

온실을 이용한 홍고추의 건조

Red Pepper Drying with Solar Energy in Greenhouse

윤 용 철* · 서 원 명 · 강 종 국(경상대) ·篠 和 夫(高知大)

Yoon, Yong Cheol · Suh, Won Myung · Kang, Jong Guk · Shino, Kazuo

Abstract

This study was initially performed to investigate current red-pepper drying methods commonly being adopted on red-pepper cultivation farm area. Based on the informations obtained from the field survey, an experiment of red-pepper drying was carried out to verify the actual drying potential of plastic covered solar house similar to the conventional pipe frame greenhouses covered with one or two layer of plastic film.

Some results obtained from field survey and drying experiment for red-pepper are summarized as follows;

1. Various patterns of red-pepper drying process were found: 1) complete natural drying with red-pepper exposed in outdoor air, 2) hot air drying by dry chamber only, 3) combination drying by hot air dryer together with plastic covered passive solar house, 4) drying with plastic covered solar house unit.

2. The average air temperatures of outdoor and solar house during drying experiment period were 26.9 - 30.8 and 28.6 - 33.8°C, respectively, and the maximum air temperatures of those two were 34.2 - 36.4 and 39.8 - 52.3°C, respectively. Horizontal solar intensity during experiment period was 18.49 - 23.96 MJ/m², and relative humidity of outdoor and experimental solar house were 56 - 66% and 64 - 70%, respectively.

3. The weight of red-pepper during drying experiment period was decreased almost linearly from initial moisture content of 85% to final moisture content of 14%.

1. 서론

농산물 처리 공정에서 가장 많은 에너지를 요구하는 단계의 하나가 건조공정이다. 금 등은 벼와 옥수수 등의 경우 건조에 소요되는 에너지가 각각 57.3% 및 68%라고 하였다. 농산물의 적정 건조온도는 대상작물에 따라서 다르지만, 최근 건조온도를 적정수준으로 유지하여 건조시간을 단축하고 노동력도 상당히 절약할 수 있는 기계식 건조가 주로 이용되고 있으나 연료비의 불안정과 자원의 한계성 때문에 태양열을 비롯한 대체 에너지를 이용한 연구가 일부 이루어지고 있다. 농산물 건조에 대한 연구는 1970년대 말부터 1980년대에 걸쳐 벼나 보리 등과 같은 곡물을 대상으로 한 기계건조, 즉 열풍건조나 저온 및 상온통풍건조에 대해 주로 많이 행하여졌다.

농림부 통계에 의하면, '00년도 말 현재 국내에서 재배되는 고추의 재배면적은 시설재배를

포함하여 80,700ha정도이고, 생산량은 436,600톤 정도이다. 이들 중 건고추의 재배면적은 75,600ha로서 전체 면적의 94% 정도이고, 생산량은 215,400('01 ; 18만톤)톤으로서 전체 생산량의 49%정도이다. 고추는 수확후 대부분 농가단위로 건조되고 있으며, 태양에너지를 이용한 건조가 일부를 차지하고 있고, 대부분 화석에너지를 사용한 기계로 건조되고 있는 실정이다.

최근 기계건조기로 건조한 것보다 태양에너지를 이용하여 건조한 고추에 대한 선호도가 높아지면서 태양에너지를 이용하여 고추를 건조하려는 농가가 점점 증가하고 있지만, 건고추가 집중적으로 생산되는 7~8월은 일기가 좋지 않아 많은 애로를 겪고 있다. 따라서 파이프 온실을 이용하여 고추를 건조하는 농가가 점점 늘어나고 있다. 이들 농가의 대부분은 예비건조를 실시한 후, 온실을 이용하여 건조시키고 있는 실정이다.

본 연구에서는 우선 고추생산 단지를 중심으로 고추 건조방법 등에 대하여 알아보고, 파이프 온실에서 실시한 고추건조에 대하여 실험적으로 검토하였다.

II. 고추의 건조방법

최근 농산물 시장이 개방되면서 건고추도 년 5,000~7,000톤 정도가 수입되고 있다. 현재 가격 경쟁력은 외국에 비해 3배정도 높은 수준이지만, 앞으로 가격차이가 줄어들 전망이기 때문에 품질 우위를 지키기 위한 노력을 기울여야 할 것이다. 특히 세계 고추 생산량(16,000,000톤)의 40% 이상을 생산하고 있는 중국과의 품질 경쟁에 대비하여야 할 것이다.

