품류 또는 인스턴트식품의 소비가 늘어나고 있어 다양한 특성을 가진 각종 분말의 출현이 요구되고 있다. 따라서 밤이 가지고 있는 특유의 성질을 살릴 수 있는 가공과 제조기술의 개발은 새로운 식품문화에 기여할 것이다.

2. 연구개발 내용 및 범위

1차년도

- 밤 가공수출공장에서 구매하는 밤의 50%는 가공된 밤으로 출하하고 있으며 나머지 50%는 껍질로 폐기되고 있는 상태이다. 이렇게 폐기되고 있는 껍질 중의 25%는 밤 살이기 때문에 이를 분리하여 처리하면 훌륭한 밤 분말을 제조한다.
- 밤 껍질에 들어있는(붙어있는) 밤살을 자원으로 활용하여 양질의 밤 분말을 제조하기 위하여 박피 기술의 개발과 밤 분말을 활용한 고 부가 가치성 제품을 개발하기 위한 공정개발과 공정에 필요한 장치의 설계 및 실험실적인 제작에 관한 연구를 수행한다.

2차년도

- 밤 분말을 사용한 제품의 개발과 분리된 껍질을 활용한 사료화 등을 위해 기존제품의 재료로서 밤 분말로의 대체가능성 여부 및 새로운 식품이나 기호품의 개발을 위한 연구를 수행한다.

- 1차 년도에서 설계한 공정에 필요한 장치를 제작하고 실험실적으로 운전하여 보완하므로써 공정에 투입되는 장치 등의 최적의 제작 및 운전조건을 규명한다.
- 밤 껍질 사료의 적합성 규명하기 위하여 열량측정, 영양가분석 등을 실행한다.
- 최적화 공법을 사용한 밤 전분, 밤 가루 등의 생산공정의 확립을 위해 유사공정을 Model로 선정하여 최적공정도를 작성하며 회귀분석법등을 이용하여 공정에 미치는 인자를 도출하여 적정공정을 수립한다.
- 통계자료 분석에 의한 국내외 밤 전분 소비 현황 및 시장 규모의 예측을 위한 연구를 수행한다.
- 신개발 제품의 시장 규모 판매 경로 분석 및 가격을 선정하여 투자, 수익 및 수익성을 판정한다
- 전 연도에 시행한 밤 전분의 물리 화학적 특성, 탄닌 성분과의 상호관계, 박피방법에 따르는 밤 전분의 특성변화 등에 계절적인 요인으로 시행하지 못한 부분을 보완한다.

3차년도

○ 박피공정에 필요한 장치의 설계·제작 및 보완과 밤 분말 생산공정의 최적화를 위한 pilot plant 설계 및 운전조건의 제시;

박피공정에는 건조기, 분쇄기, 다단진동체 분리기, 풍력선별기 등의 장치가 도입되어 있어 이들 장치의 최적 운전조건을 유지하거나 향상시키기 위해서는 보다 효율적인 기능을 첨가시킬 수 있도록 설계하여 제작한 후 미비점을 보완하는 것이 당연하다. 특히 건조장치의 보완에 의하여 생산된 밤 분말의 백색도가 높아지고, 분리효율을 높이기위한 다단 진동체의 도입은 상품성을 높이며, 수직 승강기의 설치에 따른 공정에서 분체의 유동을 원활하게 진행시키는 등 제조현장에서 활용하여 공장의 생산성을 높일 수

있는 자료를 적립하도록 한다.

○ 밤분말을 사용한 신제품의 개발 및 보급방법의 제시;

이미 시중에 사용되고있는 식품의 재료를 밤분말로 대체하여 만들어 맛과 향기 등에 대한 변화의 정도를 조사하고 이를 근거로하여 빵, 과자, 스낵류, 면류, 호화식품류 등에 밤분말을 사용할 경우의 제조기법을 확립하여 보급할 수 있도록 한다.

○ 밤분말 수요예측을 위한 설문조사 및 분석;

밤분말을 가장많이 사용할 것으로 예측되는 제과업자를 상대로 직접 방문조사와 우편에의한 설문지를 근거로하여 통계처리하고 이들 자료를 근거로 신제품이 개발 됐을 때 시장 규모, 판매 경로 분석 및 가격선정과 수익성을 판정하도록 한다.

○ 부산물인 탄닌의 특성규명 및 용도의 개발;

밤살을 분리하고 남은 껍질에는 추출가능한 crude tannin의 량이 이 껍질의 약 25% 정도이므로 이를 천연 polyphenolic compound로서 활용할 수 있도록 특성과 용도를 규명한다.

제2장 우리나라 밤 가공의 현황

우리 나라의 밤은 중국이나 미국에서 생산된 것보다 맛과 향기가 뛰어나기 때문에 잘 가공한다면 수요를 창출하는 것이 그다지 어렵지 않다고 본다. 가공 수출의 역사는 1970년대부터 시작되었다고 볼 수 있으며 우리나라 밤은 특히 일본인의 입맛에 어울리기 때문에 그들의 취향에 맞도록 가공한다면 수출량이 늘어날 것으로 생각된다. 수출용 밤은 가공형태에 따라 가격에 차이가 있기 때문에 기계적으로 껍질을 벗기기보다는 수작업에 의하여 껍질을 벗기고 있다. 이와 같이 껍질을 벗기는 과정에서 발생하는 밤 껍질에는 활용이 가능한 밤살 가공 전의 12.5%에 달하고 있어 쓰레기의 양을 증가시킬 뿐만 아니라 자원이 폐기되는 상황이라고 볼 수 있다. 국내에서 가공되는 총량을 생각하면 엄청난 량의 식품원이 폐기되는 것이 된다. 즉, 우리나라 밤의 생산량은 그림1과 같으며 농산물인 관계로 기후적 요인 즉 강수량, 기온, 일조량 등에 의하여 생산량이 크게 변화되고 있으며 92년도 생산량이 101,000ton으로 가장 많았으며 94년에는 100,000만톤 95년도에는 93,000ton이 생산된 것으로 집계되었다.

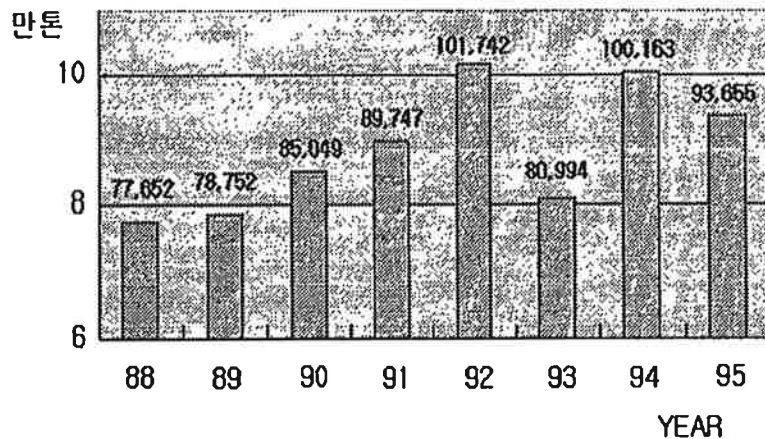


Fig. 2-1 우리나라 밤 생산량 추이

밤은 통조림이나 시럽형태로 가공하여 식품이나 과자류의 2차 가공을 위한 원료로 일본에 수출하고 있으며 근래에 들어 대만이나 홍콩 등으로 수출이 다변화하고 있으며 내수용으로도 가공된 생밤이 출하되고 있다. 그림 2는 우리 나라 밤의 수출량변화의 경향을 나타낸 것으로 88년도의 4만톤을 정점으로 다소 둔화되고 있으나 이는 농산물인 관계로 생산된 밤의 량과 질에 따라 수출량이 변화되고 있다는 것을 알 수 있다.

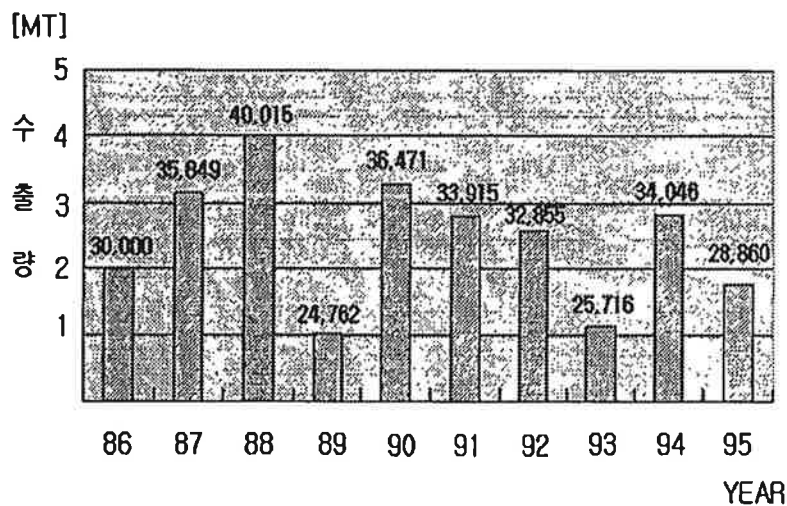


Fig.2-2. 우리 나라 연간 밤 수출량 변화 추이

수출량은 가공 인건비의 상승 등의 요인에 의해 량적으로 감소하고 있으나 품질 고급화에 의해 수출 단가는 매년 상승하고 있는 추세라는 것을 그림 3에 의해서 확인 할 수 있다. 그림 3에서 보면 매년 수출 단가는 상승 추세에 있으며 95년 현재 톤(M/T)당 약 4,000달러이지만 그림 3의 자료는 전체 수출량과 수출금액을 근거로 작성한 것이며 제품의 등급별 단가는 고려치 않은 것이다. 최상의 품질을 가진 것은 실제로 그림 3의 가격의 1.5배 정도에 달하는 6,000달러 이상을 하고 있어 U.R.이후의 W.T.O.출범에 따른 농산물 개방에 따른 경쟁력이 있는 경제 작물로 권장할 만하다.

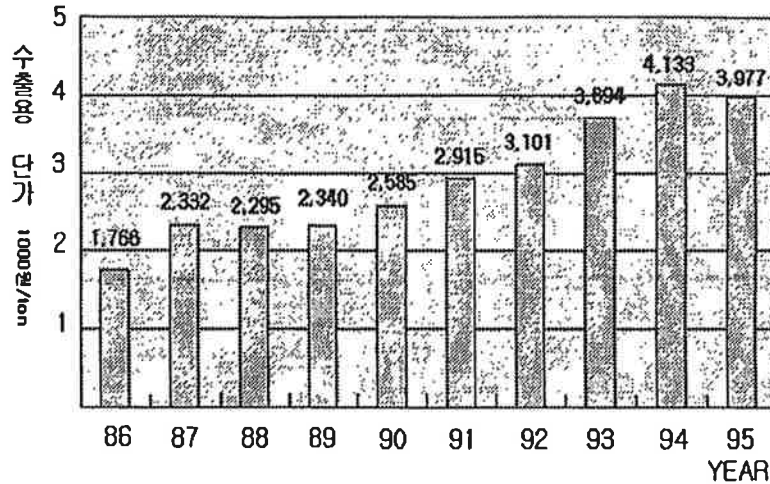


Fig. 2-3 수출용 쌀의 단가 변화 추이

특히 70%이상이 산지인 우리나라의 경우는 산지의 이용도를 높일 수 있는 작목이 필요하며, 노동력, 농약 등의 사용이 타 작목에 비하여 적게 드는 쌀의 생산이 국제 경쟁력이 있다고 업계에서는 판단하고 있다. 더구나 쌀은 저장성이 있어 가공 기간이 약 6개월 정도(내수 부분 포함)임을 생각할 때 쌀의 물량 확보만 잘 이루어진다면 다른 농산물과는 달리 단위 공장당 생산 능력을 증가시킬 수가 있으며, 특히 9월에 시작되어 농한기에도 작업이 가능하므로 계절적으로 유희인력의 활용도가 높다.

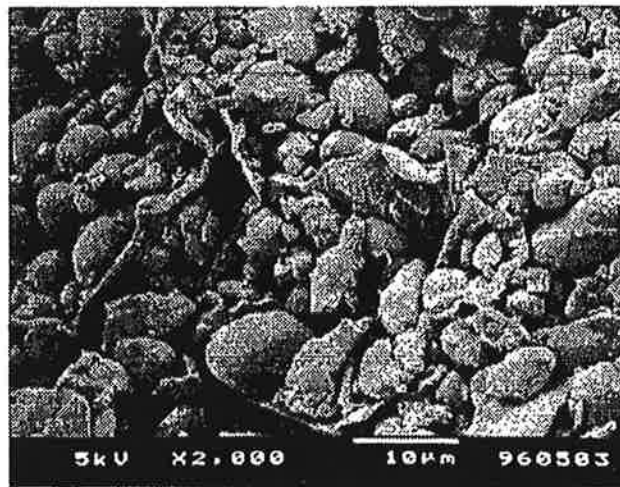
전국을 대상으로 한다면 현재 조업중인 쌀 가공 공장은 20여개 업체이며 수출가공량의 증감에 따라 폐기되는 쌀 껍질의 량도 차이가 있지만 96년도 가공량을 기준으로 하여 볼 때 폐기되는 유용 가능한 쌀알의 총량을 추적해 보면 약 9,000ton이며 이는 가격으로는 270억여원 정도에 해당되는 부가가치를 재생산할 수 있어 IMF시대의 절약정신에도 큰 호응을 할 것이다.

제3장 밤 분말 활용을 위한 기초연구

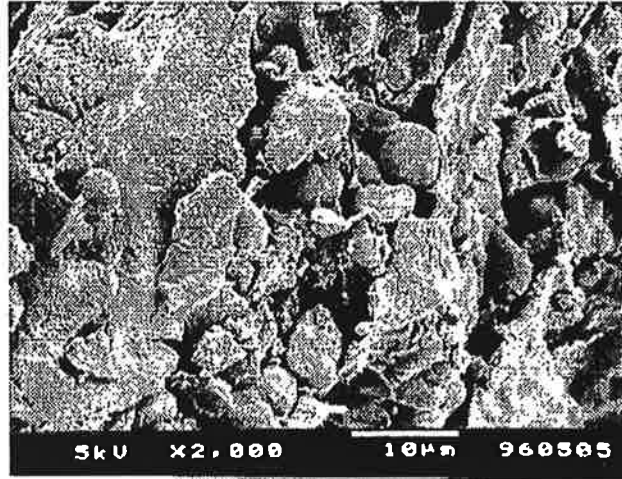
제 1 절 밤 전분의 특성

1. 전분입자의 형태

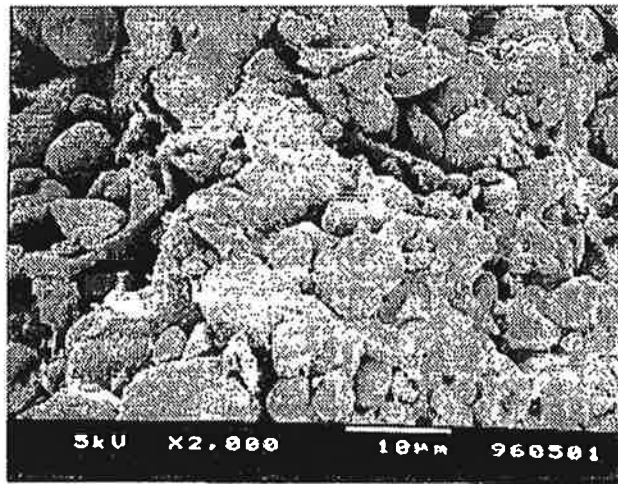
Scanning electron 현미경으로 관찰한 결과 동결건조, 열풍건조, 자연건조 등의 방법에 의해 건조한 밤 분말의 형태를 각각 <Photo. 3-1-1-1> ~ <Photo. 3-1-1-3>과 같으며 밤 전분을 싸고있던 세포막의 일부가 산재해있으며 건조방법의 차이에 따른 분말의 외형상의 차이는 발견할 수 없었다. <Photo. 3-1-1-4> ~ <Photo. 3-1-1-6>은 밤 전분의 형태이며 각각 동결건조, 열풍건조, 자연 건조한 것으로 이 3가지 전분 입자의 크기는 2~10 μ m범위로서 균일하지는 않으나 형태는 대부분 약간 길쭉한 원형이며 표면이 상당히 매끄러운 상태인 것으로 보아 속껍질을 건조하여 분쇄하는 과정 중에서의 손상이나 건조방법의 차이에 의한 손상되는 정도의 차이가 없음을 알 수 있었다.



<Photo. 3-1-1-1> lyophilized chestnut powder(X 1000).



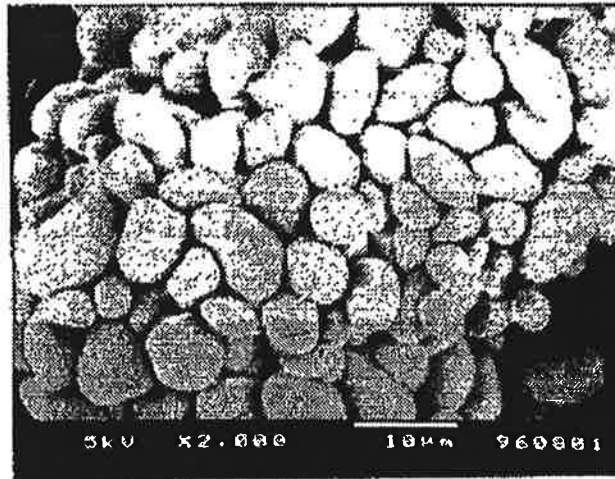
<Photo. 3-1-1-2> hot wind dried chestnut powder(X 1000).



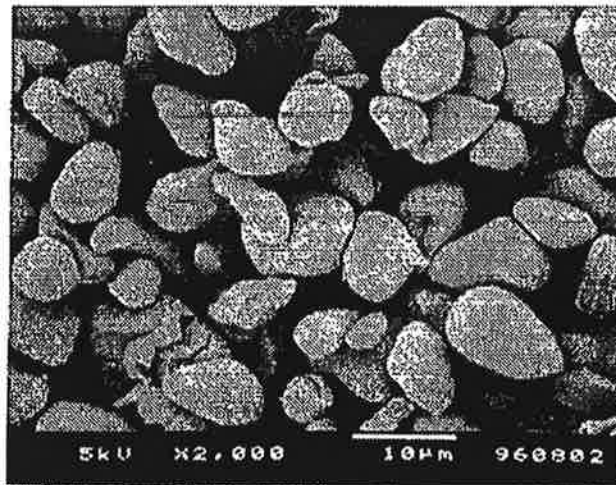
<Photo. 3-1-1-3> naturally dried chestnut powder(X 1000).

밤 전분의 크기는 정¹⁶⁾이 보고한 감자 전분의 10~70 μm 에 비하여 작을 뿐만 아니라 이¹⁷⁾의 고구마 전분의 8~30 μm 보다도 작다는 것을 알 수

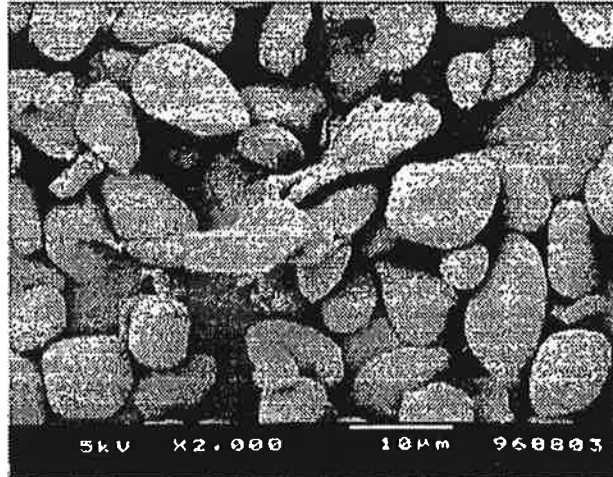
있다. 전분의 종류에 따라 다르겠지만 감자, 고구마, 밤 전분 등의 물



<Photo. 3-1-1-4> Starch of lyophilized chestnut(X 2000).



<Photo. 3-1-1-5> Starch of hot wind dried chestnut(X 2000).



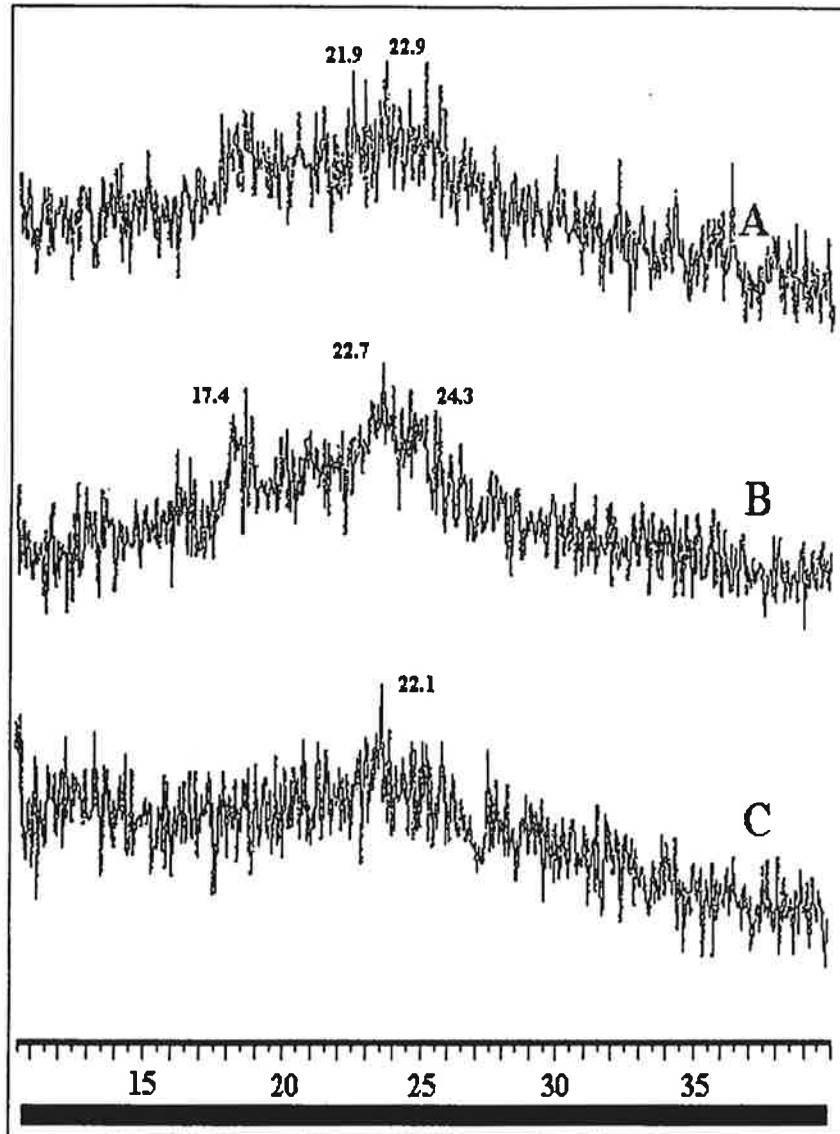
<Photo. 3-1-1-6> Starch of naturally dried chestnut(X 2000).

