

가공용 고추원료 건조시스템 개발(I)

- LPG 열원 터널건조기 제작 및 고추 건조시스템 설계 방안

Development of drying system for raw material of processing red pepper

- Manufacture of LPG heating tunnel dryer and Design of red pepper drying system

박재복*	조병관**	고학균**
정회원	정회원	정회원
J.B.Park	J.B.Chung	K.H.Koh

1. 서론

고추는 국내 연간 생산량은 건고추를 기준으로 연간 18-20 만톤 규모이며 시장규모는 약 1조원으로 추정되는 매우 중요한 조미 채소류이다. 고춧가루의 국민 일인당 소비량이 2.5 kg 이며 특히 김치 양념류 및 고추 장등에 많이 사용되며 대부분의 전통식품에 이용되고 있다. 현재 전국 고추 주요산지에 소재하고 있는 10여개의 청결 고춧가루 가공공장에서 양질의 고춧가루를 생산하여 소비자에 공급하므로 생산농가의 소득증대 향상에 크게 기여하고 있으며 군납, 단체 급식업체, 대규모 유통업체 등의 수요 증가로 고춧가루 시장규모는 계속 증가하고 있다. 고춧가루의 이러한 변화는 향후 10년 이내에 현행 고추의 유통체계를 건고추 원료에서 규격화된 고품질의 고춧가루 제품으로 전환될 것으로 예측되고 있다. 특히 국민소득이 증가, 여성들의 직업 참여율의 향상, 소비자의 고품질의 가공식품 선호도 등으로 고춧가루 가공제품의 국내 수요가 급속히 증가할 전망이다. 고춧가루 가공제품중심의 유통구조는 고추의 생산 및 수확작업의 기계화를 촉진하고 이를 가능케하여 고추생산의 비용절감과 고추원료의 외형보다 품질과 수확량이 좋은 품종개발이 쉬워진다. 그리고 고추가공품의 원산지 인증제도를 도입함으로써 향후 수입이 예상되는 외국산 고춧가루에 대하여 근원적인 차별화 정책이 가능해 국내의 안정된 고추생산 기반을 구축할 수 있을 것이다.

이러한 대형 고춧가루 가공공장에서 사용되는 건고추 원료는 아직도 농가단위 소형 고추 열풍건조기와 태양열을 이용한 비닐하우스 건조장을 이용하여 생산되고 있어 건조시간이 길고 건조비용과 많은 노동력을 요구하는 문제점이 있다. 또한 고추원료는 유통단계가 복잡하고 유통과정에서 오염되기 쉬워 고춧가루 공장에서도 양질의 고추원료 수급이 어려운 실정이

* 한국식품개발연구원

** 서울대학교 농업생명과학대학 생물자원공학부 농업기계전공

다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 고춧가루 가공공장 이나 산지 고추 집하장 등에서 가공용 고추원료를 효율적으로 대량 건조처리 할 수 새로운 가공용 고추원료 건조 시스템의 개발이 요구되고 있다. 본 연구의 목적은 건조효율을 높이기 위하여 생고추 원료를 절단하여 LPG 열원을 직화방식으로 사용하는 터널식 고추건조기를 제작하고 예비 건조실험을 통하여 가공용 고추원료 건조시스템의 기본 설계방안을 제시하는데 있다.

2. 재료 및 방법

가. 실험재료

건조기 시작품의 건조실험에 사용된 재료는 '98년도 충북 괴산산 생고추를 사용하였다.

나. 실험장치

1) 터널식 고추 건조기

그림 1은 터널식 고추 건조기 시작품의 개략도를 나타낸 것이다. LPG를 열원으로 사용하는 버너를 장착하고 있으며, 팬에서 나오는 열풍이 180° 회전하여 건조기에 도달하는 형식으로 설계되었다. 건조기의 크기는 1600W×7600L×3500Hmm의 실제 고춧가루 가공공장 에서 사용이 가능한 크기로 제작되었다. 건조실에는 1500W×1700L×1760Hmm의 건조대차가 모두 5개 들어갈 수 있는 크기로 제작되었으며 건조실 바닥에 레일을 장착하여 건조대차가 쉽게 이동할 수 있도록 하였다. 건조기 전체의 골조는 65mm×2mm의 앵글로 제작하고 벽체는 열손실을 최대한 억제하기 위하여 50mm 두께의 단열재가 내장된 샌드위치 패널로 제작하였다. 1차 시작품에서 문제점으로 지적된 건조실 내벽과 건조대차의 틈새를 상·하·좌·우 모두 50mm 이하로 하여 틈새로 빠져 나가는 열과 공기의 손실을 최소화하였다. 건조실의 실험시 함수율의 변화를 파악하기 위한 중량의 측정을 위해서 좌·우 각 5개씩 건조대차의 가운데 부분에 시료 채취구를 제작하였다. 버너와 송풍팬 사이의 공간은 버너의 화염이 고온인 점을 고려하여 세라크올 단열재를 부착하여 단열, 방화처리 하였다. 건조에 사용된 공기를 재순환하기 위해 버너로 들어가는 공기 유입 부위에 사각판 형태의 개폐장치를 부착하여 공기의 일부가 재순환이 가능하도록 하였다.