현재 우리나라 국민 1인당 건고추 소비량은 4.3kgf/년 정도이고, 품종만 235 정도이다. 건고추의 재배작형은 주로 노지재배이고, 그 다음으로 터널재배 및 시설재배가 있다. 홍고추 및 건고추의 수분함량은 각각 85% 및 15% 전후이다. 건고추의 영양성분은 건조방법, 생산지역, 재배방법 및 품종에 따라서 다르지만, Table 1은 건고추 100g당 고추의 성분을 나타낸 것이다.

Table 1. Nutritive components of pepper.

Classification	Protein (g)	Fat (g)	Carbon-hydrate (g)	Ca (mg)	Vitamin			Sugar (%)	Capsaicin (mg)	Capsanthin (mg)
					A (IU)	B1 (mg)	C (mg)			
Green pepper	2.4	0.5	13.1	-	13,500	0.3	-	-	-	-
Red pepper	2.5	1.1	10.5	-	920	0.1	-	-	-	-
Dried pepper	10.9	15.2	46.7	123	7,405	0.2	220	15-30	10-30	25-35

고추는 지역에 따라 후숙시키는 방법이 약간 다르긴 하지만, 건조 전에 후숙과정을 거친다. 최근에는 건조전에 농약이나 먼지 등을 세척하는 경우도 종종 볼 수 있다.

고추 건조의 재래식 방법으로는 태양열을 이용한 자연건조가 가장 많았고, 지금도 곡물건조 방법으로 이용되고 있다. 그러나 이 방법은 건조기간이 길 뿐만 아니라 일기의 영향을 직접 받고 또 이로 인하여 부패에 의한 손실이 큰 단점이 있다. 따라서 지금은 건조기를 이용한 열풍 건조법으로 고추뿐만 아니라 농수산물을 건조시키고 있는 실정이다. 열풍건조시에는 일반적으로 다음과 같이 설정온도에 따라 몇 단계로 나누어 건조한다. 즉, 건조 초기단계에서는 설정온도 65℃에서 5~6시간정도, 2, 3단계에서는 설정온도 55~60℃와 55℃에서 12~14시간정도 건

조시킨다. 또는 초기단계부터 50~60℃ 정도로 설정하여 48시간 건조시키는 경우도 있다. 지역에 따라서 초기단계에서는 65~70℃에서 4~5시간, 그 후 60℃ 전후에서 24시간정도 건조시키는 경우도 있다. 이 방법은 자연건조에 비해 부패율이 대략 30%정도 감소하고, 노동력도 절감할 수 있지만, 색도, 당량 및 비타민 등의 성분이 많이 변화하는 것으로 보고되었다. 따라서 이상의 건조방법을 상호 보완하고 또 소비자들이 선호하는 건고추를 생산하기 위하여 온실을 이용한 건조법이 최근 농가에서 많이 이용되고 있다.

전북 무주군의 경우, 고추 건조장은 두께 0.5mm 1중 피복으로 길이 12~20m, 파이프 간격 0.7m, 폭 5~6m, 동고 2~2.5m, 측고 1~1.3m 정도의 단동 파이프 온실이었다. 환기창은 별도로 설치되어 있지 않고, 출입문만으로 환기를 실시하였다. 바닥은 두께 0.5mm의 비닐로 멀칭한 후, 그 위에 대략 두께 5~6cm 정도의 벚짚과 검은색 그물로 처리하였다. 그리고 온실피복에 차광막을 설치한 상태에서 홍고추를 4~5일 정도 후숙한 후, 차광막을 제거하고 출입문을 닫은 상태로 4~5시간정도 예비건조한 뒤, 출입을 열고 4~5일간 본건조를 하고 있었다.

경남 진주시 인근에서도 이와 같이 화석연료를 전혀 사용하지 않고 고추를 건조하였다. 즉, 2일정도 후숙과정을 거친 고추는 옥상에 설치되어 있는 온실에서 3일, 온실 옆 옥상바닥에서 2~3일 정도로 건조시키는 경우이다.