결합 능력을 비교하면 밤 전분이 175~216.5 %로 가장 높고 고구마 전분이 88~119% , 감자 전분이 91~94% 인 점을 감안하면 전분은 입자의 크기가 작을수록 물결합 능력이 클 것으로 생각된다.

<Fig.3-1-1-1>은 건조한 밤 분말의 X-ray 회절도를 나타낸 것으로 건조방법의 차이에 따른 회절도의 변화를 찾을 수 없으며 세포막 등이 혼합되어 있어 결정성이 아주 낮은 상태임을 보여주고 있다. <Fig. 3-1-1-2>은 밤 전분의 X-선 회절도이며 회절각도(2θ) 16.9° 에서 강한 peak를 보였으며, 14.9° , 23.0° 에서 중간 peak를, 18.3° , 24.2° 에서 약한 peak를 보여 전형적인 B형의 특징을 보였는데 건조방법에 따르는 차이를 발견할 수 없었다.

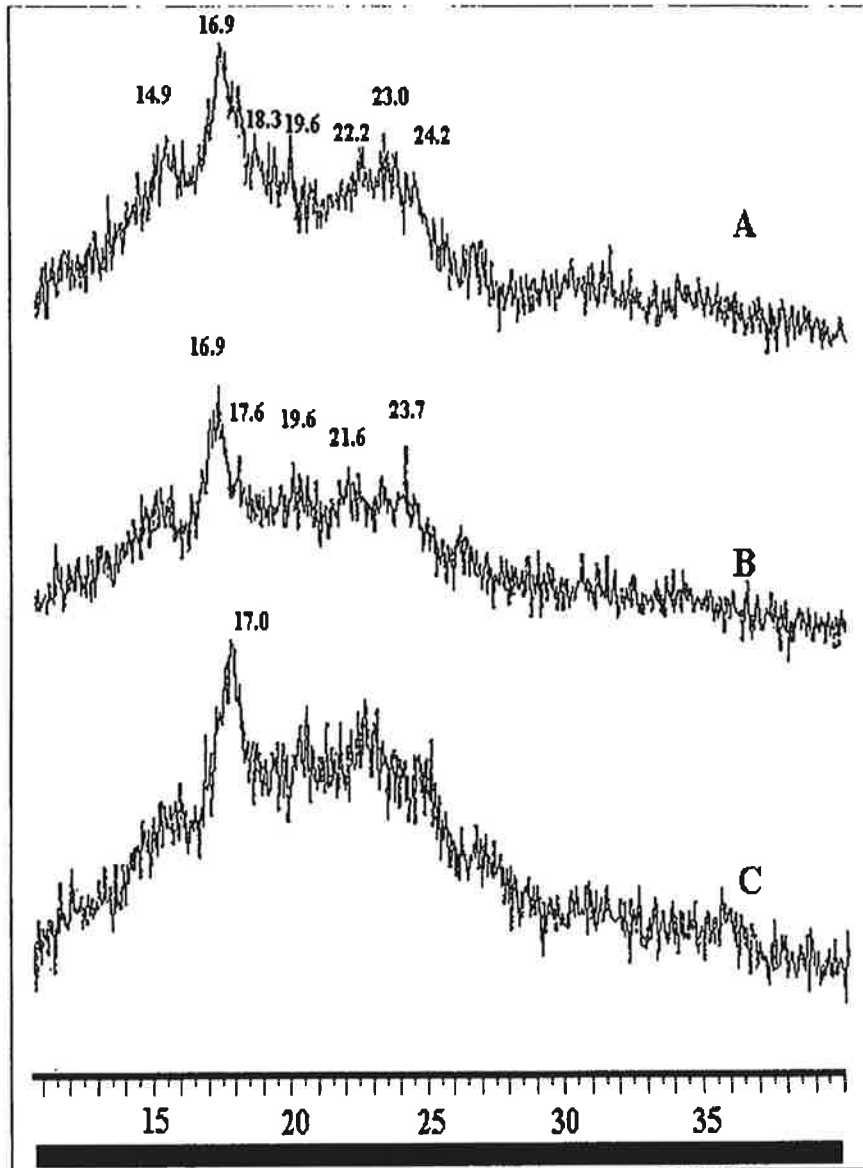
회절 각도 16.9° 에서 구한 전분의 상대적 결정도는 원래는 동결건조 전분이 100%일 때 열풍건조 전분이 85.6%, 자연건조 전분이 69.1%로 동

결건조 전분의 결정성이 가장 컸다.



<Fig. 3-1-1-1> X-ray diffractograms of chestnut powder.

A : the naturally dried B : hot wind dried C : lyophilized



<Fig. 3-1-1-2> X-ray diffractograms of chestnut starch.

A : lyophilized B : hot wind dried C : the naturally dried

이상에서 관찰한 바 자연건조, 열풍건조, 동결건조 등의 건조방법에 따르는 분말이나 전분의 형태나 결정성 등에 큰 차이가 없으므로 비용면에서 저렴한 열풍건조와 자연건조법이 경제적이지만 장기건조에 따른 위생상의 문제 때문에 열풍건조의 방법을 주된 공정으로 도입해야 한다. 따라서 이후의 실험은 열풍건조에 의해 제조한 시료를 사용한다.

3-1 -2. 밤 전분중의 무기성분 함량

밤 전분중의 무기성분 함량은 <Table 3-1 -2-1>과 같다. 밤껍질에서 열풍건조에 의해 분리한 전분의 전질소(T-N) 함량은 0.7%로 밤 전분중의 질소함량 0.15%의 5배정도 많으며, 껍질과 혼합된 전분의 질소함량 0.96% 보다는 적었다. 인(P) 함량도 같은 경향이었으나 껍질에서 분리한

<Table 3-1 -2-1> Contents of inorganic elements in chestnut starch (%)

	T-N	P	K	Ca	Mg
Chestnut starch	0.15	0.55	0.07	0.04	0.02
Chestnut starch*	0.70	0.56	0.64	0.05	0.08
Chestnut starch+Chestnut peel	0.96	0.60	0.83	0.11	0.10

* Starch separated from chestnut peel

전분과 밤 전분간의 함량 차이는 아주 적었다. 또 껍질에서 분리한 전분중의 K, Ca, Mg 함량은 각각 0.64, 0.05, 0.08%로 K는 밤 전분의 9배, Mg는 4배 많았으나 Ca는 큰 차이가 없었다. 이와 같이 밤껍질에서 열풍건조에

의해 분리한 전분중의 무기성분 함량이 순수한 밤 전분중의 무기성분 보다는 많고, 껍질과 혼합된 전분보다 적은 것은 열풍건조에 의해 밤껍질과 밤살을 분리할 때 껍질과 완전히 분리되지 못함에 따라 밤껍질에 섞여있던 무기성분이 포함되었기 때문인 것으로 사료되었다.

3-1 -3. 밤 전분의 조성

<Table 3-1 -3-1>은 열풍건조에 의해 밤껍질에서 분리한 전분의 조성을 측정한 값을 나타낸 것으로 조단백, 회분, 탄닌의 함량은 각각 0.03, 0.5, 0.36%로 밤 전분보다 조단백 3배, 탄닌은 12배 많았으며, 껍질과 혼합된 전분중의 조단백, 회분, 탄닌보다 2~10배 적었다. 전분중의 수분함량은 껍질에서 분리한 경우에 10.6%이고 표준 밤에서 만든 것은 16.8%로 전분이 순수할 수록 많은 경향이였다

<Table 3-1 -3-1> Proximate composition of chestnut starch

(%)

	Crude protein	Ash	Tannin	Moisture
Chestnut starch	0.01	0.3	0.03	16.8
Chestnut starch*	0.03	0.5	0.36	10.6
Chestnut starch+Chestnut peel	0.06	1.2	3.13	9.2

* Starch separated from chestnut peel

3-1-4. 전분의 물 결합능력 및 요오드반응

밤 전분의 물 결합능력과 요오드반응은 <Table 3-1-4-1>에서 볼 수 있는 것처럼 순수한 밤 전분의 물 결합능력은 175% 였으며, 밤껍질에서

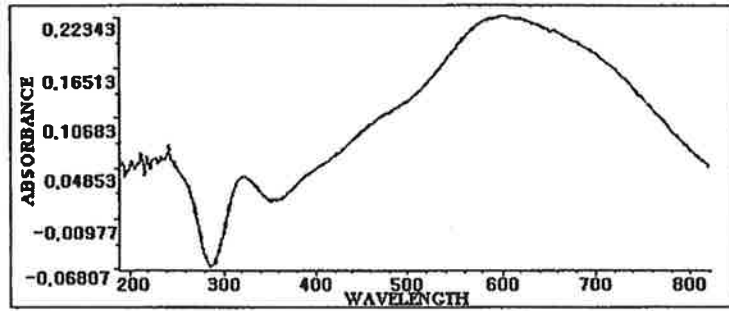
<Table 3-1 -4-1> Physiochemical properties of chestnut starches

	Water-binding		Iodine reaction		
	Capacity (%)	Absorbance at 625nm	λ mas (nm)	Amylose content(%)	β -amylose limit(%)
Chestnut starch	175.0	0.22	600	47.08	81.0
Chestnut starch*	216.5	0.25	600	51.69	89.0
Chestnut starch + Chestnut peel					

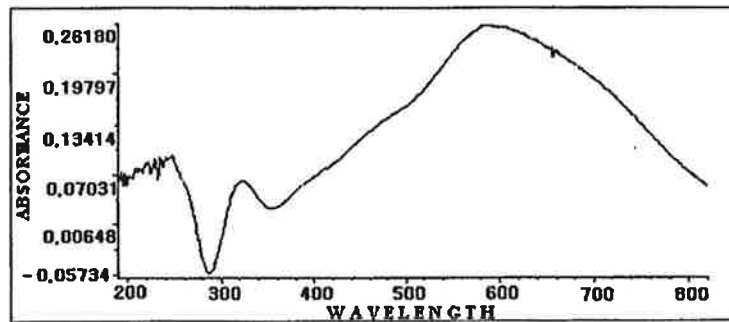
* Starch separated from chestnut peel

분리한 전분의 물 결합능력은 216.5%로 후자가 1.2배 정도 높았다. 요오드반응은 전분용액중에 존재하는 직쇄상 분자와 양을 상대적으로 비교하는 것으로 625nm에서의 흡광도를 비교해보면 순수한 밤 전분은 0.225, 껍질에서 분리한 전분의 흡광도는 0.25로 나 등이 보고한 감자의 요오드 반응값인 0.43~0.45 보다는 낮았고, 나 등이 보고한 쌀의 0.073~0.082 보다는 높은 것으로 나타났다. <Fig. 3-1-4-1>와 <Fig. 3-1-4-2>는 껍질에서 분리한 전분과 순수 밤에서 분리한 전분의 요오드반응성을 관찰한 값을 나타낸 것으로 두 시료의 반응성은 매우 유사하다고 볼 수 있으며, 최대흡광도는 600nm로 시료에 따른 차이가 없었다. amylose 함량을 측정하기 위하여 <Fig. 3-1-4-3>에 나타낸 amylose 표준곡선을 사용하였으며 그 결과 순수한 밤에서 만든 전분은 47.08%, 밤껍질에서 분리한 전분이 5

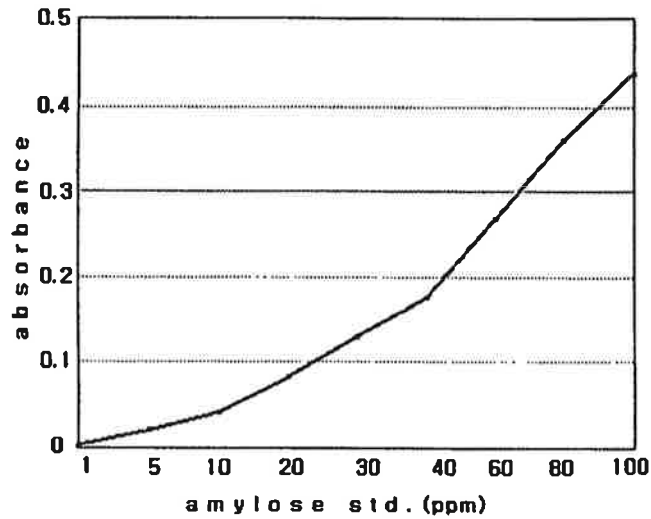
1.69%로 후자가 약 5%정도 높은 것으로 나타났다.



<Fig. 3-1-4-1> Spectrum of chestnut starch by iodine reaction.

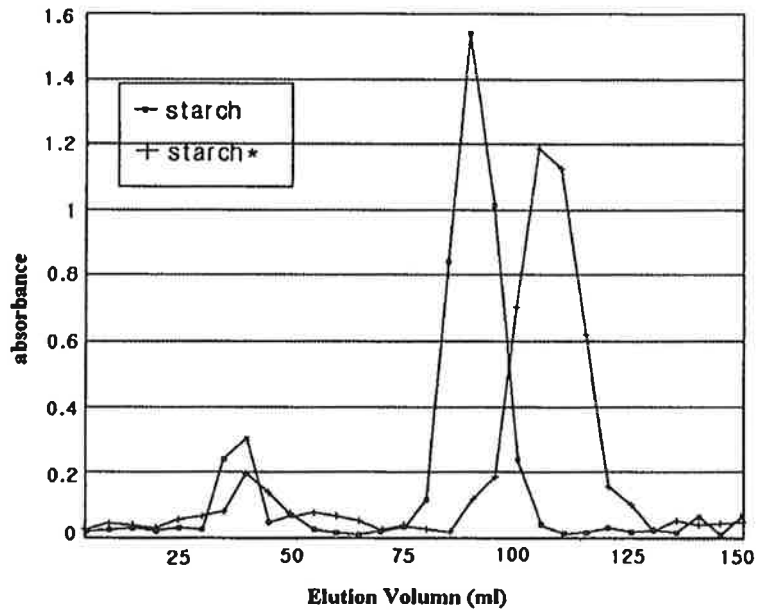


<Fig. 3-1-4-2> Spectrum of chestnut starch* by iodine reaction
(* Chestnut starch separated from chestnut peel dried.)



<Fig. 3-1-4-3> Standard curve of amylose.

β -amylase분해도 실험에서 순수한 밤 전분과 밤껍질에서 열풍건조에 의해 분리한 전분 등을 시료로 한 sephadex-G50의 겔크로마토그래피 용출양상은 <Fig. IV-1-4-4>과 같으며 두 전분의 β -amylase 분해도는 각

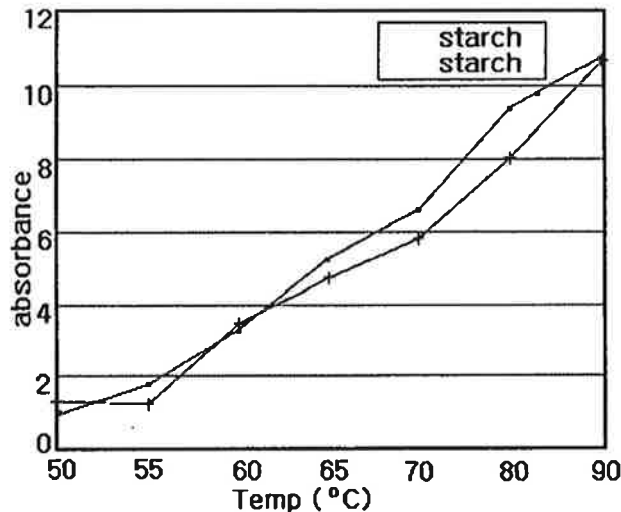


<Fig. 3-1-4-4> Flution profiles on sephadex-G50 of chestnut starches hydrolyzed by β -amylase.

각 81.0%, 89.0%로 순수 밤 전분보다는 열풍건조에 의해 껍질에서 분리한 전분이 8%정도 컸다. 이러한 현상은 껍질로부터 밤 전분을 회수하기 위하여 여러 단계의 분리과정을 거쳤지만 아직도 미량의 껍질이 섞여있다는 것을 의미하고 있다.

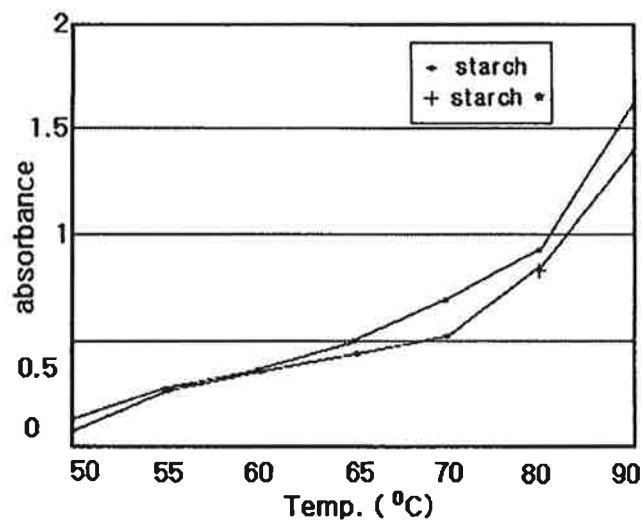
3-1 -5. 팽화력 및 용해도

밤 전분의 팽화력은 <Fig. 3-1-5-1>에 나타냈으며 55°C부터는 온도가 상승함에 따라 팽화력이 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 순수 밤에서 만든 전분의 팽화력이 밤껍질에서 분리한 전분보다 약간 높았으나 큰 차이는 보이지 않았다. Tester와 Morrison¹²⁾은 전분의 팽화는 amylopectin 분자내의 분자량과 전체 amylopectin 분자의 형태에 좌우된다고 하였는데 본 실험에 시료로 사용된 두 전분의 팽화력의 차이가 적은 것은 amylopectin의 분자량과 형태가 비슷하기 때문인 것으로 사료되었다.



<Fig. 3-1-5-1>The degree of swelling power in chestnut starch.

<Fig. 3-1-5-2>는 온도변화에 따른 용해도의 변화를 나타낸 그림으로 용해도는 50℃ 이상의 온도에서는 온도가 상승함에 따라 서서히 증가하다가 80℃에서 90℃ 사이에서 큰 폭으로 증가하였으며, 순수 밤에서 만든 전분의 용해도가 밤껍질에서 분리한 용해도보다 약간 높게 나타났다.



<Fig. 3-1-5-2> Solubility patterns of chestnut starches.

제2절. 밤 분말의 특성

3-2-1 시료입자의 표면형태

표준제품(밤 분말)과 실험시료(껍질 밤 분말)의 입자의 표면형태를 SEM을 사용하여 비교 관찰하였다. 시료를 gold-palladium으로 Coating 한 후, 주사 전자 현미경(Scanning Electron Microscope Hitachi 2500, Japan)으로

20kv의 가속 전압에서 2,500배율로 관찰하였다. <photo 3-2-1-1>은 순수 밤 분말이며, <photo 3-2-1-2>는 껍질에서 분리한 실험시료의 표면형태를 나타낸 것으로 타원형의 입자상태와 찢겨진 포자막의 형태를 알 수 있으며 순수 밤 분말과 껍질에서 분리한 분말의 형태는 큰 차이를 보이지 않았다.



<photo 3-2-1-1> standard sample. <photo 3-2-1-2> experimental sample

3-2-2. 수분 보유력(WHC), 수분용해지수(WSI) 및 수분흡착지수(WAI)

순수 밤 분말(밤가루)과 껍질에서 분리한 밤 분말(껍질밤가루)의 WHC를 검토한 결과를 <Table 3-2-2-1>에 제시하였다. 수분보유능력은 각각 199.4%, 179.3%로 비교적 높은 수분보유능력을 가진 것으로 나타났다. 이는 시료 제조시의 건열처리 과정의 영향이 있을 것으로 생각된다. 또 시료 중 수용성 성분의 수분보유능력을 나타내는 WSI와 불용성 성분의 수분보유능력을 나타내는 WAI를 검토한 결과 순수한 밤가루의 경우가 높은 값을 나타내고 있었다.

<Table 3-2-2-1> WHC, WSI and WAI of chestnut powder

	밤가루	껍질밤가루
WHC(%)	199.4	179.3
WSI(%)	3.23	2.21
WAI(ml/g)	3.32	2.79

3-2-3. 용적 밀도, 수화시간, 팽화도

<Table 3-2-3-1>는 용적밀도, 수화시간, 팽화도 들을 표시한 것으로 껍질밤가루의 용적밀도는 0.59g/ml로 밤가루보다 37% 더 낮은 것으로 나타났다. 시료 1g이 완전히 수화되는 시간은 20분으로 순수밤 가루의 95분에 비하여 4배이상 빠르다는 것을 알 수 있다. 이는 껍질밤가루에 섞여있는 미량의 섬유질 때문이라 생각 된다. 또 실온에서의 팽화도를 검토한 결과, 1g의 시료가 7.5ml로 팽화되어 밤가루보다 약간 높은 경향을 볼 수 있었다.

전분의 팽창력은 amylopectin의 함량과 특성에 기인하는 것으로 제과적성을 검토할 수 있다. <Fig. 3-1-5-1>에서, 껍질밤가루에서 얻은 전분의 팽화도는 90℃에서 10.4임을 알 수 있었으며, 이는 멥쌀 20, 참쌀 200, 보리 녹말 11.1-17.7, 도토리 12.4 보다 낮은 수준이나, 고구마녹말(10.5)의 경우와는 비슷하였다.

<Table 3-2-3-1> Bulk density, hydration time and degree of swelling of chestnut powder

	밤가루	겉질밤가루
Bulk density(g/ml)	0.81	0.59
Hydration time(min)	95	20
Degree of Swelling(ml/g)	7.0	7.5

3-2-4 요오드 반응

순수 밤 분말과 겉질에서 분리한 밤 분말 모두 600nm에서 최대 흡광도를 보였으며, 625nm에서의 흡광도를 측정하여 amylose 표준 곡선에 의해서 계산된 amylose함량은 밤가루 17.2%, 겉질밤가루 18.5%로 겉질밤가루에서 약간 높은 경향을 보였다.