2) 건조대차(Drying truck)

건조대차는 1500W×1700L×1760Hmm의 크기로 모두 5개 제작되었으며, 건조대차의 아래에 바퀴를 달아 건조대차의 이동을 쉽게 하였다. 건조대차는 16층으로 구성되며 1층에 2개씩 건조채반을 수용할 수 있으며 모두 32개의 건조채반을 탑재할 수 있다. 그림 4는 건조대차와 건조채반을 나타낸 것이다. 건조채반은 591W×960L×45Hmm의 크기로 다공철판으로 모두 160여개를 제작하였다.

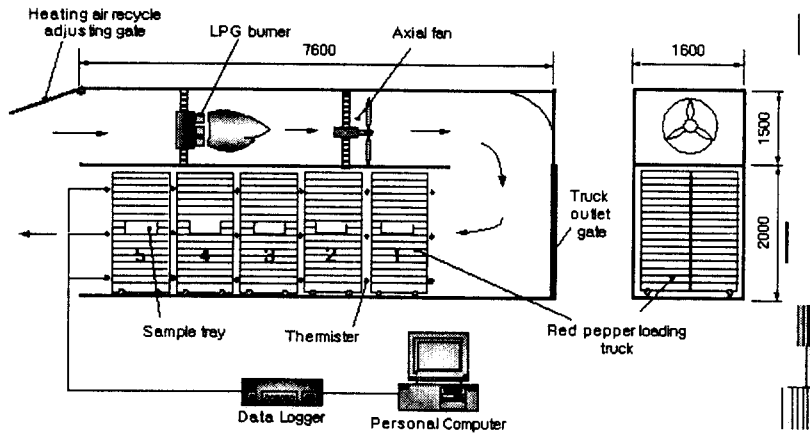


Fig. 1. Schematic diagram of the prototype of LPG tunnel dryer

그림 2와 3은 건조기 시작품 외부 및 내부 모습을 나타낸 것이다.

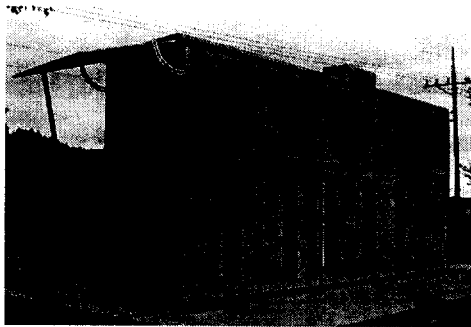


Fig. 2 The prototype of LPG tunnel dryer for red pepper drying

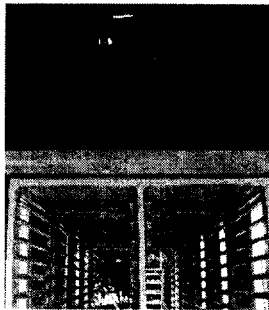


Fig. 3. Inside the LPG tunnel dryer

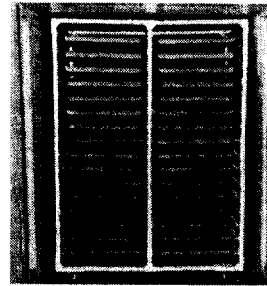


Fig. 4 Drying truck and tray

4) LPG 버너

LPG를 열원으로 사용하여 1개의 버너는 9개의 각각 분리 점화가 가능한 노즐로 구성되어 화력을 조절할 수 있도록 하였다. 9개의 노즐을 모두 점화할 경우 열량은 약 300,000 kcal/hr이다. 그림 5는 LPG 버너와 송풍팬이며 그림 6은 LPG 연료공급장치를 나타낸 것이다. 그림 7은 LPG 공급시설 계통도이다.