충북 괴산군의 경우, 건조장은 1중 피복에 1층 차광막을 설치하고 길이 30m, 파이프 간격 0.65m, 폭 6.0m, 동고 3m, 측고 1.4m의 플라스틱 피복 파이프 온실로서 측창의 면적은 22m² 정도였고, 공기순환 펜과 환풍기, 온풍기 및 온수보일러가 설치되어 있었다. 온실바닥은 두께 20mm의 단열재 위에 두께 0.5mm의 비닐로 멀칭한 후, 그 위 직경 2~4mm의 부순 자갈을 두께 15cm 정도로 깔아 두었다. 그리고 크기가 2×25×0.6m 정도인 철망 베드 위에 검은색 그물을 설치하여 고추를 건조하였다. 이 지역의 경우, 홍고추는 세척과정을 거쳐 65℃(5~6시간)와 55~60℃로 설정된 열풍건조기에서 70~80%정도 건조시킨 후, 온실에서 3~4일간 건조하는 것이 일반적이었다. 그러나 고추상태가 양호하고 날씨가 맑은 때는 무주군과 같이 온실에서 차광막이나 고추 덮개용 천 등을 이용하여 후숙시킨 후, 건조하는 경우도 있었다.

충북 음성군 고추연구소와 서부경남의 일부지역도 괴산군과 유사한 방법으로 하고 있었다. 이 외에도 적외선이나 맥반석을 이용하는 경우와 온실 내에 건조 선반을 만들어 건조시키는 경우도 있었다. 그리고 이들 온실은 지역에 관계없이 고추 건조뿐만 아니라 고추 육묘용 또는 못자리용, 작물재배, 벼 건조장 및 간이창고 등으로 사용되고 있었다.

Ⅲ. 실험장치 및 방법

건조를 위하여 제작된 온실은 1중 플라스틱 피복으로 폭 3.9m, 길이 7m, 측고 1.3m, 동고 2.5m 로서 측창을 갖춘 구조이다. 온실내부 바닥은 2중 플라스틱 필름으로 완전히 멀칭한 후, 바닥에서 10cm 높이에 90×90×4cm인 건조상자 5개를 설치하였다. 주간에는 출입문과 우측 측창을 열어두었다. 측정된 자료는 온실 내·외의 건습구 온도 및 수평면 일사량이고, 고추의 함수율 변화를 관찰하기 위하여 무작위로 선정된 표본을 중심으로 일출직전과 일몰직후에 감도 0.1g인 저울로 무게를 측정하였으며, 실험 종료 후, 표본용 고추를 오븐 건조시켜 함수율 산정에 이용하였다. 실험 대상고추는 녹광으로서 유통과정에서 2일정도 후숙된 것이다. 실험은 8월 16일부터 8월 28일까지 하였으며, 건조에 소요된 일수는 8일 정도였다.

IV. 결과 및 고찰

Fig. 1은 온실내외의 평균기온과 외부의 수평면 일사량을 나타낸 것으로, 온실 내·외의 평균기온은 각각 28.6°C~33.8°C, 26.9~30.8°C 범위로서 온실 내가 1.7~3.0°C정도 높게 유지되었다. 온실내외의 최고기온은 각각 39.8~52.3°C, 34.2~36.4°C 정도의 범위였다. 수평면 일사량은 18.49~23.96MJ/m² 정도였으며, 온실의 광 투과율은 70%전후였다. 온실내외의 상대습도는 각각 56~66%, 64~70%정도였다.

Fig. 2는 표본의 중량변화를 나타낸 것이고, Fig. 3은 표본의 함수비 변화를 건량기준으로 나타낸 것으로서 중량과 함수비는 거의 직선적으로 감소하는 것을 알 수 있다. 그리고 많은 양은 아니지만, 야간에도 건조는 계속되는 것으로 나타났다. Fig. 2, 3에서 나타낸 것을 포함하여 표본 고추 40개의 건조 전 고추의 중량은 약 17.4~24.1g 범위에 있고, 건조 후에는 2.7~3.9g전후였다. 건조전 고추의 함수율은 85% 전후였고 건조고추의 함수율은 14% 전후로 나타났다. 이것은 건조고추의 함수율이 일반적으로 15% 정도라고 보고한 결과와 거의 일치하였다.