3-2-5. 조 탄닌의 추출

밤 속겉질에서 밤 분말을 회수한 후 남는 겉질속에 들어있는 탄닌은 50-70% 아세톤과 50-70% 에칠알콜 등을 사용하여 침적추출기를 사용하여 50-80℃에서 1시간 정도추출한 후 동량의 용매로 재추출을 하여 전회추출 용액과 혼합하여 감압 증발기를 통해 용매를 회수한 뒤 수분은 저온 증발시켜 고형의 탄닌을 얻었다. 시료 속겉질무게의 28%정도의 조 탄닌을 얻을 수 있었으며, 같은 방법에 의한 추출시험을 통해 겉 겉질에서는 약 8%정도 추출물을 얻어, 탄닌은 속겉질에 다량 존재함을 알 수 있었다. 이와 같은 탄닌은 의료용이나 천연 염료용, 건강보조식품 등으로 널리 활용하려는 연구가 다양하게 진행되고 있는바 이에 대한 구체적인 연구가 필요하다고 본다.

제4장 분리공정을 위한 장치 설계 및 제작

대부분의 밤 가공공장은 산지에서 구입한 밤을 물 속에 담가 보관하여 밤 벌레가 밤을 갉아먹는 것을 방지하면서 필요에 따라 가내부업으로 밤 깍기 작업을 하고 있는 수용가에 보낸다. 밤 깍기 작업이 끝나면 밤 껍질은 가정쓰레기로 버리거나 가공공장으로 수거하여 퇴비나 사료 또는 쓰레기로 폐기하는 경우가 있다. 이와 같이 밤을 수작업으로 깎는 과정에서 발생하는 밤 껍질을 겉 껍질과 속 껍질로 분리하여 속 껍질만을 가공하기 쉬운 형태 또는 건조한 상태로 수거하는 것이 중요한 공정 중의 하나이다.

그러나 수거된 상태의 밤 껍질은 축축히 물에 젖어있어 이를 그대로 방치하면 껍질에 붙어있는 밤 살이 변질될 우려가 있기 때문에 가능하다면 빠른 시간내 건조하거나 냉동시켜 변성을 방지하여 필요시 공정에 투입하는 것이 생산된 밤 분말의 질을 높이는 요인이 된다. 따라서 우선 수거된 속 껍질을 건조하는 것이 중요하며 필요하다면 수작업으로 밤을 깎고 있는 작업자에게 건조기(간이건조기)의 공급이 필요하다.

껍질에서 밤살과 껍질부분을 분리시키는 것이 가장 어려운 공정중의 하나로 습윤상태와 건조상태 등을 생각할 수 있으나 제품의 보관성, 활용성 등에서 볼 때 건조상태에서 분리시키는 것이 적절한 것으로 규명하였다. 건조된 시료를 대상으로 하였으며 본 실험에 필요하거나 밤 분말의 제조공정에 필요한 각종 설비나 장치를 설계하고 제작하였으며 그 결과는 다음과 같다.

4-1 간이건조기 (수용가 보급용)

고급 밤의 가공은 수작업에 의해 이루어지며 수작업시 밤껍질의 배출원은 가공공장의 공정내에서 직접 이루어지기도 하나 거의 가정주부가 주로 집에서 밤껍질을 배출하는 경우가 많다. 가공공정내에서 배출되는 밤

껍질은 배출 즉시 건조하거나 냉동실에 넣어 보관이 가능하나 가정에서 배출되어지는 밤껍질은 가공 및 저장이 어렵기 때문에 배출된 밤껍질을 축축한 상태로 모아 다시 공급처로 보내어 지고 있다. 이 과정에서 습기로 인해서 밤 전분이 변질될 수 있으므로 양질의 밤 전분의 생산이 어렵다. 따라서 간단한 형태의 건조기를 공급해주면 신선한 밤 전분의 생산에 도움을 줄 수 있어 <Fig. 4-1-1>과 같이 설계하여 제작하였다. 즉 크기가 300mm×300mm×600mm의 직 육면체 통에 서랍식 그물망을 3단으로 설치하여 밤 껍질의 량에 따라가감하여 채워 건조할 수 있도록 하였다. 하단에는 heating coil을 장착하여 부착된 fan으로 가열된 공기를 상승시키도록 하는 강제 순환형이다.

4-2. 압축형 밤껍질 파쇄장치

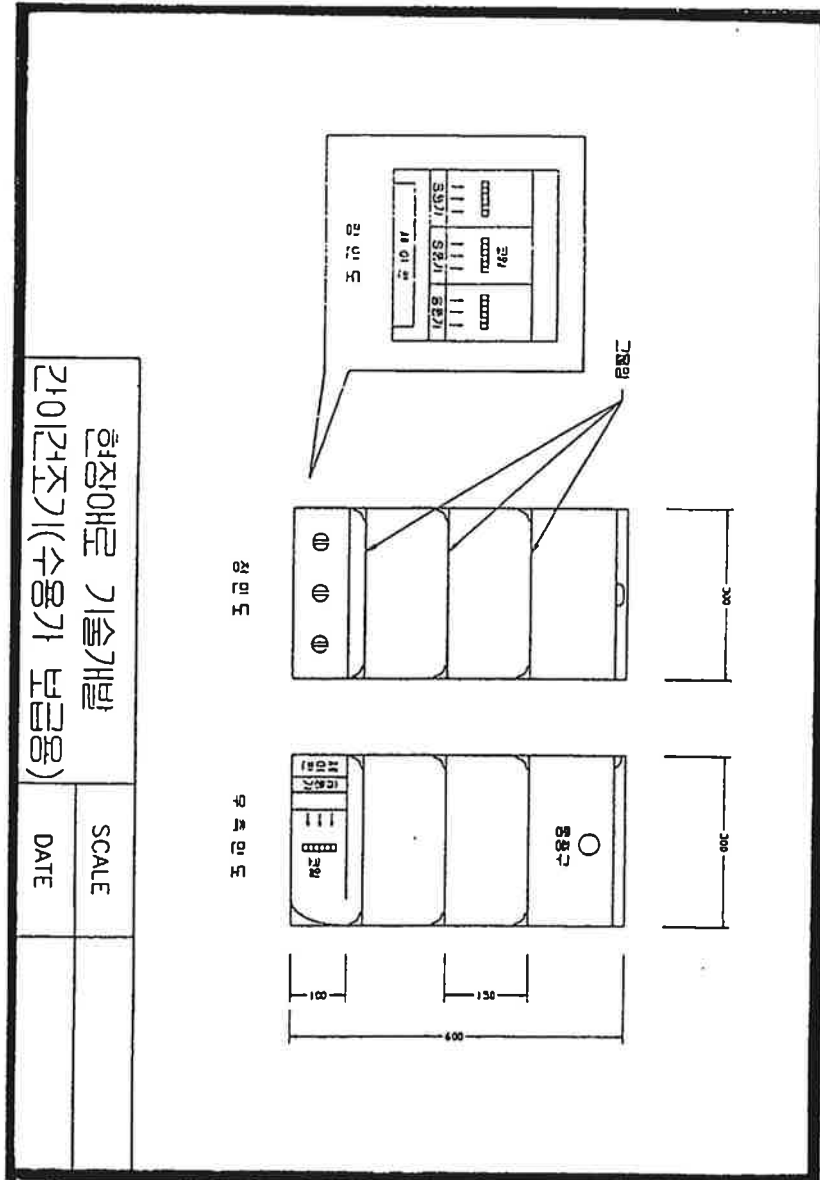
회전방향이 각기 다른 두개의 롤러사이에 시료를 투입 압착파쇄하여 껍질과 밤 전분이 분리되도록 하기 위하여 <Fig. 4-2-1>과 같이 설계하였다. 가능하다면 1mm 미만의 입경이 생성되지 않도록 하는 것이 중요하다. 롤러의 회전속도가 각기 다르면 밤 분말과 함께 껍질도 으깨어지므로 회전수가 같도록 하였다. 필요에 따라서 기어를 바꿀 수 있도록 설계하였으며 또한 롤러사이의 간격을 조절할 수 있도록 하여 분말의 제조도 가능하도록 제작하였다.

재 질 : Roller Stainless steel (롤러간격 조절가능)

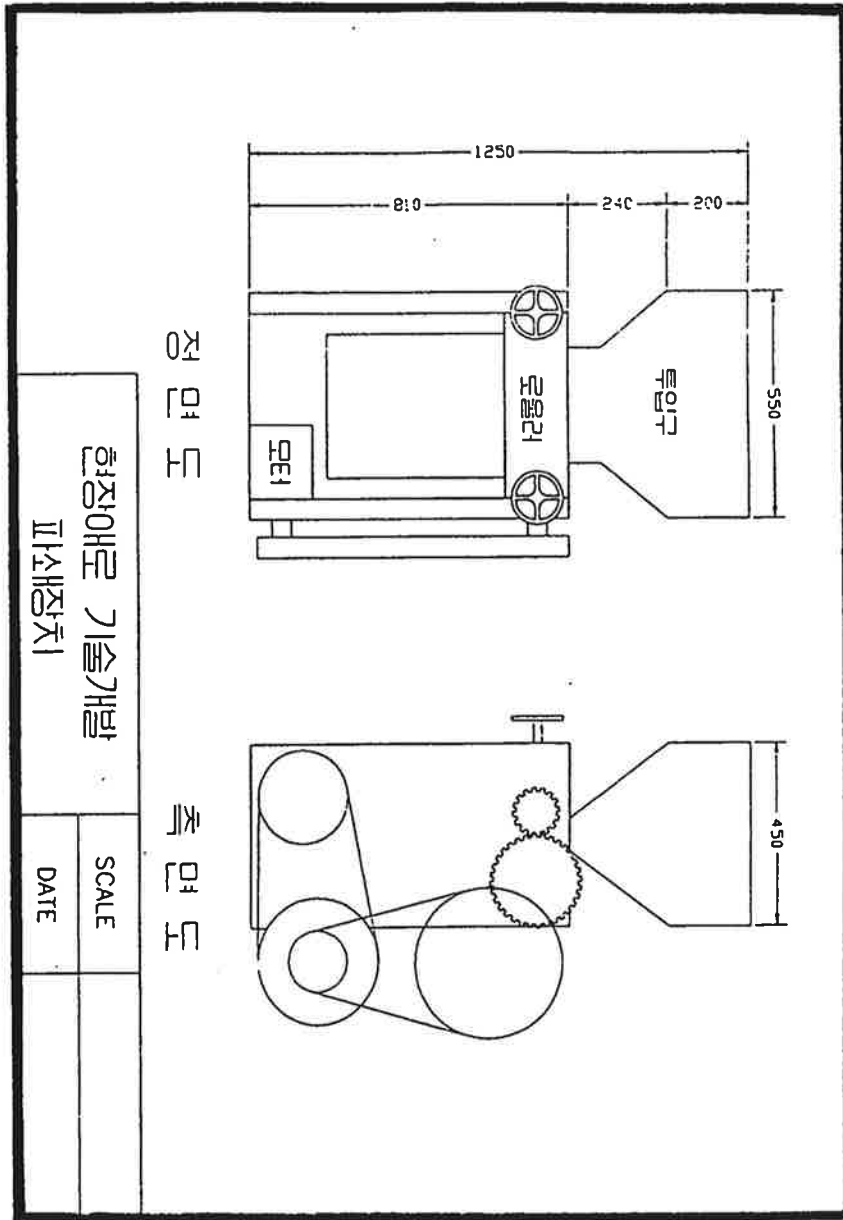
기어 탄소강

기타 마감재료 Stainless steel

구동모터 : 2HP



<Fig. 4-1-1> draft of mini dryer



<Fig. 4-2-1>draft of pulverizer

4-3 일단식 진동체분리기

일단식 진동체분리기는 한 단에 3종류의 체가 공존하는 형식으로 시료 투입구부터 시작하여 15mesh, 10mesh, 5mesh 순으로 되어 있으며 각 구간의 길이는 387mm로 되어 있다. 이 장치는 구조상 간단하며 각 체를 통과한 시료의 포집이 용이하고 풍력분리공정과의 연계가 용이하도록 하여 <Fig. 4-3-1>과 <Fig. 4-3-2>와 같이 설계하였다. 또한 진동체분리기와 풍력분리기가 공간의 교차부분으로 인해 작업장의 공간점유율을 감소시킬수 있다. 그러나 각 구간별 길이가 짧기 때문에 진동에 의한 분리효율이 낮으며, 분리효율을 증가시키기 위해서는 분리체의 길이를 연장시켜야 하므로, 진동체에 의한 공간의 점유율이 증대되는 단점이 있다.

4-4. 다단식진동체분리기

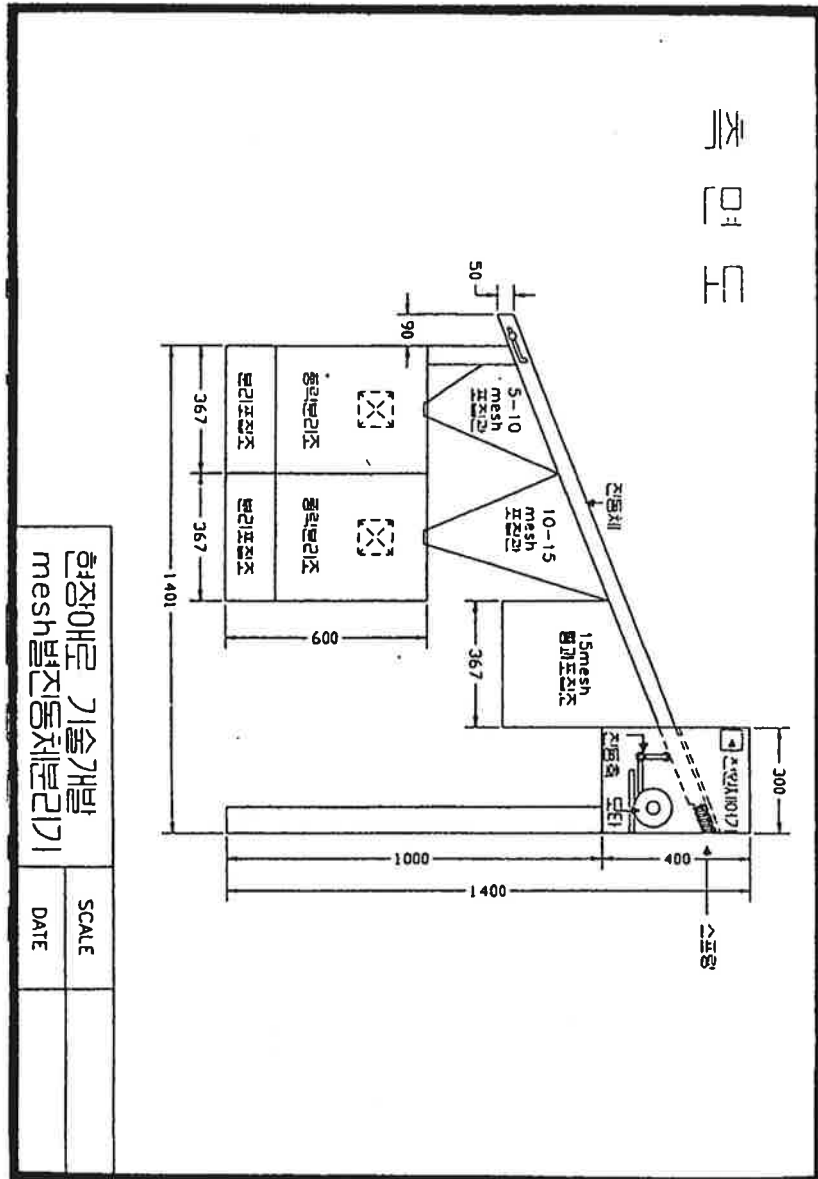
다단식 진동체분리기는 일단식 진동체분리기의 단점인 분리효율을 향상시키기 위한 장치로서 각각의 단에 같은 크기의 체를 고정하여 3단으로 연결 접침구조로 만든 장치로 <Fig.4-4-1>과 <Fig. 4-4-2>와 같이 설계하였다. 제일 윗 단인 5mesh 체에 시료를 투입하면 5mesh를 통과한 시료는 아래로 떨어져서 10mesh에서 재분리되며 다시 아래로 떨어져 15mesh에서 분리되어 풍력분리장치로 이동하게 된다. 15mesh를 통과하지 못한 시료는 일단식 진동체분리기와 동일한 구조로 파쇄장치로 반송되도록 하였으며 분리된 시료의 배출구는 각각 다른 방향으로 길을 만들어 분리된 시료가 혼합되지 않도록하여 관을 통해 풍력분리조로 보내어지는 구조로 설계하였다.

재 질 : 아크릴, 쇠팅, 앵글

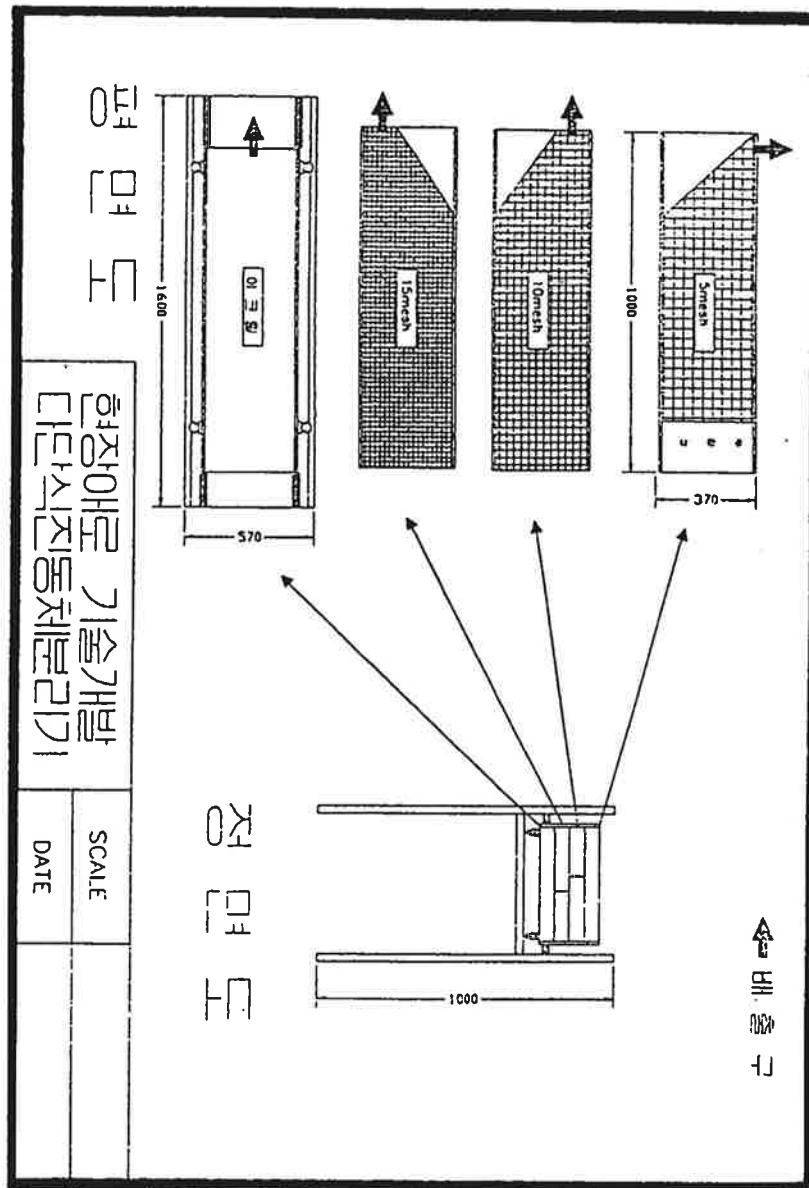
구동모터 : 1HP

구동방식 : 상하반복진동

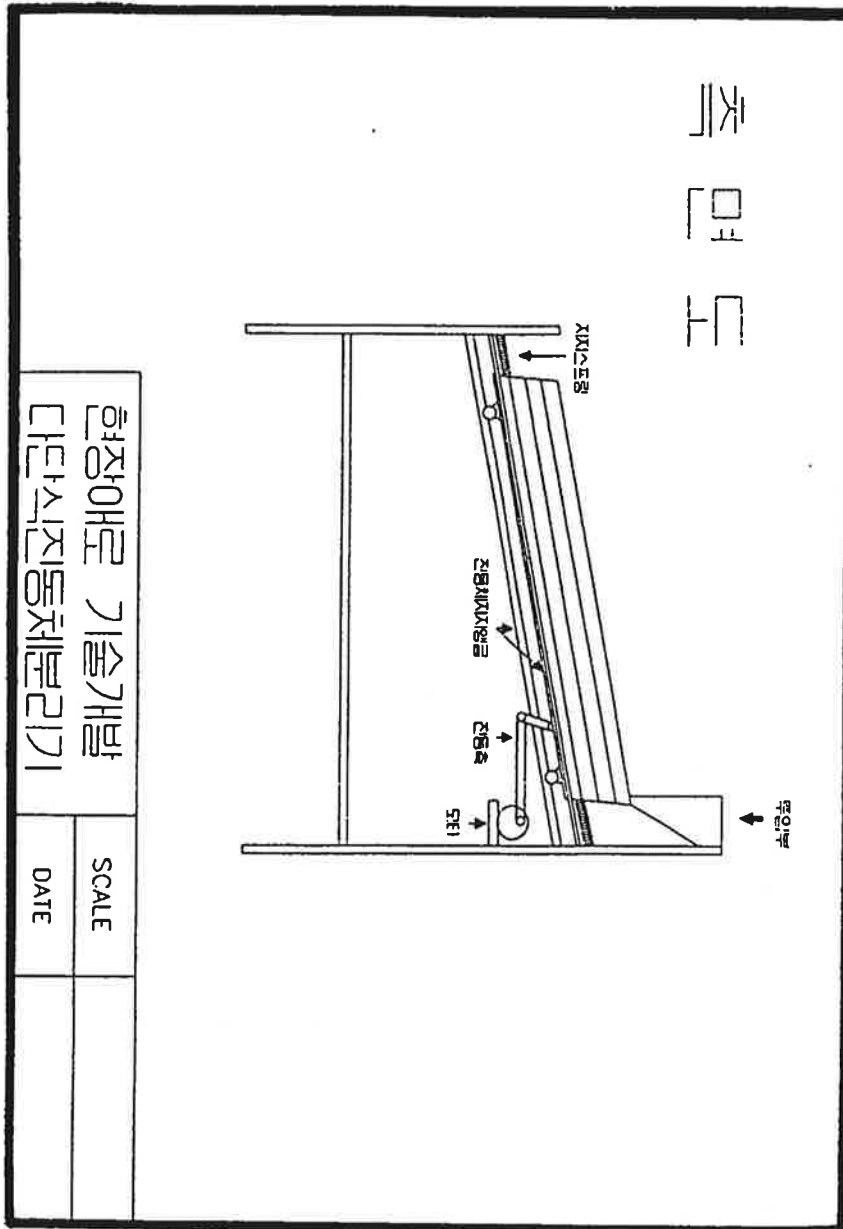
진동체규격 : 1000mm × 370mm × 200mm



<Fig. 4-3-2> draft of single plate separator



<Fig. 4-4-1> draft of multi plate separator



<Fig. 4-4-2> draft of multi plate separator

4-5. 풍력선별장치

혼합물이 밀도에 차이가 있는 경우에 풍력을 활용하는 고체와 고체의 분리방법은 과거에 흔히 사용하는 방법 중의 하나로 볼 수 있다. <Fig. 4-5-1>은 풍력선별장치의 설계도로서 풍력발생기인 송풍기에서 공기를 불어주면 밀도차에 의해 가벼운 껍질부분은 멀리 날아가고 밀도가 무거운 과립상태의 밤살은 가까운 곳에 떨어져 분리가 가능하게 되므로 이 원리를 이용하여 풍력 선별장치를 설계 제작하였다. 풍력에 의해 일정거리 만큼 날아간 밤살과 껍질은 일정한 위치에 떨어져 쌓이며 각각의 물질이 쌓인 사이에 벽을 세워 껍질과 밤살을 분리하는 형태를 취하고 있다. 첫 번째로 순수한 밤살의 퇴적구간, 두 번째는 밤살과 껍질의 혼합 퇴적구간, 세 번째 구간으로서 순수껍질의 퇴적구간으로 나누어진다. 이때 순수한 분말의 퇴적구간에 풍력에 영향을 주지 않는 분리벽을 설치하며 분말과 껍질을 분리 회수한다. 본 실험장치는 풍량, 풍속, 송풍기에서부터 분리벽의 거리를 다른 조건으로 하여 2개조를 제작하였으며 이는 진동체 분리기에서 분리된 5mesh 및 10mesh를 통과한 중량 및 크기가 다른 두 개의 시료를 각각 적정방법으로 분리할 수 있도록 하기 위해서이다.