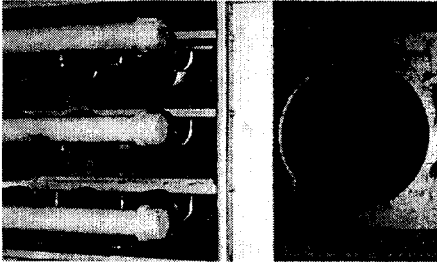


Fig. 5 LPG burner and fan



Fig. 6 LPG supplying equipment

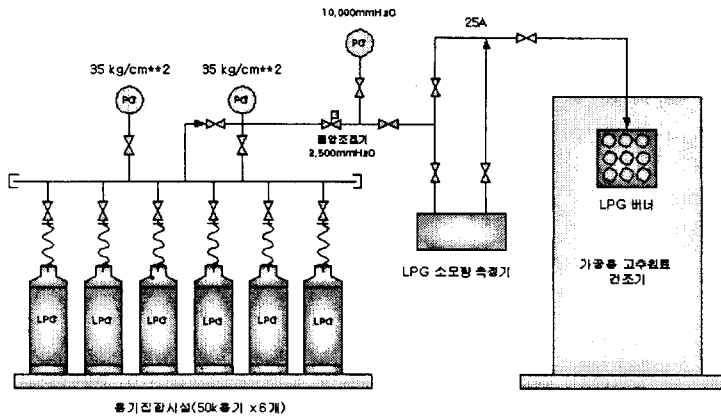


Fig. 7 LPG 공급 시설 계통도

5) 송풍팬

건조기 송풍팬은 축류형(axial type)으로 8개의 날개를 가지고 있다. 팬을 구동시키기 위한 동력으로 3.7kw(5hp)의 3상 380V 전동기를 사용하였고 송풍팬에 도달하는 공기의 온도가 고온인 점을 고려하여 전동기는 건조기 외부에 부착하여 V벨트로 연결하여 송풍팬을 구동하였다. 송풍팬은 정압 15mmAq, 송풍량 300m³/min의 송풍능력을 가지고 있다. 건조실험에 필요한 풍속의 조절을 위해서 건조기 외부에 모터 인버터(모델명 SV037iG-4)를 장착하여 전동기의 회전수를 조절하여 풍속을 조절하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 터널식 건조기를 이용한 절단고추의 예비 건조실험

제작된 LPG 열원 터널 건조기의 고추건조 예비 실험을 위하여 건조대차의 중간 3층의 건조채반에 3등분의 절단된 생고추 시료를 적재하고 건조온도 75°C에서 4시간 건조후 건조대차의 교환을 위하여 상온에서 1시간 템퍼링한 후 다시 4시간 건조하였을 때 건조대차별 건조된 고추의 최종함수율을 나타낸 것이다. 건조된 고추의 최종 함수율은 7.8~13.9%w.b.였으며 색상은 기존의 열풍건조 원형고추보다 우수하였다. 그림 9는 건조시간별 건조대차별 고추 함수율의 변화를 나타낸 것이다.

표 1. LPG 열원 터널 건조기의 절단고추의 예비 건조실험 결과

Drying temp. (°C)	Drying time (hr)	Final MC(% , wb)				
		1*	2*	3*	4*	5*
75	9	7.81	11.93	12.29	13.94	13.35