재질 : 아크릴

송풍기 : 0.5HP, 1HP(풍량조절 가능)

규격 : 1300mm×420mm×600mm

이러한 형태의 풍력선별기를 사용하기 위해서는 풍력선별기의 전단계인 진동체분리기에서 분리한 것들을 각각 저류조에 잠시 저장한 후에 크기에 따라 풍력선별기의 풍량과 풍속을 조절해야한다는 불편한 점이 있었다. 또한

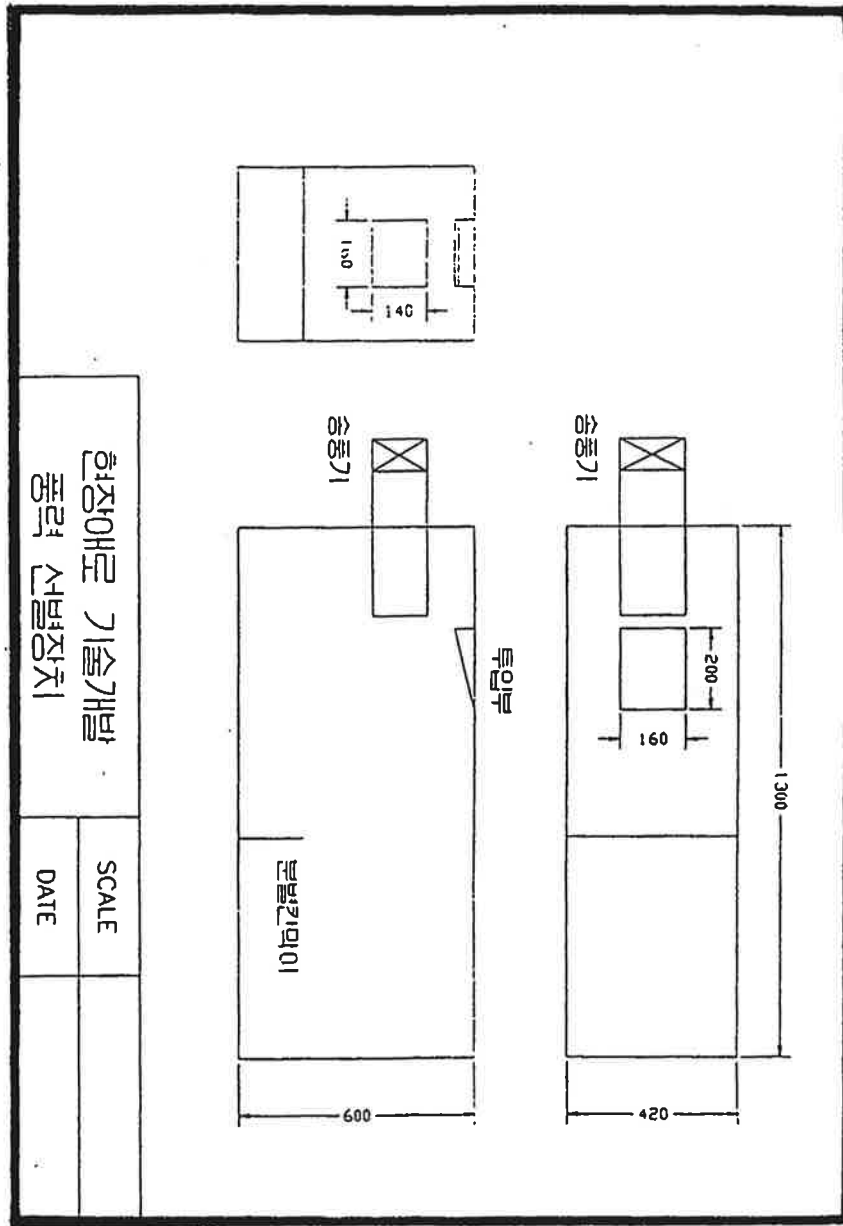
3개의 저류조를 만들어야 하기 때문에 많은 공간이 필요하였다.

따라서 가능하다면 진동체 분리기에서 분리되는 순간에 풍력을 사용한다면 3개의 저류조가 필요 없을 것으로 생각되었다. 즉 풍력선별기를 3개를 병렬로 연결하여 크기별로 풍력선별한다면 저류공간을 1/3정도 줄일 수 있으며, 저류조의 제작비용을 줄이고 크기별로 풍력선별기의 운전조건을 변화시킬 필요가 없을 것으로 생각되었다.

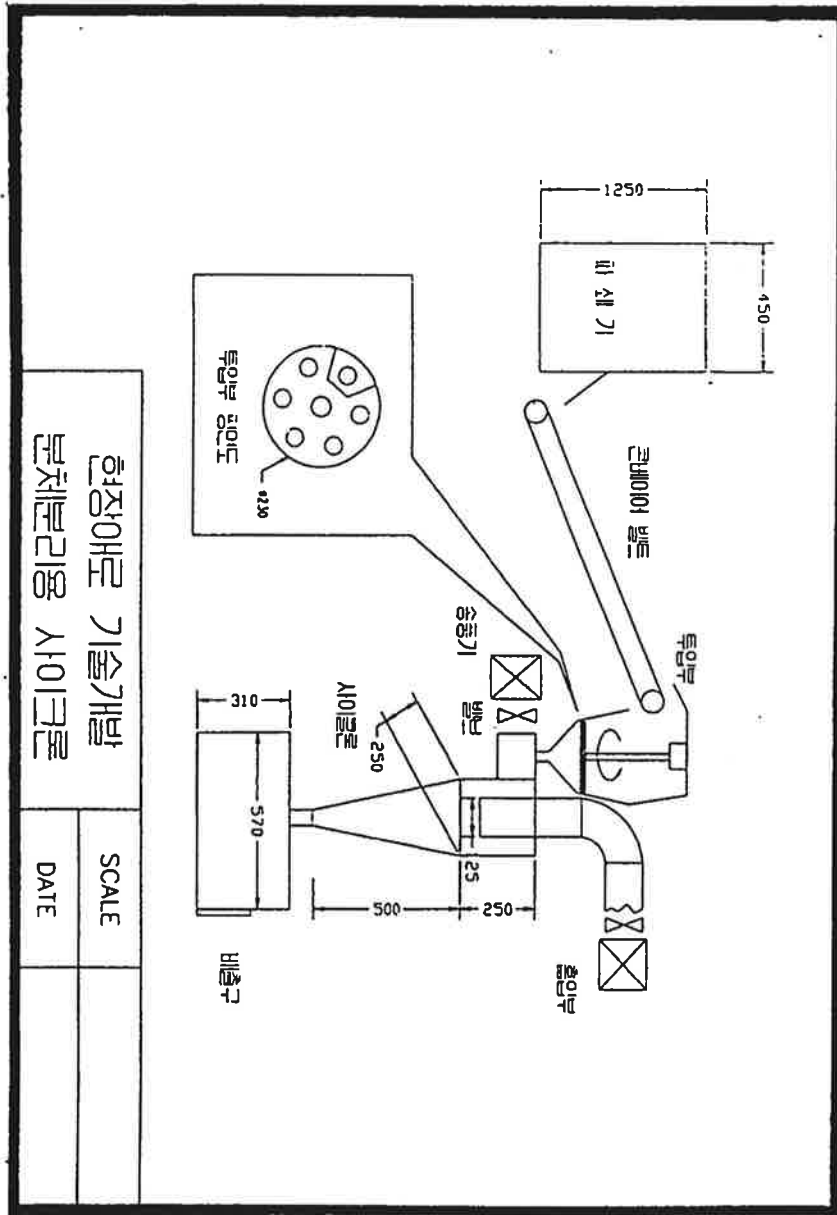
4-6. 분쇄분리용 싸이크론

분쇄된 껍질과 밤 살은 바람에 의하여 비산되는 거리가 다르다고 볼 수 있기 때문에 껍질과 밤살을 분리하기 위한 방법중의 하나로 싸이크론을 활용을 검토하였다. 특히 싸이크론은 회전력에 의한 원심력은 내부벽과 유동물질 사이에 마찰이 일어나기 때문에 회전하는 사이에 입자사이의 마찰이나 내부와의 마찰에 의해 덜떨어진 껍질이 떨어져 날아 갈 것으로 예상되었다. 따라서 실험실 규모의 싸이크론을 <Fig. 4-6-1>과 같이 설계하여 제작 하였다. 싸이크론을 이용한 분리는 입자의 크기가 미세한 $5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 에서 가능하므로 본 실험과 같은 입자가 큰 혼합된 고품물질의 분리법에는 적합하지 않았다. (분쇄하면 전분과 껍질이 모두 분말화 되기 때문임)

재 질 : 아크릴
규 격 : 원통부 250mm 원추부 500mm 직경 250mm
송풍기 : 0.5HP 2개 (흡입부, 배출부 부착가능)풍량조절가능
원료공급기 : 회전원판형(다공판위에서 구멍이 뚫어진 또 다른판을 회전시킴)



<Fig. 4-5-1> draft of wind separator



<Fig. 4-6-1> draft of cyclone separator

4-7. 증저밤껍질에서 밤 전분 회수용 으갠장치

물 속에 밤 분말을 풀어 껍질과 분말을 분리특성을 검토하기 위한 장치로 <Fig. 4-7-1> 과 같이 으갠장치를 설계하여 제작하였다. 증저법은 전분에 열을 가해주면 당이 β -화되어 물러지기 때문에 밤껍질에 열을 가해 물러진 밤살을 으갠으로써 껍질과 전분을 분리하는 방법이다. 증저와 으갠의 연속공정으로 증저장치는 압력을 가해줄 수 있는 이중 솔이나 교반장치가 부착되어 있는 솔을 사용하는 것이 적합하며 고온의 steam으로 열전달율을 높일 수 있는 이중 솔을 사용함이 적합하다. 증저장치에서 삶아진 밤껍질을 연속적으로 한쪽 방향으로 밀려가도록 하여 으갠장치로 보내면 수중에서 으깨게되고 이때 밤 살이 쉽게 으깨져 물속으로 풀어지며 이를 제거함하여 껍질을 분리하고, 밤 전분이 가라앉아 있는 물의 수분을 제거하여 농축시킨 후 얻어진 밤 전분을 앙금으로 제조한다.

재질 : Stainless steel

사용모터 : 1HP (rpm조절기 부착)

교반날개 : 네잎 크로바형(침단부분에 완충제 부착가능)

4-8. Rotary Kiln형 건조장치 (건조발효기)

밤껍질을 전분과 피로 분리하기 위해서는 밤껍질에 함유되어 있는 수분을 건조시키는 전처리가 필요하다. 이는 건조 후에 생기는 껍질과 밤 살 사이의 공극발생을 기대할 수 있기 때문이다.

현장에서 수거되는 밤껍질은 수분이 약 60%정도 함유하고 있어 이를 건조시킬 필요가 있다. 대량의 연속건조가 가능한 건조기로서 Rotary Kiln형 건조장치가 사용되고 있다. 그 이유로는 작업의 용이성과 사용에너지의 절약 등을 들 수 있으며, 원시료 투입시부터 배출까지 건조되는 과정에서 킬른의 회전체구동에 의한 낙하충격에 1차적인 피의 분리가 이

루어지므로 파쇄장치 및 연계된 공정에서의 효율증대를 기할 수 있다.

공장규모의 대형건조에 대비하기 위하여 실험실규모의 Rotary Kiln형 건조장치를 <Fig. 4-8-1>부터 <Fig. 4-8-4>와 같이 설계 제작하였다. 다만 실험실 규모이므로 연속식이 아닌 회분식으로 하였으며 밤 전분 회수후의 순수한 밤껍질을 사료로 전환하기 위한 호기성발효장치로 사용이 가능하도록 수분공급장치 및 탈취탑을 부착하였다. 교반효과를 높이고 수분의 발산이 빠르게 진행할 수 있도록 원통내부에 축방향으로 막을 설치하였다.

반응장치의 재질 및 형태 : Stainless Steel제 원통 구동형

반응장치의 용량 및 형식 : 0.5m³ 회분식

구동방식의 용량 및 형식 : 2HP 3상 교류식

열공급장치 : 열선부착된 송풍기

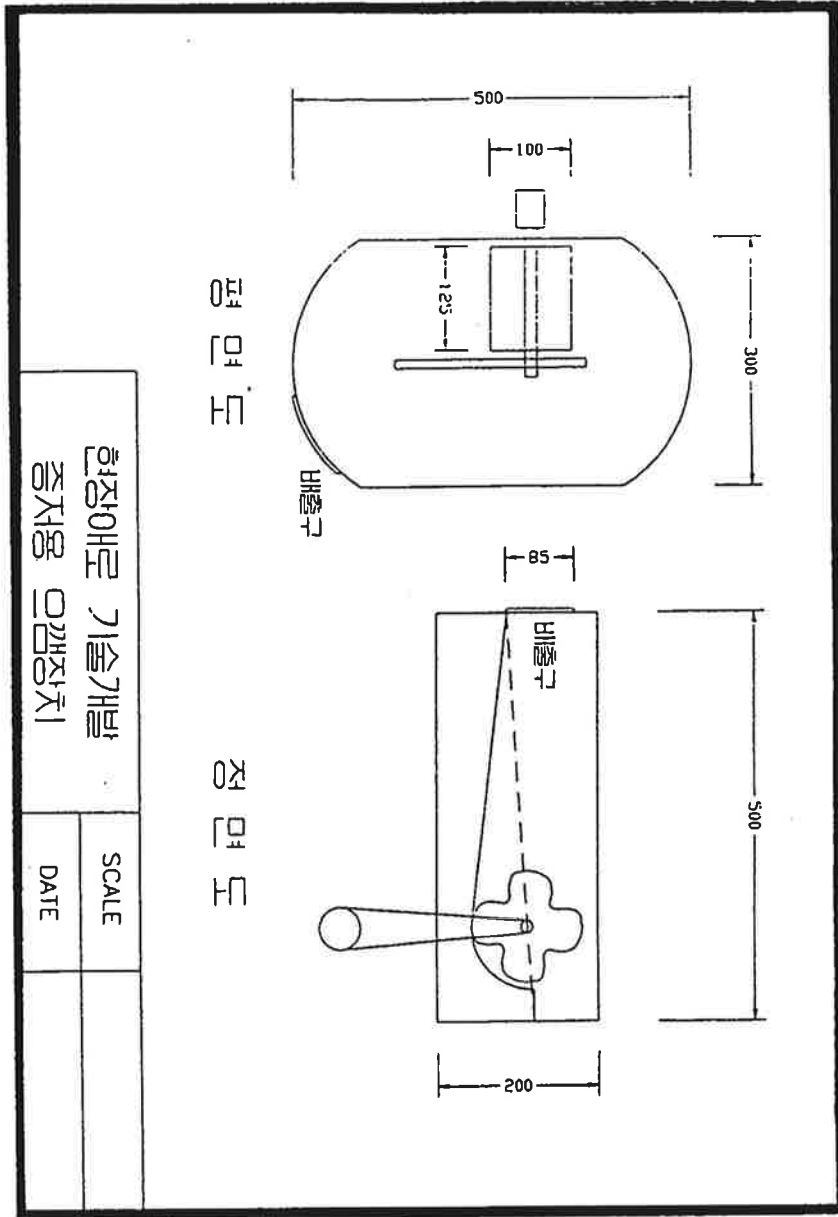
열공급용량 : 최대 5kW/H, 자동 on/off control

원통회전속도 : 가변형 Inverter(최소 5rpm 이상)

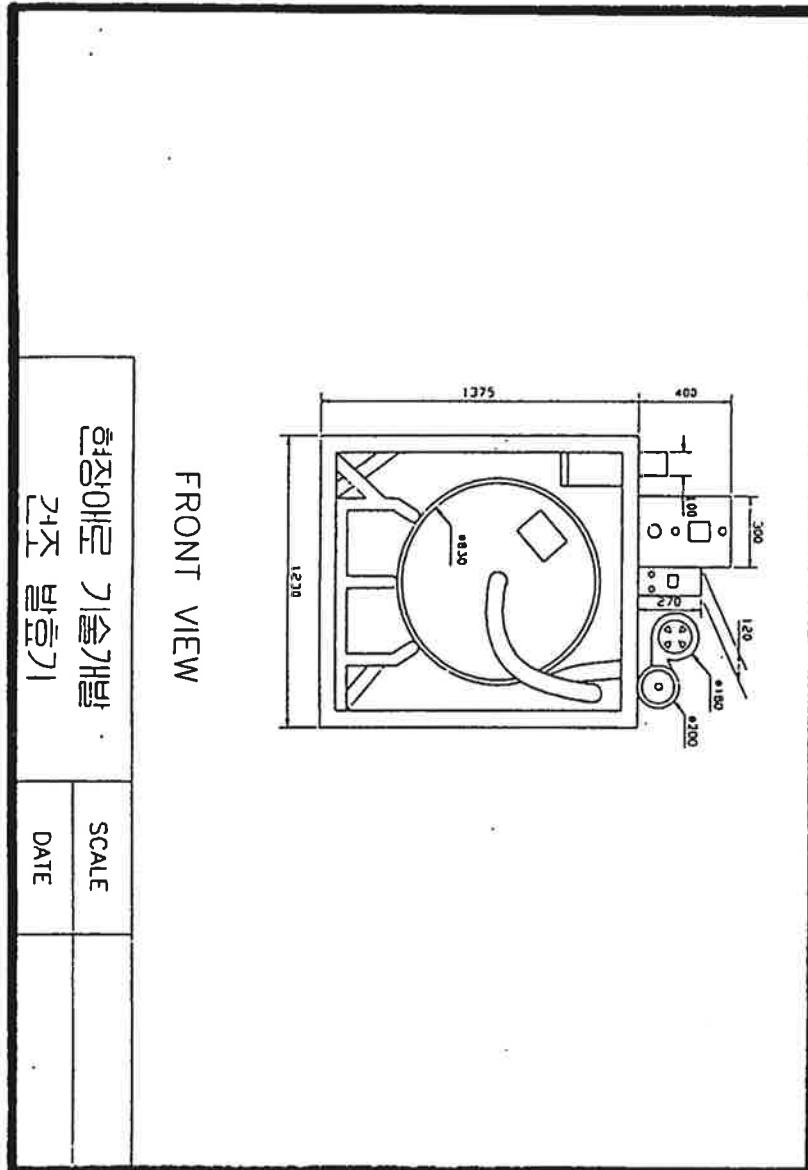
반응장치의 온도 : 가변형 Thermocontroller(80℃ 이하) +
Thermocouple(온도센서)