* 건조대차 순번

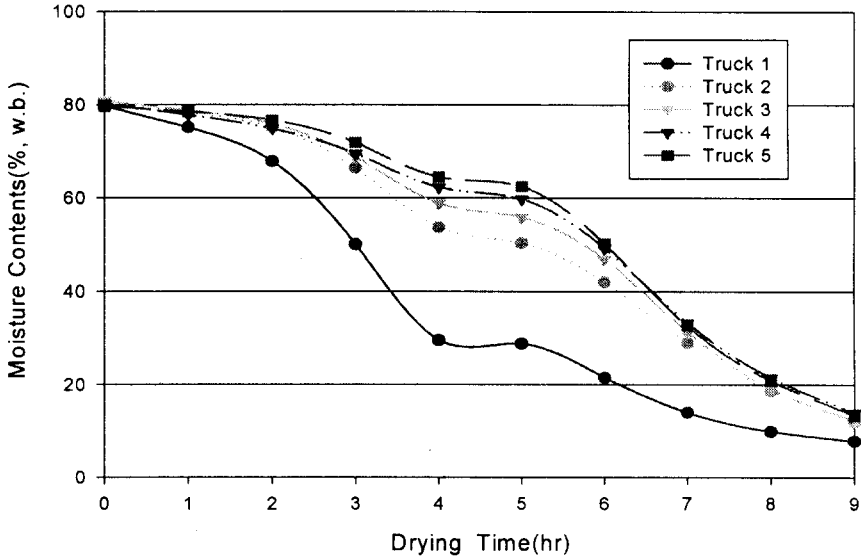


Fig. 2 Drying curves of cut red pepper (drying temperature 75°C, tempering time 1hr)

나. 가공용 고추 건조 시스템의 기본 설계방안

고추 주산지에 설립되어 운영되고 있는 대규모 청결 고춧가루 가공공장에 원료로 사용되는 절단 건조고추 건조 시스템의 기본 설계 개략도는 그림 10, 11과 같다. 건조 시스템은 기본적으로 원료 전·후처리 시설과 대형 건조 설비로 2단계 구분된다. 이러한 생고추 건조방법

은 미국,스페인 등의 고추재배지역에서 현재 실용화되고 있는 시스템이다. 포장에서 수확된 생고추 원료는 대형 고춧가루 가공공장 내에 설치되어 있는 건조시설로 운반된다. 여기서 원료 전처리시설에 입고가 되어 선별, 세척, 절단 과정을 거쳐서 건조 트레이에 자동으로 적재한다. 그리고 별도로 설치되어 있는 LPG열원 직화방식의 터널건조기로 다단 건조트레이가 적재된 건조대차를 이용하여 운반된다. 건조 트레이 재질은 단열 효과가 좋은 목재를 사용한다. LPG 열원 터널건조기형태는 건조온도가 70℃ 이하에서 대량의 절단 생고추를 품질의 변화없이 8시간이내에 건조할 수 있어 다수의 건조기를 설치하면 고추용량을 쉽게 증대할 수 있다. 건조가 완료된 절단 건조고추 시료는 터널 건조기 후문 쪽으로 이동하여 다시 원료 전처리 시설로 이송되어 건조트레이 배출기에서 건조고추 시료를 자동으로 제거되어 공기이송장치에 의하여 원료 포장기로 이송된다. 건조고추 시료는 PE, PVC 계통의 포장재에 넣어져 원료의 장기보관을 위한 저온 저장고로 이송된다. 1일 생고추 60톤을 처리할수 있는 건조 시스템의 개략도는 앞서 그림 11과 같다. 일일 건조회수 3회를 기준으로 가공용 고추원료 건조시스템의 기본 설계 방안은 다음과 같다.

<가공용 고추 원료 건조 시스템 설계 방안>

- 생고추 건조처리 용량 : 60톤/일(건조회수 3회)
- 연간 가동일수 및 생고추 처리량 : 50일, 3000톤/년
- 연간 절단 건조고추 생산량 : 350톤/년
- 건조 전·후처리 설비 : 원료 공급기, 원료 선별기, 원료 세척기, 원료 절단기, 트레이 적재기, 트레이 운반기, 트레이 배출기, 공기이송장치, 싸이클론, 원료포장기
- 건조설비:
 - 건조기 규모 : LPG터널건조기 20대
 - 대당 1회 생고추 건조량 및 건조시간 : 1톤, 8시간
 - 건조방법 : 간헐적 건조, 8시간/1회건조
(건조온도 80℃ 2시간, 템퍼링 1시간, 건조온도 70℃ 5시간)
 - LPG버너 용량 및 대수 : 300,000kcal/h(25kg/h), 20대
 - 송풍기 : 축류형, 5hp 이상 20대
 - 건조시료 : 절단고추시료(3등분 절단)
 - 건조시스템 설치면적 :
 - 원료 전·후처리 공장규모: 450m²(15W×30Lm)
 - LPG 터널 건조기 : 800m²(20W×40Lm)

4. 요약 및 결론

LPG 열원을 이용한 가공용 절단 생고추 건조시스템은 앞으로 가공용 건조고추원료가 대량으로 필요한 고추주산지 농협 고춧가루 가공공장을 중심으로 보급될 예정이며 벼의 기계수확후 일괄작업이 가능한 미곡종합처리장과 같이 생고추를 포장에서 기계수확후 건조, 가공, 유통이 가능한 고추종합가공처리장의 운영형태가 현실화될 것으로 예상된다. 이러한 고추의

수확후 대량 건조시스템의 개발은 앞으로 고추재배에서 가장 노동집약적인 고추수확 작업의 기계화의 가능성을 높여 줄 것으로 생각된다.