습도 : Throatle 현상을 이용한 수분공급법

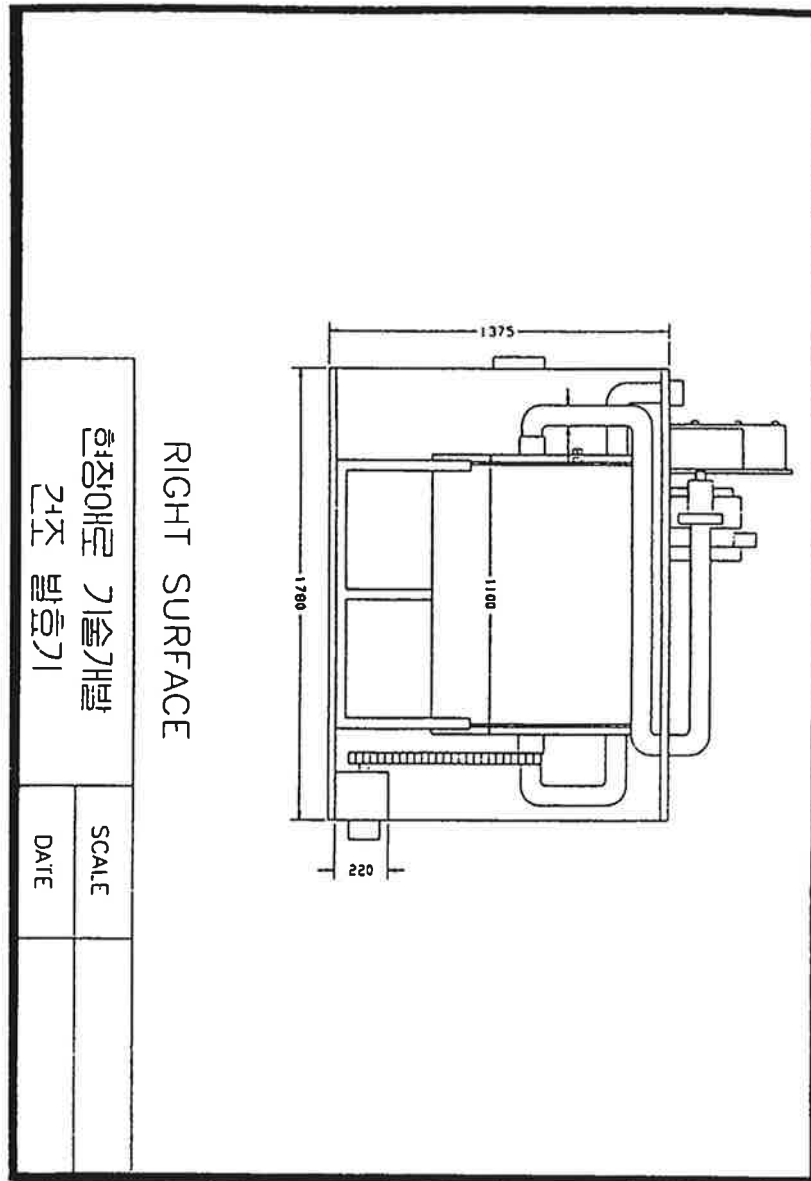
탈취장치 : 활성탄 또는 발효생성물 충전



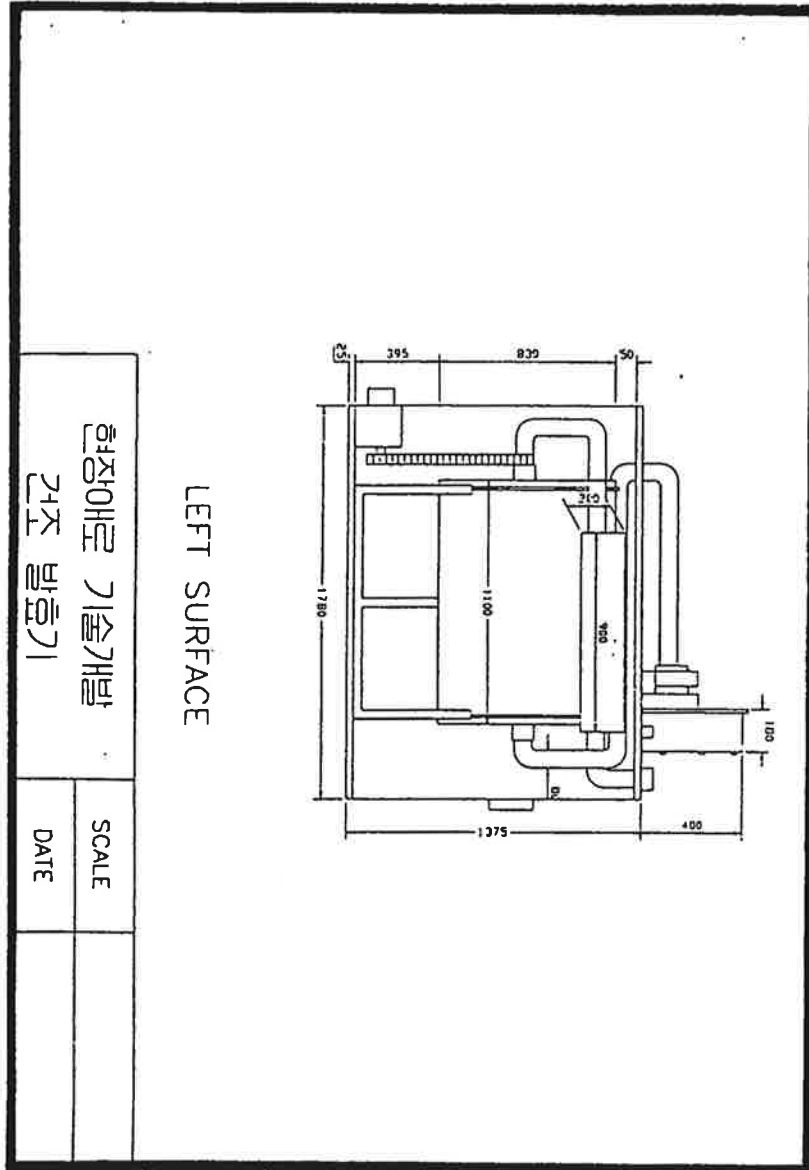
<Fig. 4-7-1> draft of liquid pulverizer



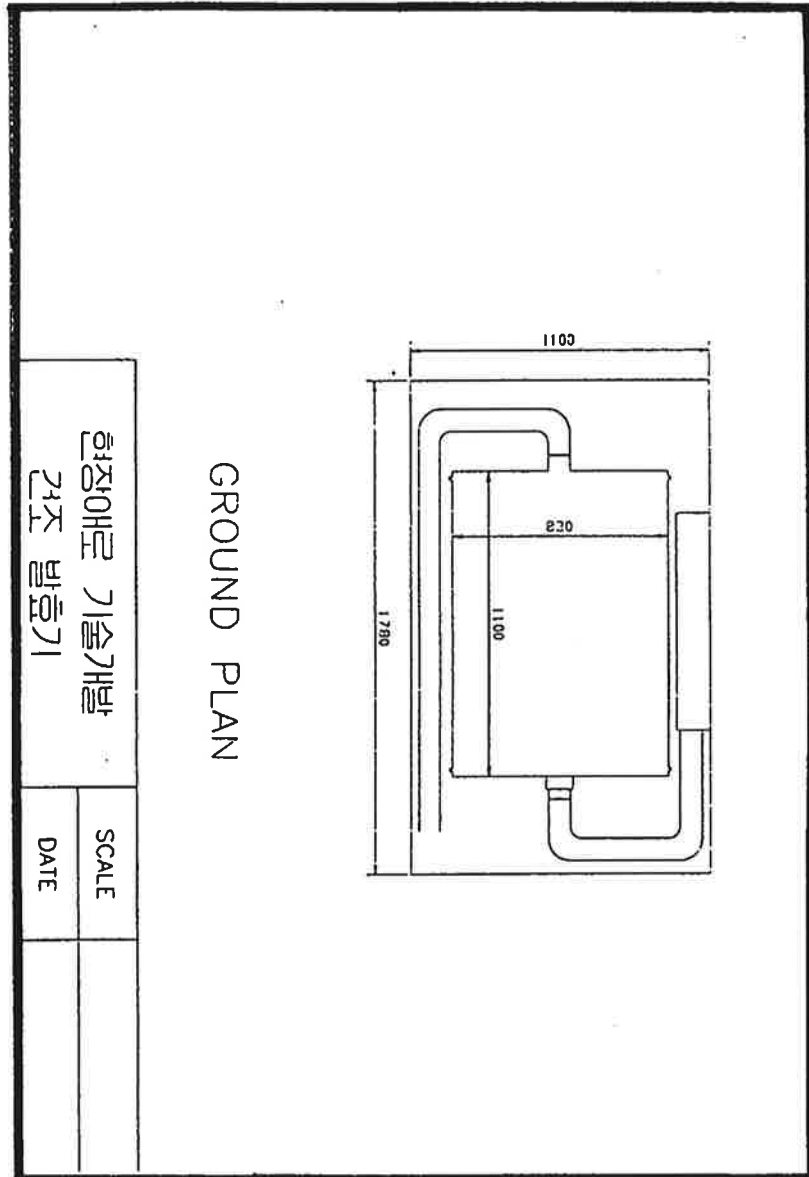
<Fig. 4-8-1> draft of high speed fermenter



<Fig. 4-8-2> draft of high speed fermenter



<Fig. 4-8-3> draft of high speed fermenter



<Fig. 4-8-4> draft of high speed fermenter

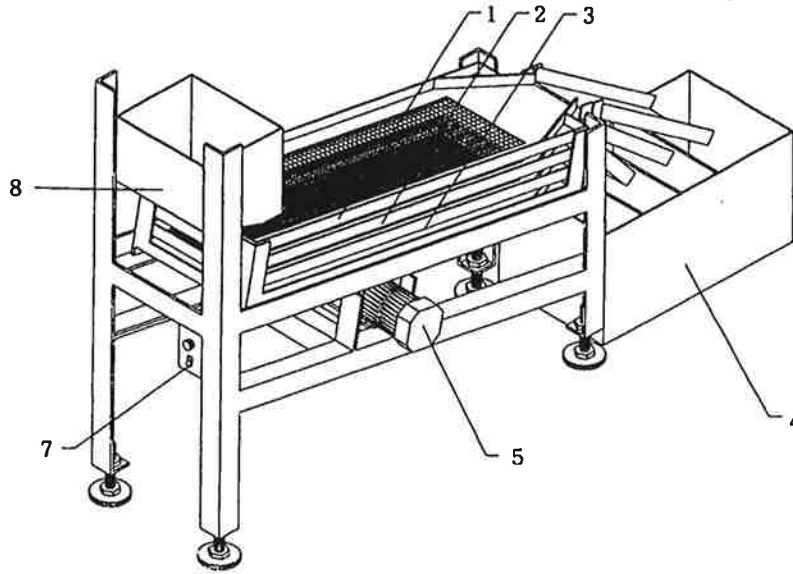
제5장 장치의 보완 설계 및 제작

밤 분말을 제조하기 위한 공정에 필요한 장치를 제작하였으며 제작된 장치는 실험적으로 가동하여 실 공정에 투입될 경우의 인력과 소요경비를 절감할 수 있는 방법에 대하여 검토하여 미비점과 작업환경의 개선점을 찾아 보완하였다. 건조된 상태의 밤 껍질은 우선 압착 분쇄장치에 의하여 껍질과 밤 살이 떨어지도록 하며 이 과정에서 약간 분쇄가 일어난다. 이렇게 분쇄된 혼합물은 체 분리에 의하여 크기가 같은 것으로 분리하여 풍력선별기에서 선별하여 밤살을 회수하도록 하는 것이다.

이 과정에서 필요한 진동체 분리기는 분리성능을 향상시키기 위하여 3단으로 개선하여 풍력선별시의 선별효율을 증가시키도록 하였으며 풍력선별기는 풍량과 풍속을 입자의 크기에 따라 다르게 조정할 수 있도록 하거나 분리할 입자를 각각의 저류조에 저장하는 공간을 감소시키기 위하여 동시에 3종류의 입자를 하나의 송풍기에 의해서 선별할 수 있도록 고안하여 개선하였으며 그 형태는 다음과 같다.

5-1. 다단 진동체 분리기

<Fig.5-1-1>는 3단 진동체분리기로서 제일 윗 단인 5mesh체에 시료를 투입하면 5mesh를 통과한 시료는 아랫단인 10mesh체로 떨어지면서 10mesh체 분리가 일어난다. 최종적으로 10mesh체를 통과한 시료는 다시 아래로 떨어져 15mesh체에서 분리되어 각각의 크기별로 풍력분리장치로 이동하게 된다. 5mesh를 통과하지 못한 시료는 상황에 따라 파쇄 장치로 반송할 수 있다. 분리된 시료는 각기 다른 포집조에 모을 수 있으며 각각의 포집조는 자유로이 탈착이 가능하도록 하였다. 실공정에서는 각기 다른 포집조를 Scale up 하여 사용할 수 있으며 이 포집조의 하단에 개폐구를 만들어 풍력분리장치에 이송할 수 있다.



1. 5 mesh sieve 2. 10 mesh sieve 3. 15 mesh sieve
 4. storage chamber 5. motor 6. crank axle 7. switch 8. distributor

<Fig.5-1-1> 3 step sieve separator

진동체의 구동은 체에 왕복진동방식에 의해 얻어지고 반복적인 충격에 의해 분리하려는 물질끼리 부딪히거나 체의 표면과 마찰하여 껍질이 벗겨지는 효과도 있었다. 진동체의 경사도는 15도를 기준으로 하여 변화시키는 것이 가능하며 경사에 따라 이동하면서 각 mesh별로 분리되도록 제작하였다.

다단 진동체 분리기에 정량적인 밤 껍질을 공급하기 위하여 투입호퍼의 아래쪽에 브러쉬형 분급기를 부착하여 분리효율의 극대화를 도모하려했으며 실험실 규모의 다단 진동체 분리기의 제작 제원은 다음과 같다.

재 질 : Stainless Steel,

구동모터 : 1HP

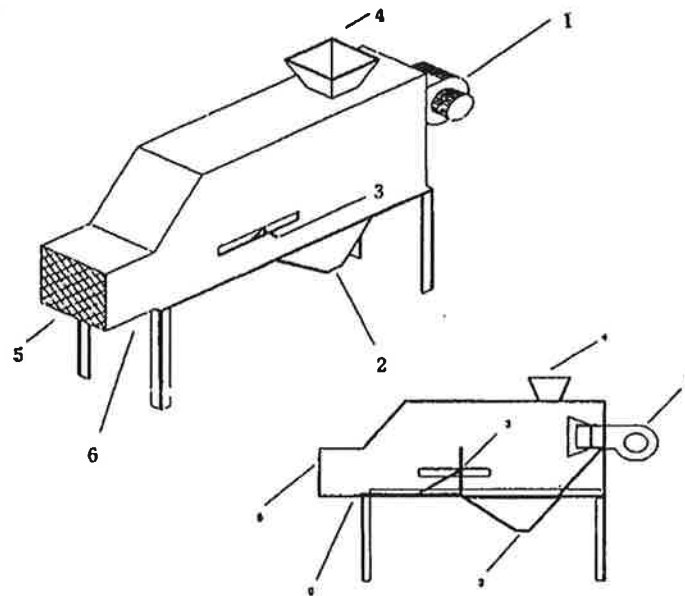
구동방식 : 좌우 왕복진동

진동체규격 : 915mm × 370mm × 50mm

전장규격 : 1050mm × 420mm × 1023mm

5-2. 풍력선별장치의 보완

풍력선별장치의 운용시 유입되는 입자의 크기에 따라 풍량과 풍속을 변화 시켜야 효율적인 분리가 가능하므로 <Fig.5-2-1>과 같이 보완 제작하였으며 체분리 과정에서 5mesh이상, 5-10mesh, 10-15mesh, 15mesh



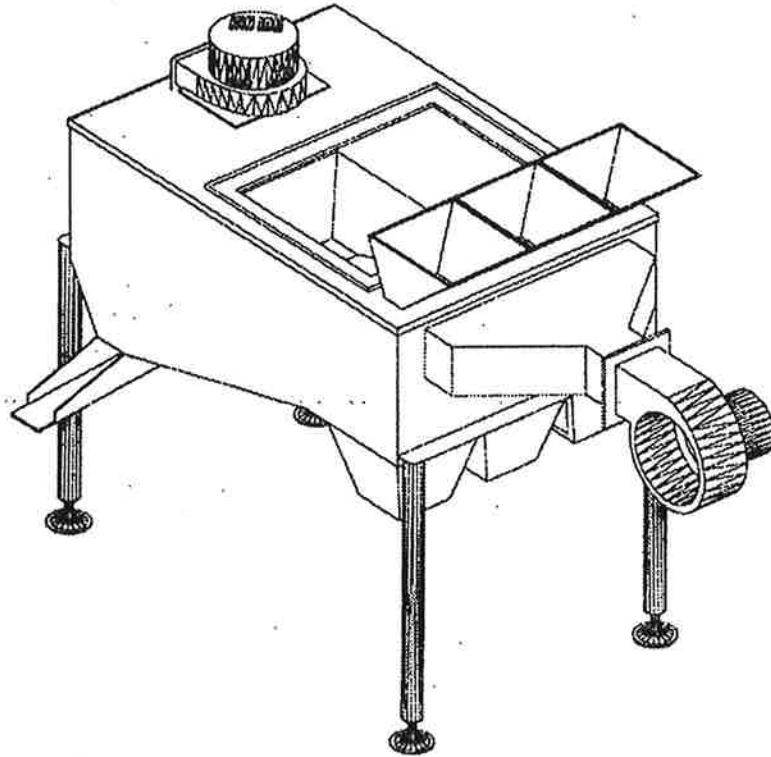
1.motor 2.storage chamber 3.adjustive valve

4.distributer 5.vertical collector 6.innershell waste collector

<Fig.5-2-1> Design of wind separator

이하 등으로 분리된 초벌분쇄 껍질을 풍력선별장치에 넣어 분리능이 향상 되도록 최적인전조건을 규명하고자 하였다.

<Fig.5-2-2>는 다단 풍력선별장치로 투입호퍼를 3개 부착하여 다단 체분리기에서 분리하여 방출되는 3종류의 입자를 동시에 풍력 선별함으로서 체 분리 후의 저류조를 없애는 것이 가능하다. 분리 챔버 3개를 만들었지만 하나의 송풍기에서 유도될 수 있도록 하여 사용하는 동력을 절감하고, 분리 챔버 내에서 풍량과 풍속을 조정할 수 있는 분리판을 이동시켜 최적의 조건을 선정함으로써 분리효율을 극대화하는 것이 가능하였다.



<Fig.5-2-2> Design of multi wind separator

제 6 장 밤 분말 생산공정의 최적화

공정에 필요한 여러 가지 장치를 설계·제작하였으나 원료의 수급이나 제조원가가 많이 들것으로 예상되는 장치는 과감하게 제거하여 비교적 경제성이 클 것으로 보이는 건조분말화 공정으로 단순화하였다. 특히 공정의 가동시 작업자의 환경을 쾌적하게 유지하도록 하기위하여 각 공정에 들어가는 장치중에서 분말이 비산되기 쉬운 곳에는 Sealing이 필요할 것으로 예측되며 설계한 전 공정의 Diagram은 <Fig.6-1> 과 같다.

가공과정에서 버려지고 있는 밤 껍질은 수분을 함유하고 있기 때문에 현장에서 소형건조기를 이용하여 건조시키거나 냉장보관한 밤 껍질을 원료로 사용하는 것이 보다 신선한 상태의 밤 분말을 생산할 수 있다. 따라서 수분이 함유된 밤껍질을 수집하였다면 우선 냉동상태에서 보관하면서 분말화 공정에 투입한다.

Fig.6-1의 1에서 건조시킨 후 2에서 시작되는 공정에 넣어 조분쇄공정, 3단 진동체분리공정, 풍력선별공정, 미분쇄공정, 출하공정 등으로 설계하였으며 각 공정의 설계시 주요 보완사항은 다음과 같다.

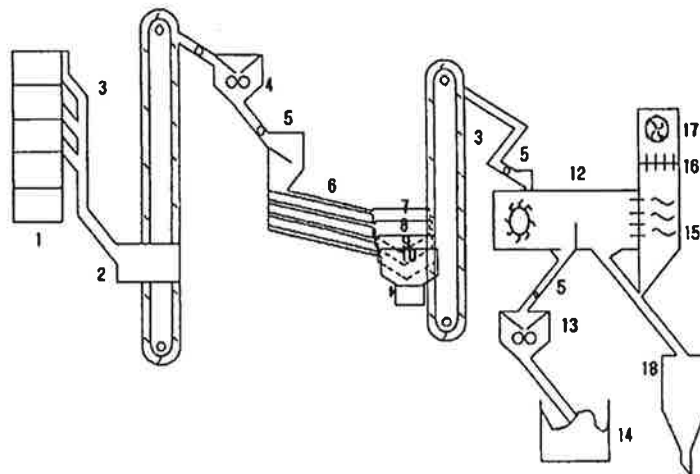
1) 건조기; 밤 껍질은 수분이 50 - 60%를 함유하고 있는 상태로 수집되어 냉동보관하면서 필요한 때에 분말화 시키는 것을 기본 원료수급 Pattern으로 한다면 건조공정에서부터 공정이 시작된다. 건조온도는 가능한 낮은 온도에서 건조시킬 수록 생산된 밤 분말의 백색도가 좋아지며 80℃이상의 고온에서는 생산된 밤 분말의 백색도가 현저히 떨어지는 것을 실험적으로 증명하였다.

2) 밤 속껍질 투입구; 건조된 밤껍질은 직접 여기에 투입 할 수 있으며 건조기에서 경사도에 따라 흘러 들어와 200ℓ 정도는 저류할 수 있도록 설계하였다.

3) 포켓 컨베이어; 포켓 컨베이어는 분쇄기와 풍력선별기 앞에 설치하여

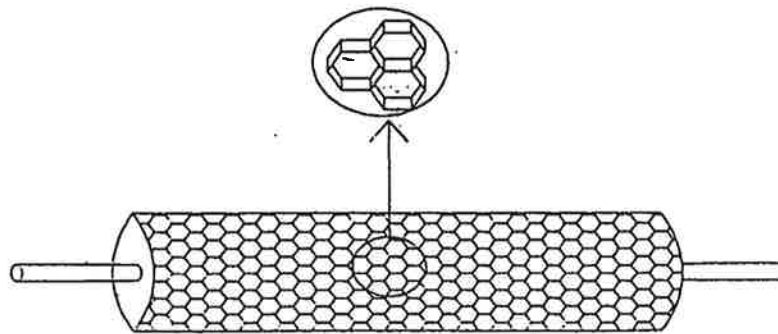
대상물질을 수직방향으로 이동시켜 공정의 흐름을 편리하게 유도시키도록 설계하였다. 각각의 저류조속에 들어 있는 건조된 밤껍질과 크기별로 체분리된 것들을 20 l/min의 속도로 초벌분쇄기 및 풍력선별기에 일정한 속도로 공급하도록 설계하였다.

4) 분쇄기(초벌); 초벌분쇄기는 껍질 이완공정이라 할 수 있으며 밤껍질과 밤살은 건조과정을 거치면서 서로 다른 수축을 때문에 틈이 생성되고 이 틈을 더욱 진행시키기 위해 압착시킨다. 이 과정에서 밤 껍질은 2 - 5 mm 정도로 부서지면서 밤껍질과 밤살이 분리된 상태로 떨어진다.



1. dryer 2. entrance 3. pocker conveyer 4. grinder 5. distributor
 6. 3 step sieve separator 7. storage chamber for over 5 mesh
 8. storage chamber for over 10 mesh 9. storage chamber for over 15 mesh
 10. storage chamber for under 15 mesh 11. wind separator entrance
 12. wind separator 13. grinder 14. scale for shipment 15. vertical collector
 16. horizontal collector 17. exhaust fan 18. innershell waste chamber
 <Fig.6 -1> Schematic Diagram of chest nut powder process from innershell

5) 분급기; 각종분쇄기와 선별기에는 일정한 량을 정확하게 공급하지 않으면 분쇄나 선별과정에서 기계적인 무리가 생기거나 분쇄나 선별 등이 잘 일어나지 않았기 때문에 분급기를 설치해야하며 분급형태는 저속회전체의 벌집형 공극 롤러나 부러쉬형 로터를 이용하여 정량공급이 가능하도록 유도하였으며 Fig. 6-2는 벌집형 공극 롤러의 구조를 나타냈다. 공급 대상물이 회전하는 벌집형 공극속이나 부러쉬 내부로 윗쪽에서 흘러들어가고, 들어간 밤 껍질은 회전에 의해 아랫쪽으로 향하였을때 밑으로 떨어지도록 하였다. 부러쉬형 분급기가 정량적인 정속공급이 벌집형보다 우수하였으며 제작비도 저렴하고 구동시의 문제발생빈도도 적어 브러쉬형의 분급기를 공정에 도입하기로 하였다.



<Fig.6-2> Design of distributor

6) 껍질 분리공정 : 조분쇄공정에서 여러 종류의 입자크기로 부서진 밤 껍질과 밤살을 분리하기 위해서는 풍력선별법을 사용하며, 풍력선별의 효율을 높이기 위하여 비교적 비슷한 입도분포를 갖도록 분리하기 위해 체분리를 한다. 이 체분리는 3단으로 구성되어있으며 상단부터 각각 5, 10, 15 mesh 체를 통과시킨 것을 분리 포집하여 풍력선별기의 운전조건 즉 풍

량, 풍속 등을 입자의 크기에 따라 달리하여 최적의 분리조건을 도출하였다.

7 - 10) 저류조; 체분리 과정에서 5, 10, 15 mesh를 통과 한 것을 각각 저류조에 보관하면서 필요시에 출구를 열어 풍력선별기로 보낼 수 있도록 해야한다.

11) 배출 전환레버(풍력선별기 입구) : 7 - 10의 저류조 하단에는 배출구의 폐쇄와 개방을 수동으로 조절하며 각 저류조에의 상황에 따라 개폐를 할 수 있도록 하였다.

12) 풍력선별기; 바람의 힘을 이용하여 껍질과 밤살을 분리하며 선별과정의 풍량과 풍속 등은 들어오는 입자의 크기에 따라 조정하도록 하였다.

13) 분쇄공정; 풍력선별된 밤 살을 분쇄하여 밤 분말로 만들며 이때 분말의 크기는 용도에 따라 다양하게 변화시킬 수 있다.

14) 밤 분말의 계량 및 포장장치; 생산된 밤분말의 출하를 위해 필요한 량으로 계량하여 포장하도록 하였다.

15) 수직형 집진장치; 풍력선별기에서 비산되는 먼지를 제거하기 위한 장치로서 20 mesh정도의 천을 수직방향으로 설치하여 비교적 크기가 큰 먼지를 제거할 수 있도록 설계하였다.

16) 수평형 집진장치; 15에서 일차 체진된 기류에 있는 미세입자를 제거하기 위한 장치로서 집진먼지의 제거를 원활히 하기 위하여 백필터 형태의 집진장치를 변형하여 사용할 수 있도록 설계하였다.

17) 공기배출기; 15와 16의 과정을 거치면서 상당량의 압력손실이 일어나 배출공기의 이동이 어렵게 되므로 강제송풍장치의 도입이 필요하다.

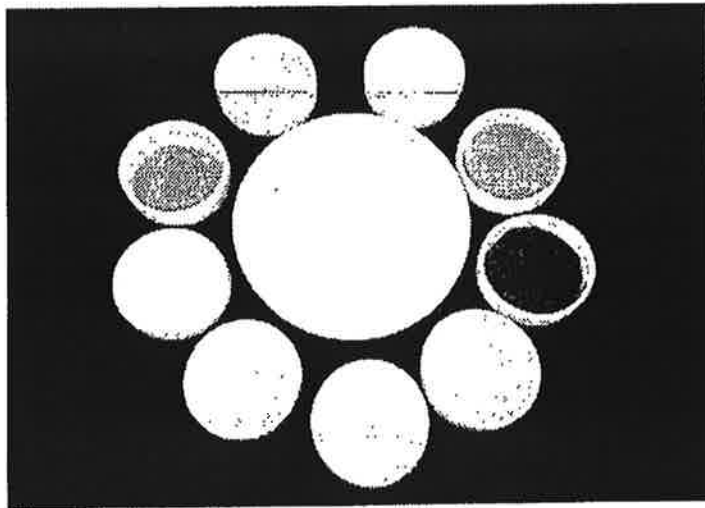
18) 폐기용 속껍질 저류조; 밤살을 회수한 후 폐기되는 껍질을 주기적으로 배출하기 위하여 잠시 저류시킬 수 있도록 하였으며 용량은 500ℓ 정도로 설계하였다.

제 7 장 밤 분말 제품의 가능성 규명

우리 나라의 밤의 소비형태를 보면 밤을 굽거나 삶아서 먹는 경우가 많으며 잔치나 제사 등에는 생 밤을 갈은 상태로 사용하며 제과점이나 조미료 용으로는 과립상태로 사용되기도 한다. 그러나 밤 분말을 활용한 제품은 아직 상용화되어있지 않아서 선식, 빵류, 국수, 묵, 과자류 등을 만들어 식품으로서의 특성이나 기호도 등을 조사하여 밤 분말의 활용성을 향상시킬 수 있다고 생각하여 다음과 같은 제품을 만들어 그 특성을 조사하였다.

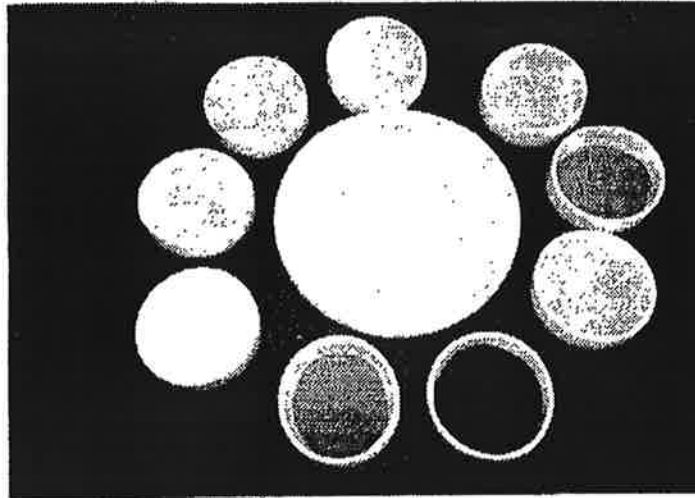
7-1 선식

밤 분말을 이용한 선식은 밤가루 그대로, 또는 시판되고 있는 여러 종류의 미식가루, 호박, 시금치, 당근, 마, 땅콩, 잣, 표고버섯, 솔잎, 흑임자, 호도, 멸치, 숙, 다시마 등의 가루와 혼합하여 물, 두유 또는 우유 등과 설탕, 소금, 꿀 등을 타서 이용할 수 있으며<photo 7-1-1>과 <photo 7-1-2> 는



<photo 7-1-1> Various flour combination with chestnut flour

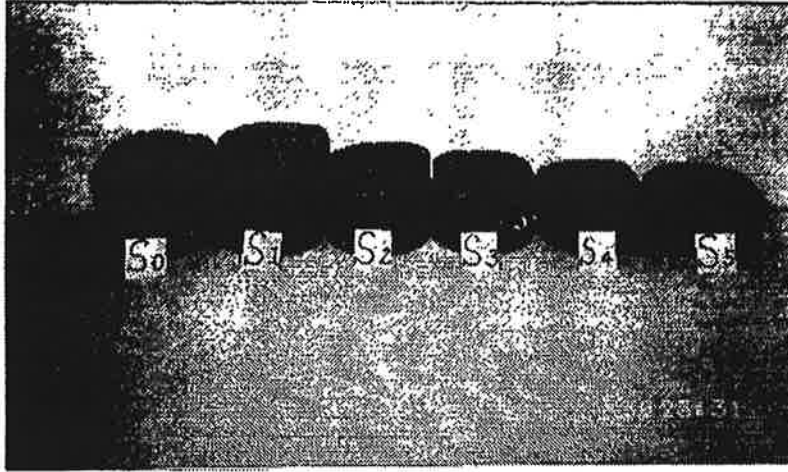
선식의 표본을 촬영한 것이며 아침식사 대용, 간식, 보충식, 영양식, 노인식, 환자식, 이유식과 건강식 등으로 바쁜시대에 빠르고 고르게 영양을 섭취할 수 있는 간편한 식품으로 폭넓게 이용할 수 있을 것이다.



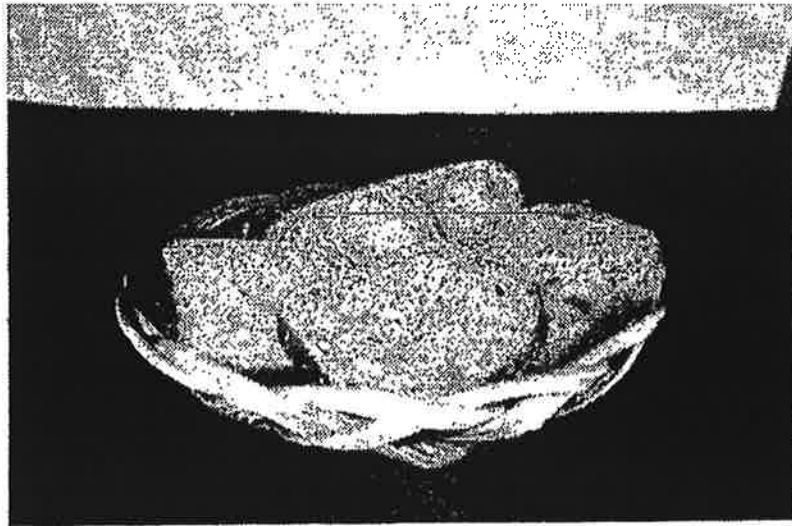
<photo 7-1-2> Various flour combination with chestnut flour

7-2. 밤 분말 빵

밤을 과립상태로 만들어 빵위에 뿌리는 형태의 빵은 많이 만들어오고 있으나 밤 가루를 활용한 빵류는 아직 출현하지 않은 상태이다. 밤 가루의 활용성을 증가시키기 위하여 밤 가루의 사용이 이루어진다면 그 사용량이 가장 많을 것으로 예측되는 빵을 우선적으로 제조하였다. 밀가루와 밤가루를 섞어서 중량비로 10~50%의 밤 가루 빵을 만들었으며, 그 사진을 <photo 7-2-1>에 나타냈으며, 밤 식빵을 절개한 것을 <photo 7-2-2>에 제시하였다. 전체적으로 밀가루빵보다 덜 부풀었으며, 밤 분말의 혼합비율이 증가할수록 그 차이는 더 크게 나타났다. 관능검사의 결과는 <Table 7-2-1>에 제시하였다.



<photo 7-2-1> Comparison of chestnut bread with wheat bread



<photo 7-2-2> Slices of chestnut bread

<Table 7-2-1>. Sensory evaluation of chestnut bread

Group	color	air cell size	air cell distribution	flavor	softness	chewiness	overall quality
S ₀	4.86 ^c	4.48 ^c	4.14 ^c	4.43 ^b	4.62 ^c	4.95 ^c	5.00 ^c
S ₁	3.67 ^{ab}	2.86 ^a	2.57 ^a	3.43 ^a	3.05 ^a	3.81 ^{ab}	3.48 ^{ab}
S ₂	3.81 ^{ab}	3.24 ^{ab}	3.24 ^{ab}	3.48 ^a	4.43 ^{bc}	4.14 ^b	4.05 ^a
S ₃	3.81 ^{ab}	3.19 ^{ab}	3.14 ^{ab}	3.24 ^a	3.86 ^b	3.90 ^{ab}	3.86 ^{ab}
S ₄	4.33 ^{bc}	3.57 ^{ab}	3.33 ^b	3.10 ^a	2.95 ^a	3.24 ^a	3.19 ^a
S ₅	3.52 ^a	3.71 ^b	4.33 ^c	3.24 ^a	3.00 ^a	3.24 ^a	3.38 ^{ab}
Total	4.00	3.51	3.46	3.48	3.65	3.88	3.83
F-value	4.12 ^{**}	4.47 [*]	7.27 ^{***}	4.49 ^{**}	10.40 ^{**}	7.81 ^{****}	8.82 ^{***}

* significant at $p < 0.05$ ** significant at $p < 0.01$ *** significant at $p < 0.001$

(1) 색 (color)

밤가루를 섞은 빵은 밤가루의 색소 때문에 밀가루빵과는 현저한 차이를 보이고 있다. 밤가루빵의 색에 대한 관능점수는 밀가루빵보다는 낮으나 모두 설문지상의 '보통'에 가까운 점수를 나타냈다. 특히 40%의 밤가루빵은 높은 관능점수를 보여 밀가루 빵과 유의한 차이를 보이지 않았다.

(2) 기공의 크기와 분포 (air cell size and distribution)

밤가루를 10~50% 섞은 밤가루빵은 밀가루빵과 기공의 크기가 차이가 있다. 그러나 밤가루를 섞은 비율에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. 밤가

루를 10~40%를 섞은 밤가루빵은 기공의 분포에 있어서 밀가루빵보다 고르지 않은 것으로 나타났으나, 50% 밤가루빵은 유의적 차이는 없었고 오히려 약간 높은 경향으로 나타난 점이 흥미롭다.

(3) 향기 (flavor)

밤가루빵의 향에 대한 관능검사 점수는 전 실험군이 밀가루빵보다 낮았으나 밤가루를 섞은 비율에 의한 유의적 차이는 없는 것으로 나타나 10~50% 까지 밤가루를 섞어도 향기에 있어서는 차이가 없다고 하겠다.

(4) 부드러운 정도 (softness)

부드러운 정도는 20%의 혼합비율을 제외한 밤가루빵에서 모두 밀가루빵보다 낮았으며 이것은 밤가루의 큰 입자와 밤겉질부분이 섞여 들어갔기 때문이라고 여겨진다.

(5) 씹히는 맛 (chewiness)

밤가루빵의 씹히는 맛은 밀가루 빵과는 유의적인 차이를 나타내어, 관능검사 점수는 밀가루 빵보다 유의적으로 낮았다. 그러나 20% 밤가루 빵은 '보통'이상의 점수를 얻었으며, 10%와 30% 밤가루빵도 '보통'에 근접하는 값을 나타내고 있다.

(6) 전체적인 기호도 (overall quality)

밤가루빵은 전체적인 기호도 면에서 전 실험군이 밀가루빵보다는 낮은 관능검사 점수를 보였으며, 밤가루의 혼합 비율에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았으나 20% 밤가루빵이 약간 높은 경향을 보였다. 그러므로 비록 밀가루빵보다 전체적인 기호도는 낮지만, 20%의 밤가루를 섞은 빵은 비교적 수용할만하다는 반응을 보이고 있다.

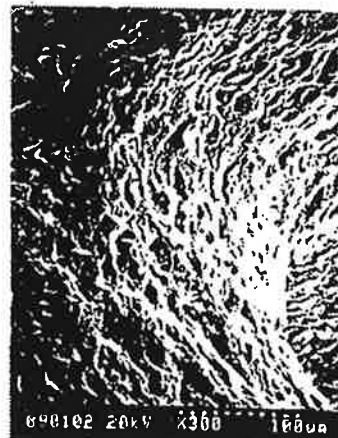
7) SEM으로 본 밤가루빵의 구조적 특성

<photo 7-2-3>에서 밀가루 빵의 구조는 밀가루의 구형의 큰 입자들 사이로 작은 전분의 입자들이 불규칙하게 분포되어 있음을 볼 수 있다. 이것

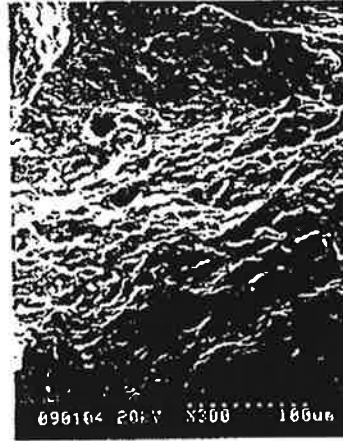
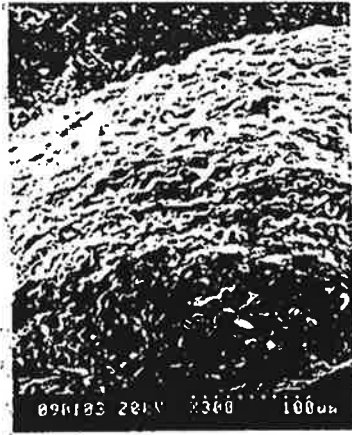
은 권과 안이¹⁵⁾ 잘 발달된 밀가루 반죽의 구조를 보고한 바 같이 protein matrix에 의해 형성된 밀가루 반죽이 종이와 같이 얇게 퍼진 상태에서 발효와 더불어 좀 더 크고 탄력성 있게 되면서 작은 빈 공간을 형성하여 생긴 결과로 보여진다. <photo 7-2-4>에서 <photo 7-2-8>까지는 각각 밤 분말을 10%에서 50%까지 증가시켜 빵을 제조한 경우의 전자현미경사진으로 10% 밤가루 빵은 밀가루 빵과 유사한 구조를 이루고 있으나 밀가루 빵에서 큰 입자들이 전체적으로 분포되어 있는 것에 비해 작은 입자들이 많아졌으며, 이러한 경향은 밤가루를 섞는 비율이 높을수록 더욱 두드러져 보인다. 이와 같이 입자들 간의 조밀한 부분들이 빵의 구조를 조밀하게 만들어서 조직이 치밀하고 좀 더 단단해지는 것으로 보인다.



<photo 7-2-3> wheat bread

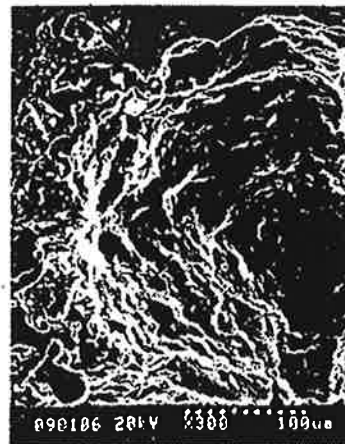


<photo 7-2-4> 10% chestnut bread



<photo 7-2-5> 20% chestnut bread

<photo 7-2-6> 30% chestnut bread



<photo 7-2-7> 40% chestnut bread

<photo 7-2-8> 50% chestnut bread

(8) 관능적 기호도 특성의 상관도

밤가루 빵의 관능적 기호도 특성의 항목간 상관관계는 Table II-5에 제시하였다. 전체적인 기호도와 정의 상관관계를 보이고 있는 것은 색($r = 0.55$), 향기($r = 0.62$), 씹히는 맛($r = 0.84$)으로 이들이 빵의 기호도를 결정하는 중요한 요인이 되는 것으로 나타났으며, 특히 씹히는 맛과 향기가 전체적인 기호도에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또 부드러운 정도와 기공의 분포도가 비교적 높은 상관관계($r = 0.61$)를 보였으나 유의적이지는 않았다.

<Table 7-2-2> Correlation coefficients among sensory evaluation terms in bread

	color	air cell size	air cell size	flavor distribution	softness	chewiness	overall quality
color	1.00						
air cell size	0.44***	1.00					
air cell - distribution	0.40***	0.73***	1.00				
flavor	0.36***	0.46***	0.34***	1.00			
softness	0.26*	0.31***	0.61	0.51***	1.00		
chewiness	0.44**	0.43**	0.35***	0.53***	0.40***	1.00	
overall quality	0.55***	0.49***	0.48***	0.62***	0.47***	0.84***	1.00

* significant at $p < 0.05$

** significant at $p < 0.01$

*** significant at $p < 0.001$

7-3. 밤국수

국수는 우리 나라에서 전통적으로 사용해왔던 식품 중의 하나로 여러 가지 특특한 향기나 맛을 지닌 것을 혼합하여 기능을 향상시킨 국수가 등장하고 있는 상태이다. 밤 가루를 섞은 국수는 이러한 추세에 어울리는 것으로 생각하여 밤 가루와 밀가루를 섞은 밤 국수를 제조하였다. 밤 가루를 밀가루와 섞어서 만든 국수의 사진을 <photo 7-3-1>에 제시하였고, 그 관능적 기호 특성의 결과는 <Table 7-3-1>과 같다.



<photo 7-3-1> Comparison of chestnut noodles with wheat noodle

<Table 7-3-1> Sensory evaluation of chestnut noodle

Group	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	Total	F-value
APR	4.81 ^c	3.57 ^{ab}	3.43 ^a	3.90 ^{ab}	3.95 ^{ab}	4.19 ^{bc}	3.98	4.37 [*]
COL	4.86 ^c	3.10 ^a	3.24 ^{ab}	3.91 ^b	3.81 ^b	3.86 ^b	3.79	8.04 ^{***}
FLA	4.33 ^d	4.10 ^{cd}	3.33 ^{ab}	3.71 ^{bc}	3.14 ^a	3.33 ^{ab}	3.66	7.81 ^{***}
HAR1	4.90 ^{bc}	4.33 ^b	5.33 ^c	4.71 ^{bc}	3.38 ^a	3.19 ^a	4.30	10.45 ^{***}
HAR2	4.62 ^{bc}	4.19 ^b	4.95 ^c	4.14 ^b	2.90 ^a	2.71 ^a	3.92	15.91 ^{***}
ELA1	4.38 ^b	4.33 ^b	4.71 ^b	4.23 ^b	3.28 ^a	3.05 ^a	4.01	6.47 ^{**}
ELA2	4.57 ^b	4.14 ^b	4.14 ^b	4.10 ^b	3.38 ^a	3.19 ^a	3.92	4.88 ^{**}
COH1	5.10 ^f	4.52 ^{bc}	4.90 ^{bc}	4.19 ^{ab}	3.43 ^a	3.62 ^a	4.29	5.81 ^{**}
COH2	4.23 ^{bc}	4.23 ^{bc}	4.48 ^c	4.00 ^{abc}	3.29 ^a	3.62 ^{ab}	3.99	2.91 [*]
ADH	4.05 ^a	4.29 ^{ab}	4.19 ^a	4.19 ^a	4.95 ^b	4.38 ^{ab}	4.34	1.88
CHE	4.48 ^{bc}	4.05 ^b	4.71 ^c	4.29 ^{bc}	3.43 ^a	3.24 ^a	4.03	11.77 ^{***}
GUM	5.38 ^b	4.85 ^b	5.19 ^b	4.90 ^b	3.57 ^a	3.76 ^a	4.61	11.03 ^{***}
ACP	4.86 ^c	3.71 ^{ab}	3.71 ^{ab}	4.00 ^b	3.57 ^{ab}	3.33 ^a	3.87	7.07 ^{***}

* significant at p<0.05 ** significant at p<0.01 *** significant at p<0.001

(1) 외관(appearance : APR)과 색(color : COL)

밤국수의 외관과 색에 대한 관능 평가 점수는 밀가루 국수보다는 대체적으로 낮은 점수를 보였으나, 밤국수 실험군 간에는 유사하였다.