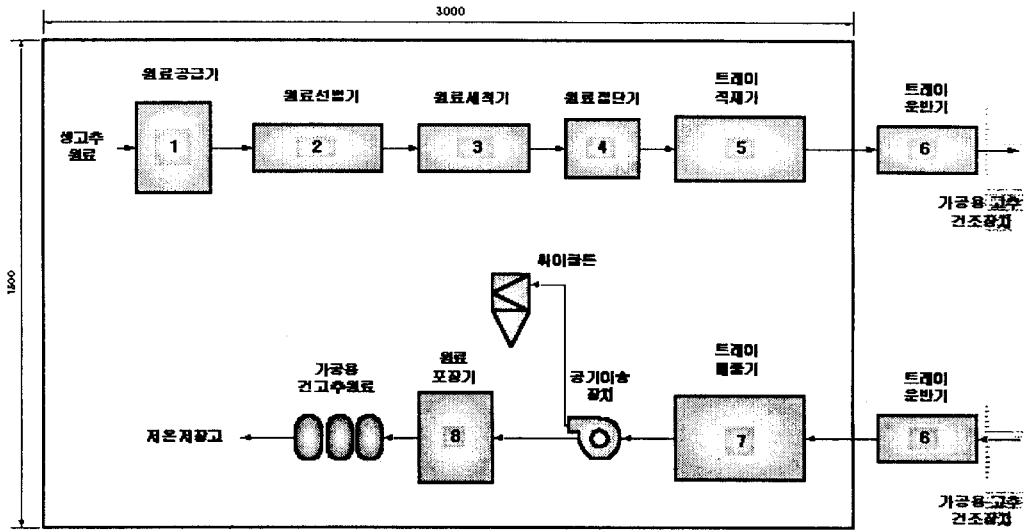


그림 10. 가공용 고추 원료 건조 전·후처리 시설 개략도

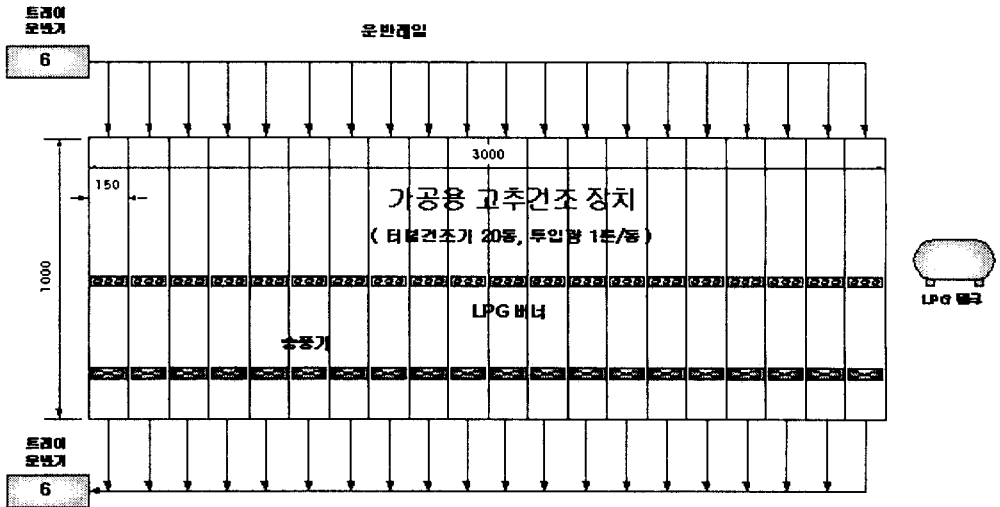


그림 11. 가공용 고추원료 건조 시스템 개략도

5. 참고문헌

1. 박재복 외 6인 : 고추분말의 가공기술 개발에 관한 연구(I). 한식연 연구보고서 (1990)
2. 박재복 외 2인 : 고추분말의 가공기술 개발에 관한 연구(II). 한식연 연구보고서 (1991)
3. 강정문 : 가공용 고추의 건조시스템 개발에 관한 연구. 서울대학교 석사논문(1998)