(2) 냄새(flavor : FLA)

10% 밤국수의 냄새는 밀가루 국수와 차이를 보이지 않았으나, 20%~50%

를 혼합한 경우는 밀가루 국수에 비해 낮은 점수를 나타냈으며 각 군간의 유의적 차이는 보이지 않았다.

(3) 경도(Hardness : HAR)

국수를 손가락으로 눌러 보아 으깨어지는 정도(HAR1)와 입안에서 느껴지는 경도(HAR2)에 대한 관능검사 결과는 크게 다르지 않았으며, 10%~30% 밤국수는 밀가루 국수와 경도가 비슷한 것으로 나타났다. 그러나 40%~50% 밤국수는 그 경도가 밀가루 국수보다 유의적으로 낮았다. 따라서 국수제조시 밤가루를 30%까지 섞어도 경도면에서는 밀가루 국수에 뒤지지 않는 것으로 나타났다.

(4) 탄력성(elasticity : ELA)

손가락으로 일정한 정도로 시료를 눌렀다가 손가락으로 제거했을 때 원래 상태로 회복되는 정도 및 속도로 검사한 탄력성(ELA1)과 입안에서 느껴지는 탄력성(ELA2)은 유사한 것으로 나타났다. 10%~30% 밤국수와 밀가루 국수는 그 탄력성이 유의적 차이가 없었으나 40%~50% 밤국수는 밀가루 국수보다 유의적으로 탄력성이 낮았다. 이는 밤가루가 탄력성을 가지지 못하기 때문에 그 혼합비율이 올라갈수록 탄력성이 낮아지는 것으로 생각된다. 그러나 밤가루를 30% 정도만 섞는 것은 탄력성에 있어서 밀가루 국수와 차이가 없을 것으로 보인다.

(5) 응집성(cohesiveness : COH)

밤국수의 응집성에 대해서 손가락으로 눌렀을 때 파괴되기 전까지 변형되는 정도와 시료를 어금니 사이에 놓고 압착하면서 파괴되기 전까지 변형되는 정도 2가지(COH1, COH2)로 실험한 결과, 10-30%밤국수는 밀가루 국수와 유사했으나 40-50%밤국수는 유의적으로 낮았다.

(6) 부착성 (adhesiveness : ADH)

부착성에 대한 관능검사 점수는 40%밤국수를 제외한 전 실험군에서 유의

적인 차이가 없었으나 전체적으로 높은 점수를 나타냈으며, 특히 40%밤국수는 부착성에 있어서 밀가루 국수보다 유의적으로 더 좋은 기호적 특성을 보였다.

(7) 씹힘성(chewiness : CHE)

10%와 30% 밤국수는 씹힘성에 있어서 밀가루 국수와 유의차가 없었으며, 오히려 20% 밤국수는 그 씹힘성이 유의적으로 좋은 것으로 나타났으나, 40-50% 밤국수는 밀가루 국수뿐 아니라 10-30%밤국수보다도 씹힘성이 유의적으로 낮았다. 따라서 밤가루를 30%까지 섞어도 그 씹힘성은 밀가루 국수와 같거나 오히려 더 좋을 것으로 보인다.

(8) 겹성(gumminess : GUM)

10-30%의 밤가루를 혼합한 경우, 겹성은 밀가루국수와 유의적 차이를 보이지 않았으며, 40-50%밤국수는 겹성이 밀가루 국수와 10-30%밤국수보다 유의적으로 낮았다. 따라서 밤가루를 30%까지 섞어도 겹성에 있어서는 밀가루 국수에 뒤지지 않는 것으로 나타났다.

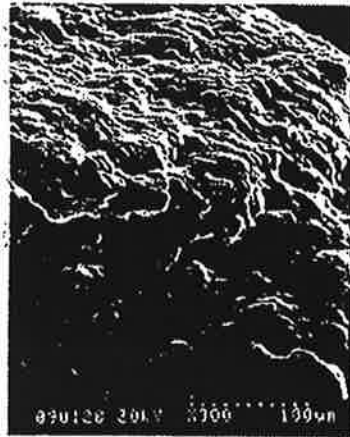
(9) 수용도(acceptance : ACP)

밤국수의 수용도는 전 실험군이 밀가루국수보다 유의적으로 낮은 점수를 보였으나, 밤국수간에는 유의적 차이가 없었다. 그러나 대체적으로 10-30%의 밤가루를 혼합한 경우에 '보통'의 수준에 근접한 평가를 보이고 있으므로 국수 제조시에 30%까지 밤가루를 섞는 것은 무리가 없을 것으로 사료된다.

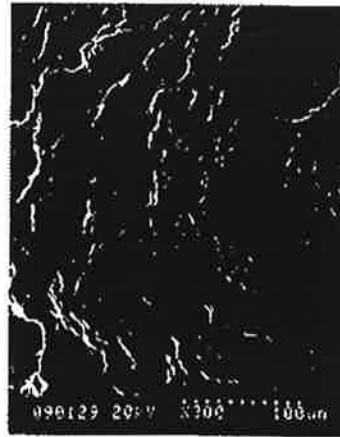
(10) SEM으로 본 밤국수의 구조적 특성

Photo 7-3-2에서 밀가루 국수를 전자현미경으로 관찰한 구조적 특성은 큰 입자들과 작은 입자들이 불규칙하게 분포되어 있다. Photo 7-3-3에서 Photo 7-3-5까지에서 볼 수 있는 10-30%밤국수의 SEM의 특징은 작은 입자들이 많이 관찰되며, 큰 분자들이 사이사이에 많이 늘어나 있는 것을 볼

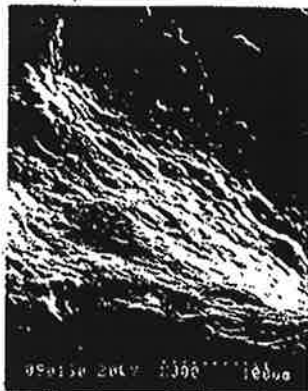
수 있는데 비해, Photo 7-3-6와 Photo 7-3-7에서 볼 수 있는 40-50%밤국수는 조직이 거칠고 작은 입자들이 조밀하게 구성되어 있음을 볼 수 있다. 이는 밀가루 단백질이 신장성을 가지는데 밤가루의 혼합으로 상대적으로 그 신장성이 감소하게 되어 조직이 뻣뻣하게 되어 거칠어지는 것으로 보여진다.



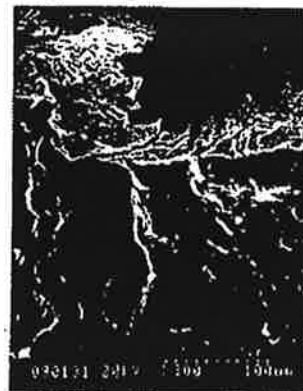
<photo 7-3-2> wheat noodle



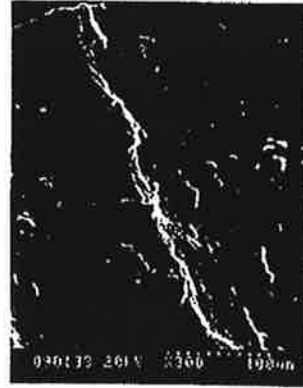
<photo 7-3-3> 10% chestnut noodle



<photo 7-3-4> 20% chestnut noodle



<photo 7-3-5> 30% chestnut noodle



<photo 7-3-6>40% chestnut noodle <photo 7-3-7> 50% chestnut noodle

(11) 관능적 기호 특성의 상관도

밤국수의 관능적 기호특성의 항목간 상관관계를 Table 7-3-2에 제시하였다. 국수의 경우 색과 외관과의 상관관계가 매우 높게 나타났으며($r = 0.77$), 경도와 탄력성도 높은 상관관계를 보이고 있다. 씹힘성은 검성과 상관관계가 높았고($r = 0.60$), 경도와도 높은 상관관계($r = 0.55, 0.65$)를 보였다. 밤국수의 외관에 가장 영향을 미치는 요소는 색이었으며, 경도는 탄력성과 매우 상관관계가 크며 검성과 탄력성도 높은 상관관계($r = 0.54, 0.63$)에 있는 것으로 나타났다. 또한 국수의 수용도에 영향을 미치는 인자로는 냄새, 색, 외관, 검성 등인 것으로 나타났다.

<Table 7-3-2>. Correlation coefficients among sensory evaluation terms
in chestnut noodle

	APR	COL	FLA	HAR1	HAR2	ELA1	ELA2	COH1	COH2	ADH	CHE	GUM	ACP
APR	1.00												
COL	0.77***	1.00											
FLA	0.32***	0.37***	1.00										
HAR1	0.10	0.03	0.10	1.00									
HAR2	0.05	-0.00	0.16	0.69***	1.00								
ELA1	0.04	-0.09	-0.00	0.70***	0.57***	1.00							
ELA2	-0.04	-0.11	0.03	0.47***	0.59***	0.53***	1.00						
COH1	0.08	0.08	0.17	0.45***	0.49***	0.39***	0.45***	1.00					
COH2	0.03	-0.02	-0.04	0.44***	0.67***	0.38***	0.42***	0.59***	1.00				
ADH	-0.15	-0.07	-0.20	0.42***	-0.28**	-0.31***	-0.29**	-0.31***	-0.26**	1.00			
CHE	-0.07	0.10	0.22	0.55***	0.65***	0.42***	0.42***	0.36***	0.42**	-0.36***	1.00		
GUM	-0.07	0.02	0.14	0.56***	0.67***	0.54***	0.63***	0.43***	0.45***	-0.32***	0.60***	1.00	
ACP	0.35***	0.41***	0.40***	0.22	0.31**	0.11	0.24**	0.24**	0.13	-0.14	0.30**	0.34***	1.00

* significant at $p < 0.05$ ** significant at $p < 0.01$ *** significant at $p < 0.001$

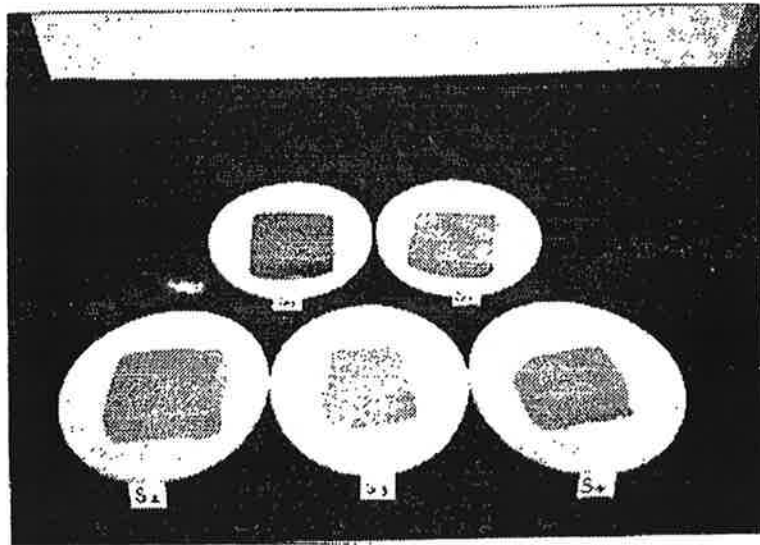
7-4. 밥묵

묵은 우리 나라 전통식품의 하나로 도토리나 메밀 등을 사용하여 왔지만 현대에 접어들면서는 창포, 연근 등 그 기능이나 기호를 보강하여 다이어트식이나 기타 기능성 식품으로 사용하려는 경향이 있다.

예비실험 결과, 밥가루만으로는 gel이 형성되지 않으므로, 옥수수 전분을 10-40%까지 혼합하여 밥묵을 만들었으며, 대조군으로는 대표적인 묵인 도

토리 목을 <photo 7-4-1>과 같이 제조하여 비교하였다. <Table 7-4-1>에 밤목의 관능검사 결과를 제시하였다.

밤목의 외관과 색에 대한 관능검사 점수는 도토리목보다 유의적으로 낮은 것으로 나타났으며, 냄새도 비교적 낮은 점수를 보였다. 경도는 숟가락으로 으깨어 보는 방법과, 입안에서 시료를 어금니 사이에 놓고 균일하게 씹으면서 압착하는데 드는 힘으로 느껴지는 정도를 비교하였는데, 두 경우 모두 90%밤목이 도토리목보다 유의적으로 높은 점수를 나타냈으며, 특히 입안에서 느껴지는 경도(HAR2)는 도토리목과 비교하여 오히려 더 높은 경향을 보였다.(5.24, 3.95) 밤목의 탄력성은 숟가락으로 일정한 정도로 시료를 눌렀다가 숟가락을 제거했을 때 원래 상태로 회복되는 정도 및 속도로써 평가한 것(ELA1)과 시료를 어금니와 혀와 입천장 사이에 놓고 부분적



<photo 7-4-1> Comparison of chestnut mook

<Table 7-4-1> Sensory evaluation of chestnut mook

Group	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	Total	F-value
APR	5.48 ^d	3.86 ^{bc}	3.10 ^b	2.24 ^a	2.48 ^{ab}	3.43	29.15 ^{***}
COL	5.38 ^c	3.62 ^b	3.00 ^{ab}	2.90 ^a	3.19 ^{ab}	3.62	21.32 ^{***}
FLA	4.00 ^b	3.38 ^{ab}	3.52 ^{ab}	3.33 ^a	3.48 ^{ab}	3.54	1.69
HAR1	4.43 ^b	5.24 ^c	2.95 ^a	2.00 ^a	2.24 ^a	3.37	39.45 ^{***}
HAR2	3.57 ^b	3.95 ^b	2.24 ^a	2.33 ^a	1.95 ^a	2.81	12.48 ^{***}
ELA1	4.10 ^{bc}	4.62 ^c	3.23 ^{ab}	2.48 ^a	2.57 ^a	3.41	9.09 ^{**}
ELA2	3.24 ^b	3.19 ^b	2.52 ^{ab}	2.38 ^a	1.95 ^a	2.66	4.48 ^{**}
COH1	4.05 ^{bc}	4.48 ^c	3.43 ^{ab}	2.90 ^a	3.52 ^{abc}	3.68	3.41 [*]
COH2	3.95 ^a	4.05 ^a	3.10 ^a	3.29 ^a	3.29 ^a	3.53	1.77
ADH	4.19 ^a	4.14 ^a	4.67 ^a	4.24 ^a	4.62 ^a	4.37	1.25
CHE	4.05 ^b	4.00 ^b	3.10 ^a	3.19 ^a	3.29 ^a	3.52	3.99 ^{**}
GUM	4.05 ^b	4.05 ^b	3.05 ^a	3.00 ^a	2.81 ^a	3.39	5.85 ^{***}
ACP	4.38 ^b	3.29 ^b	3.00 ^a	2.62 ^a	2.52 ^a	3.16	11.54 ^{***}

* significant at p<0.05 ** significant at p < 0.01 *** significant at p < 0.001

으로 누른 후 힘을 제거할 때 원래 상태로 회복되는 정도 및 속도로 평가한 것(ELA2)의 두 경우를 비교하였다. 손가락으로 눌러 보는 탄력성 평가 점수는 90%밤목이(4.62) 도토리묵(4.10)보다 오히려 높은 평가를 보였다. 그러나 두 경우의 경도 탄력성 평가에서 모두 60-70%밤목은 (2.57, 2.48)(1.95, 2.38), 도토리묵(4.10, 3.24)보다는 유의적으로 낮은 경향을 보였다.

묵의 용집성에 대한 평가는 손가락으로 눌렀을 때 파괴되기 전까지 변형되는 정도와 시료를 어금니 사이에 놓고 압착하면서 파괴되기 전까지 변형

되는 정도, 두 경우로 평가하여 비교 하였다. 두 경우 모두 90%밤묵(4.48, 4.05)이 도토리묵(4.05, 3.95)보다 응집성이 좋은 것으로 나타났으며, 60-80%로 혼합한 경우는 응집성이 저조한 경향을 보였으나 그 차이는 크지 않았다.

밤묵의 부착성에 대한 관능검사는 어금이나 입안에 달라붙는 시료를 떼어 내는데 드는 힘으로 달라붙는 정도로서 평가하였으며, 밤묵은 전 실험군이 도토리묵과 비교하여 유의적인 차를 보이지 않았으며, 60%, 70%, 80%밤묵의 부착성 평가는 각각 4.62, 4.24, 4.67로 도토리묵(4.19)보다 오히려 좋은 경향을 보였다.

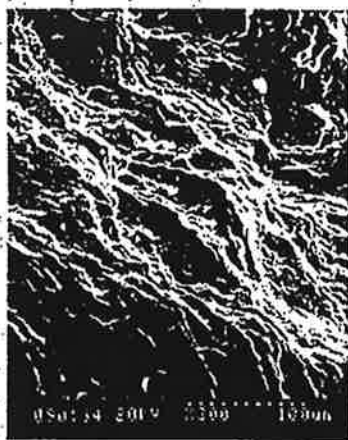
밤묵의 씹힘성은 시료를 입안에 넣고 씹어서 삼킬 수 있을 정도로 분쇄하는데 필요한 씹음수를 세어 비교 평가하였다. 60-80%밤묵은 유의적으로 씹힘성이 약한 것으로 나타났으나, 90%밤묵은 도토리묵과 유의적인 차이를 보이지 않았다.

밤묵의 검성은 시료를 입안에 넣고 혀를 입천장을 향해 힘주어 누르면서 식품을 분쇄하는데 필요한 혀의 움직임 정도로 측정하였고, 90%밤묵은 도토리묵과 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 60-80%밤묵은 씹힘성과 같이 낮은 경향을 보였다.

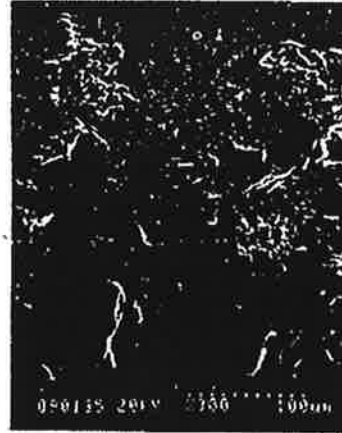
수용도에 대한 평가 결과도, 밤묵이 도토리묵보다 낮은 경향을 보였으나 90%밤묵의 경우는 도토리묵과 유의적 차이를 보이지 않았다. 그러므로 본 실험에 이용한 밤가루를 이용하여 90%밤묵을 제조하는 것은 그 수용도 면에서 충분히 가능한 일이다.

<Photo 7-4-2>에서 <Photo 7-4-6>은 옥수수묵과 옥수수가루에 밤 분말을 넣어 만든 묵의 현미경사진으로 SEM으로 관찰한 밤묵의 구조적 특성은 밤가루를 70~90% 혼합하여 만든 묵의 경우, 도토리묵과 비교했을 때 서로 유사한 양상을 보였으나, 60%밤묵의 경우는 옥수수전분을 40%

첨가 하였기 때문에 gel의 형성이 제대로 되지 않아 그 구조가 많이 흩어져서 제대로 관찰되지 않았다.



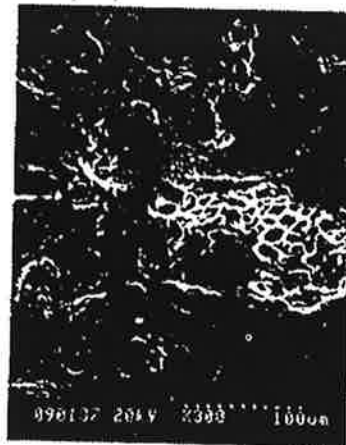
<Photo 7-4-2> corn mook



<Photo 7-4-3> 10% chestnut mook



<Photo 7-4-4>20% chestnut mook



<Photo 7-4-5> 30% chestnut mook



<Photo 7-4-6> 40% chestnut mook

밤묵의 관능적 기호 특성간의 상호 상관도를 통계 처리한 결과는 <Table 7-4-2> 와 같다. 외관에 가장 큰 영향을 주는 요소는 국수에서와 같이 색 ($r = 0.79$)이었으며, 수용도와 높은 정의 상관 관계($r = 0.56$)를 나타내었다. 또한 수용도에 있어서 묵의 색도 정의 높은 상관 관계($r = 0.50$)를 가지므로 이러한 관점에서 밤묵의 독특한 갈색은 <photo IV-6-4-1> 에서와 같이 도토리묵과도 흡사하여 기존의 묵에 대한 인지도에서 크게 벗어나지 않는 잇점이 있으므로 밤묵을 개발하여 식용하는데 유리한 조건이라 할 수 있다.

밤묵의 경도는 탄력성과 높은 상관관계($r = 0.58, 0.51, 0.47, 0.69$)를 보이고 있으며, 씹힘성($r = 0.50, 0.60$), 겹성($r = 0.51, 0.59$)과도 높은 상관 관계를 보였다. 묵의 겹성은 경도($r = 0.51, 0.59$), 씹힘성($r = 0.66$)과 높은 상관 관계를 보이고 있다. 묵에 대한 수용도를 결정하는데는 외관과 색이 영향을 미치고 있으며, 씹힘성과 겹, 경도 등도 약간 영향을 미치는 것으로 보인다.

<Table 7-4-2> Correlation coefficients among sensory evaluation terms in chestnut mook

	APR	COL	FLA	HARI	HAR2	ELA1	ELA2	COH1	COH2	ADH	CHE	GUM	ACP
APR	1.00												
COL	0.79***	1.00											
FLA	0.40***	0.51***	1.00										
HARI	0.54***	0.37***	0.12	1.00									
HAR2	0.39***	0.31**	0.15	0.60***	1.00								
ELA1	0.37***	0.30**	0.15	0.58***	0.47***	1.00							
ELA2	0.40***	0.37***	0.31**	0.51***	0.69***	0.62***	1.00						
COH1	0.35***	0.31**	0.35***	0.35***	0.18	0.27**	0.31**	1.00					
COH2	0.25	0.25	0.24	0.26*	0.28*	0.35***	0.31**	0.59***	1.00				
ADH	-0.17	-0.91	-0.01	-0.23*	-0.19	-0.27**	-0.26*	-0.26*	-0.42***	1.00			
CHE	0.28**	0.23*	0.11	0.50***	0.60***	0.43***	0.24***	0.24*	0.40***	-0.45***	1.00		
GUM	0.48***	0.35***	0.29**	0.51***	0.59***	0.47***	0.43***	0.43***	0.45***	-0.32**	0.66***	1.00	
ACP	0.56***	0.50***	0.30**	0.38***	0.37***	0.30**	0.17*	0.17	0.14	-0.11	0.43***	0.39***	1.00

* significant at $p < 0.05$ ** significant at $p < 0.01$ *** significant at $p < 0.001$

본 연구에서는 밤가공 과정에서 폐기물로 나오는 밤가루의 보다 효율적인 활용방안의 하나로, 식품 자원으로서의 이용가능성을 검토해보고자 수행되었으며, 일차적으로 선식, 빵, 국수, 묵의 4가지 식품에 비율을 달리하여 밤가루를 혼합, 제조한 후 관능검사를 실시하여 그 가능성을 조사하였다.

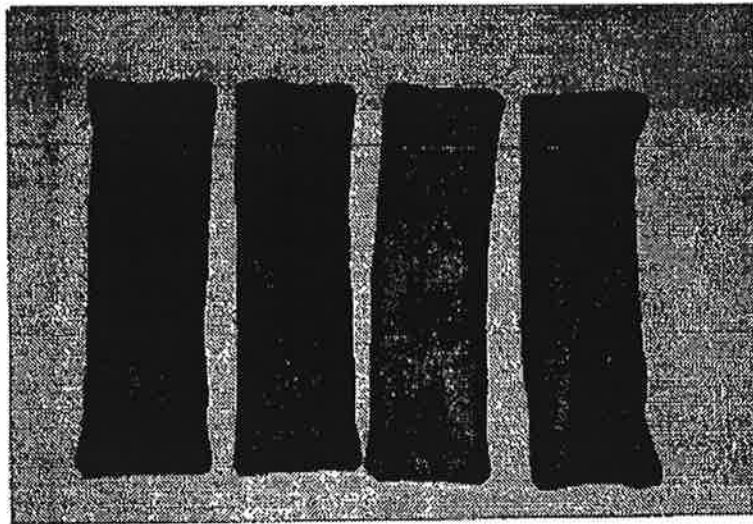
밤 분말은 이미 열처리가 되어 있기 때문에 미숫가루처럼 그 자체로 또는 여러 가지 선식의 재료들과 혼합하여 꿀이나 설탕을 첨가해 음용할 수도 있고, 빵 제조시에 50%까지 섞어도 제빵이 가능하며, 특히 밤가루를

20-30% 혼합한 경우는 밀가루 빵에 비해 그 관능적 특성이 그다지 뒤지지 않아 충분히 활용가능성이 있으며, 다른 부재료들을 이용한 다양한 recipe를 개발하여 맛과 품질을 더욱 개선하고 변화시킬 수 있을 것이다. 또 밤가루를 혼합하여 국수를 제조한 경우, 속껍질에 의한 색소 때문에 밀가루 국수와는 외관에서 차이가 났으나, 30%까지 혼합하여도 경도, 탄력성, 응집성, 부착성, 씹힘성, 검성 등의 관능평가 점수는 밀가루 국수와 유의적 차이가 없었기 때문에 밤가루를 30% 까지 섞은 밤국수를 제조하여 강원도의 막국수와 같이 지방의 토속식품으로서의 개발과 활용이 가능할 것으로 사료된다. 밤은 도토리, 돈부, 녹두 등과 같이 전분입자의 크기, 물 결합능력, 아밀로오스 함량 등 그 특성상 묵의 제조가 가능하다. 밤가루를 90% 혼합하여 제조한 묵은 냄새, 경도, 탄력성, 응집성, 부착성, 씹힘성, 검성 등에서 도토리묵과 별 차이가 없었으며, 좀 더 개발하면 도토리묵에 뒤지지 않을 만큼 토속식품 또는 전통식품으로서 활용도가 높다고 할 수 있다. 그러므로 껍질에서 분리한 밤가루는 속껍질이 완전히 제거되지 않아 제조된 식품의 색과 맛에 영향을 주기는 하나 선식, 빵, 국수, 묵으로의 활용이 가능하며 껍질에서 비롯된 불순물의 제거가 이루어진다면 간식, 이유식, 건강식, 영양식, 건강보조식품 등 보다 다양한 방법으로 그 활용이 가능할 수 있을 것이다.

제8장 밤 분말을 사용한 제품의 선호도조사

이미 시중에 사용되고있는 식품의 재료를 밤 분말로 대체하여 만들어 맛과 향기 등에 대한 변화의 정도를 조사하고 이를 근거로 하여 빵, 과자, 스낵류, 면류, 호화식품류 등에 밤 분말의 사용할 경우의 제조기법을 확립하여 보급할 수 있도록 하고 있다.

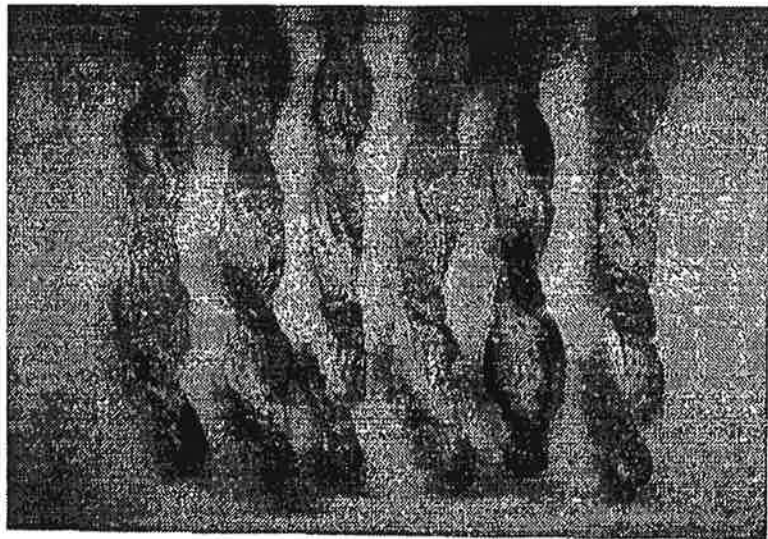
밤 분말의 상용화를 시험하기 위하여 동신 베이커리(빵 제조공장)에 전문 제빵 기술자들에 의뢰하여 빵의 일종인 페스츄리와 파이 등의 제조시에 밤 분말을 사용하도록 하여 제조한 것을 동신대학 구내 매점에서 대학생들을 대상으로 관능평가를 실시하였다. <Photo 8-1-1>~<Photo 8-1-3>은 밤 분말을 25%정도 혼합하여 만든 밤 페스츄리, 파이 등을 촬영한 것으로 외견상으로는 별다른 차이가 없는 것처럼 보인다.



<Photo 8-1-1> 밤 페스츄리



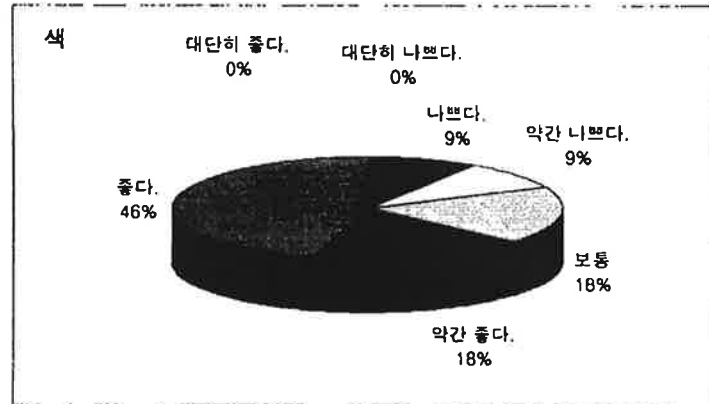
<Photo 8-1-2> 밤 가루를 혼합한 나뭇잎 파이



<Photo 8-1-3> 밤 가루를 혼합한 파배기형 파이

그러나 밤 분말을 사용하여 만든 밤 페스츄리에 대한 관능검사 결과 색에

대한 평가를 < Fig. 8-1-1>에 나타냈으며 밤 페스츄리의 색상은 좋다고 판정한 것이 64%를 나타내고 있어 비교적 먹음직한 색을 나타내고 있음을 알 수 있다.



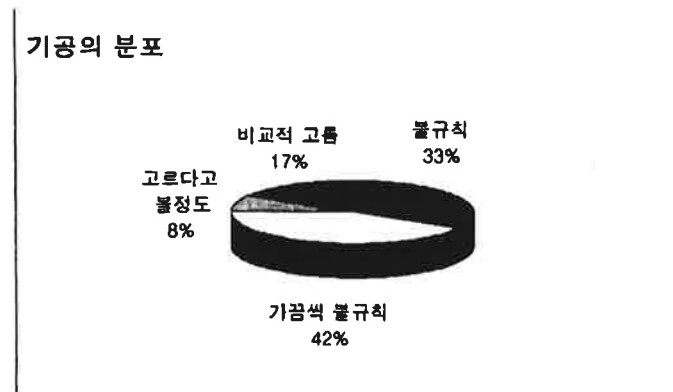
< Fig. 8-1-1> 밤 페스츄리의 색에 대한 관능평가의 경향

< Fig. 8-1-2>는 밤 페스츄리의 기공크기를 관능평가 결과로서 평가 참여한 자의 100%가 적당한 기공의 크기를 가진 것으로 평가하였다.



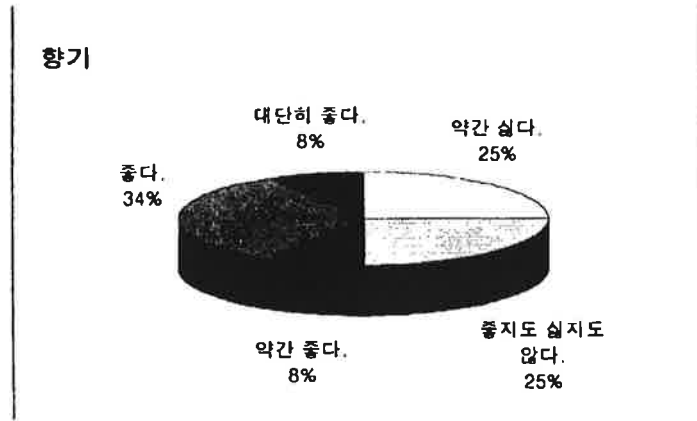
< Fig. 8-1-2> 밤 페스츄리의 기공크기에 대한 관능평가의 경향 또한 기공의 분포도를 관능평가한 결과는 < Fig. 8-1-3>에 나타냈으며 기공의 분포가 불규칙하다고 보는 경향이 75%에 이르고 있다. 이는 빵의

제도시 반죽과 성형과정에 기인되는 것으로 가능하다면 규칙도가 높도록 제조법을 개선해야할 필요가 있다고 생각한다.

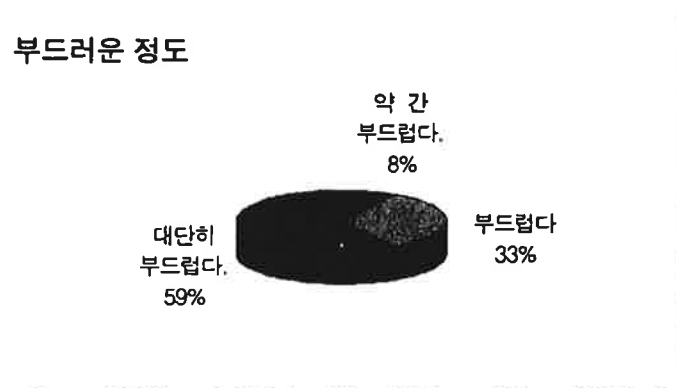


< Fig. 8-1-3> 밤 페스츄리의 기공 분포에 대한 관능평가의 경향

< Fig. 8-1-4>는 밤 페스츄리의 향기에 대한 관능평가 결과물 나타낸 쌀
 될 수 있는 새것으로 원료에 사용하는 향신료에 따라 향기는 다양하게 바
 뉘 수 있는 것으로 알려져 있으며 본 실험에서는 소량의 버터를 첨가하고
 통 옥수수알을 표면에 부착하여 냄새는 적게 나도록 하고 시각적으로는 미
 각을 든구도록 하였다. 그림 4에서 볼 수 있듯이 좋다고 평가한 경우가
 50%이며 싫다고 평가한 사람이 25%정도인 것으로 보아 독특한 밤 향기를
 로운 제조기술이 요구된다고 본다.

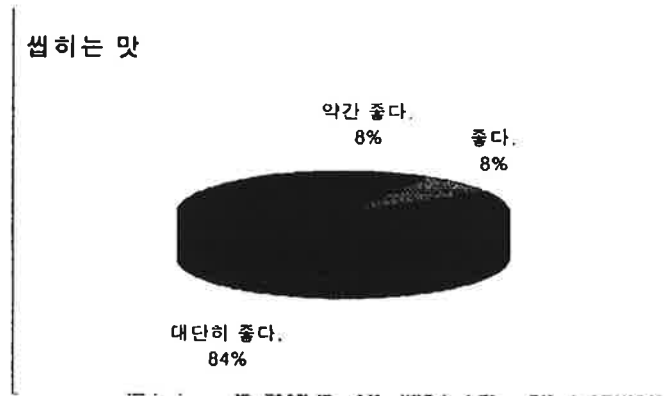


< Fig. 8-1-4> 밤 페스츰리의 향기에 대한 관능평가의 경향
 빵류의 상품성을 부드러운 정도에 정량적으로 비교하는 것은 현실적으로 어렵지만 가능한 한 부드럽게 혀끝에 와 닿는 느낌을 주는 빵이 환영받을 것으로 생각된다. < Fig. 8-1-5>는 밤 페스츰리의 부드러운 정도를 관능평가한 결과로서 대단히 부드럽다가 59%이며 부드럽다로 평가한 경우가 33%로 밤 페스츰리는 부드러운 빵임을 알 수 있다.



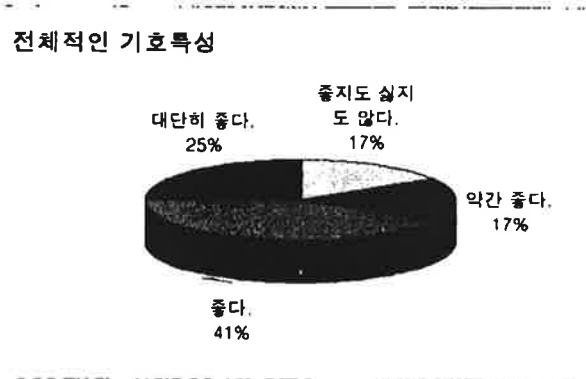
< Fig. 8-1-5> 밤 페스츰리의 부드러운 정도에 대한 관능평가의 경향

< Fig. 8-1-6>은 씹히는 맛을 평가한 것으로 식품의 씹힘성은 식품의 질과 소화정도에 영향을 주는 것으로 알려져 있으며 밤 페스츄리는 씹히는 맛이 좋다고 평가한 경우가 92%에 달하고 있다.



< Fig. 8-1-6> 밤 페스츄리의 씹히는 맛에 대한 관능평가의 경향

< Fig. 8-1-7>은 밤 페스츄리의 전체적인 기호특성을 평가한 것으로 좋다고 평가한 경우가 83%로 밤 분말로 만든 제품을 출시한다면 선호도가 상당히 높을 것으로 예측할 수 있다.



< Fig. 8-1-7> 밤 페스츄리의 전체적인 기호특성에 대한 관능평가의 경향

참 고 문 헌

1. B. J. Macris, M.G. Panayotou. (1986) Degradation of condensed tannins by *calvatia gigantea*, Appl. microbiol. biotech. 23, 502-506
2. H. P S MakKar, B.Singh, (1995) Determination of condensed tannins in complexes with Fibre and proteins, J. Sci. Food Agric. 69, 129-132
3. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A. (1965) Wheat starches I. Comparison of physicochemical properties. Cereal Chem. 42, 557-568
4. Anderson, R.A. Water, (1982) absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked grain products. Cereal Chem. 59, 265
5. 황 재관, 김 종태, 조 성자, 김 철진.(1995) 밀기울에 대한 열처리가 이화학적특성 에 미치는 영향. 한국식품과학회지 27(3), 394-403
6. Williams, P.C., Kuzina, F.D. and Hlynka, I. (1970) A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. Cereal Chem. 47, 411-420
7. 정 동효, 유 태중, 최 병규. (1975)도토리녹말의 이용에 관한 연구 - 제 1보- 도토리녹말의 특성. 한국농화학회지 18(2) 102-108
8. 박영희, 김성곤, 이신영, 김주봉. (1984). 밥 전분의 호화액의 유동특성, 한국식품학회지. 16(3) : 314.
9. 박종훈. (1995). 채취시기별 칩 전분의 분자구조적 특성. 전남대학교 석사학위논문.
10. 차환수, 김 관, 김성곤. (1984). 수분 열처리에 따른 칩 전분의 물리화학적성질. 한국농화학회지. 27(4) : 252.
11. 조한옥, 양호숙, 변명우, 권중호, 김종윤. (1983). 방사선 조사와 자연 저온에 의한 발아식품의 Eatch Scale 저장에 관한 연구. 한국식품과학회지. 15(3) 231

12. Dubois, M., gilles, K., Hamiton, J. K. Rebers, P. A. and Smith, F.
(1956) : Calorimetric method for determination of sugar and related
Substances. Anal, chem., 28. 350.
13. 김 관, 최경철, 강길진, 이용현, 김성곤. (1992). 쌀 전분의 구조적 성
질. 한국식품학회지. 24(6) : 569~573.
14. Medcalf, D. C. and gilles, K. A. (1965) : Wheat starchos. I. comparis
on of physiochemical properties cereal chem. 42:558.
15. 나환식.(1995). 품종별 감자전분의 분자구조적 특성. 전남대학교 석사학
위논문.
16. Sair, L. R.L. Whilster(ed). (1964). In Methods in carbohydrate chemistry" 4, 283.
Academic press : Newyork.
17. schoch, T. J., Leach, H. W. and Mccowen, L. D. (1959) : Structure
of the starch granules. I. Swelling and Solubility patterns of various
starches. Cereal chem, 36. 534.
18. Tester, R. F. and Morrison W.R (1990) Swelling and gelatinization
of cereal Starches II. Waxy rice starches. cereal chem 67. 558
19. Williams, P. C., Kuzina, F. D. and Hlynka,L. (1970). A rapid coloric
metric procedure for estimating the amylose content of starches and
flours, cereal chem., 42,558.
20. Yamamoto, K., Sawada, S. and Onogaki, T.(1973) Propertice of rice
starch prepared by alkali method with various Conditions. Denpun
Kagaku, 20,99.
21. 酒井愼介. (1973). タソニソ 含量簡易定量法への 検討. 茶業試験場研究
報告 9. 111.
22. 정 난희. (1990). 품종별 감자전분의 호화 및 리올로지 특성. 석사학위 논문.

23. 이 신경. (1991). 탈지와 지질첨가에 따른 고구마 전분의 특성. 석사학위 논문.
24. 서기봉, 한판주, 이성종 (1974) 밤 가공에 관한 연구, 제1보, 밤의 가공적성 및 유색가공품 개발을 목적으로, 한국식품과학회지, 6, 98
25. 백광욱, 함승시 (1975) 밤전분의 생화학적 연구, 강원대 식자연논문집, 2, 57
26. 함승시, 백광욱 (1976) 밤전분의 이화학적 성질에 관한 연구, 강원대학교 연구 논문집, 10, 117
27. 박인순, 김성곤, 김춘수 (1982) 밤전분의 이화학적 특성, 한국농화학회지, 25, 218
28. 박홍현, 이규한, 김성곤 (1986) 수분-열처리에 의한 밤전분의 물리화학적 성질의 변화, 한국식품과학회지, 18, 437
29. 김향숙, 권미라, 안승요 (1987) 동부전분의 이화학적 특성, 한국식품과학회지, 19,18
30. Schoch, T.J. (1964) Swelling power and solubility of granule starches., In "Methods in carbohydrate chemistry", ed. by R.L.Whistler Academic Press, 4, 106
31. Hizukuri, S. and Nikuni, Z. (1957) X-ray diffractometric studies on starches. II. Structure of C-type crystalline, Nippon Nogei Kakaku Kaishi, 31, 525
32. Zobel, H. F. (1964) X-ray analysis of starch granules. In Methods in Carbohydrate Chemistry. ed. by R. L. Whistler, Academic Press, New York, Vol. 4, p.109
33. 장수경 (1994) 식품조리과학, 문연당, p51
34. 윤서석 (1987) 증보 한국식품사연구, 신광출판사, p109,

35. 유태종 (1995) 식품보감, 도서출판 서우, p189,
36. 장명숙 (1992) 서양요리, 신광출판사, p245,
37. 장정옥 (1992) 구미요리, 수학사, p245,
38. 염초애, 장명숙 (1987) 서양요리, 도서출판 아카데미서적, p245,
39. Kamel B.S. and Washninuk S.(1983). Composition and sensory quality of shortening-free yellow layer cakes, Cereal Foods World, 28(12), 731
40. 장건형 (1975) 식품의 기호성과 관능검사, 개문사, p135~141,
41. Committee of IFT sensory evaluation division (1981) Sensory evaluation guide for testing food beverage product, Food Technol. 35(11), 50,
42. Herbert S., Joel S., Shirley O., Annette W. and Richard C.S. (1974) Sensory evaluation by Quantitative Descriptive Analysis, Food Technol, 28(11), 25
43. Moten M., Gail V.C. and Thomas C. (1987) Sensory evaluation Techniques, vol.2, p3,
44. Sidel J.L., Stone H. (1984) Experimental design and analysis of sensory tests, Food Technol, 30(11), 32,
45. 송문섭, 이영조, 조신섭, 김병천 (1992) SAS를 이용한 통계자료분석, 자유아카데미, p108~112
46. Smith G.L.(1994) Statistical Analysis of sensory data, in Sensory Analysis of Foods, Piggott.J.R.(ed.), p305~350, Elsevier Applied Science Publishers, London and New York,
47. 권혁련, 안명수.(1995) 쌀가루와 기타 전분을 이용한 식빵 및 리스크 제조방법과 물성에 관한 연구 (1) 혼합곡분 반죽의 물성에 관하여. 한국조리과학회지 11(5) 37-44