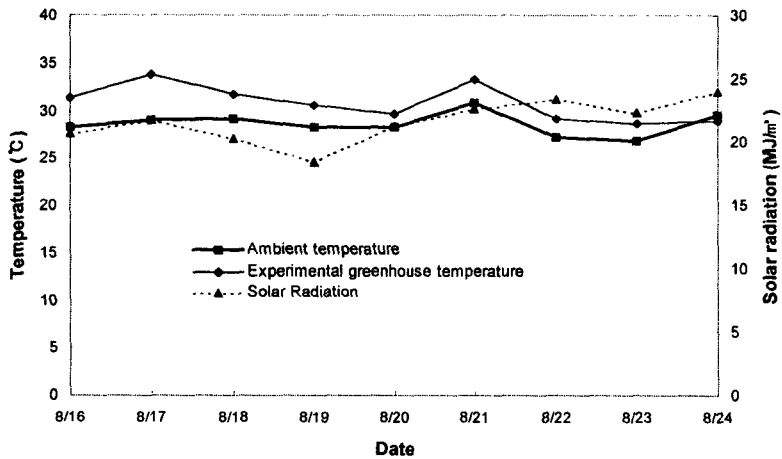


Fig. 1 Variation of temperature and solar radiation during drying period.

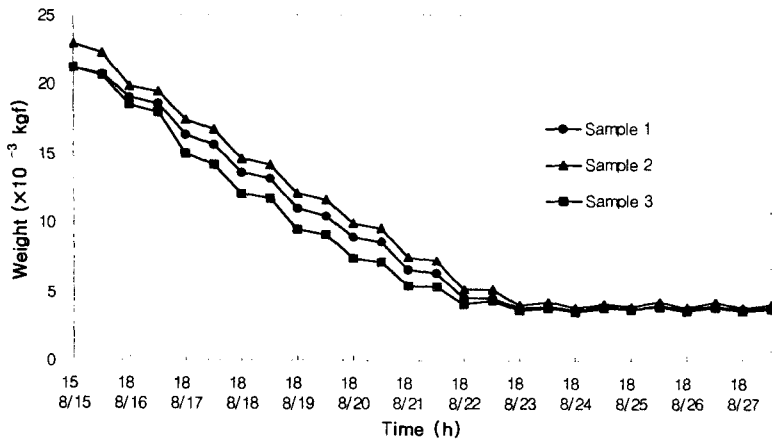


Fig. 2. Weight variation of red pepper during drying period.

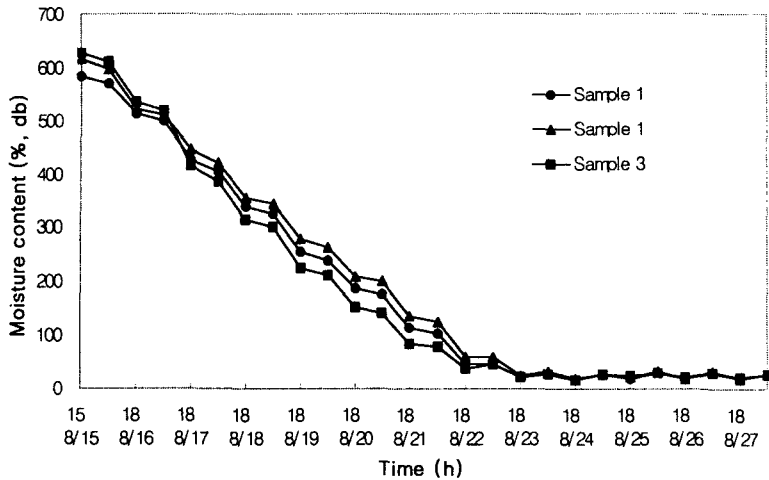


Fig. 3. Moisture content variation of red pepper during drying period.

V. 결론

본 연구에서는 고추생산 단지에서 행하고 있는 고추의 건조방법을 조사한 후, 플라스틱 피복 파이프 온실에서 실시한 고추건조에 대하여 실험적으로 검토하였다, 그 결과 다음과 같다.

1. 고추의 건조방법에는 크게 노천에서 이루어지는 자연건조법, 건조기를 이용한 열풍건조법, 열풍건조 후 온실에서 태양에너지를 이용하는 방법, 그리고 온실만을 이용하여 건조하는 것으로 대별할 수 있었다.

2. 건조온실 내·외 평균기온은 각각 28.6℃~33.8℃, 26.9~30.8℃ 범위로서 온실 내가 약 1.7~3.0℃ 정도 높게 유지되었다. 온실내의 최고기온은 각각 39.8~52.3℃, 34.2~36.4℃ 정도였다. 수평면 일사량은 18.49~23.96MJ/m² 정도였으며, 온실내외의 상대습도는 각각 56~66%, 64~70%정도의 범위에 있었다.

3. 고추의 중량과 함수비는 거의 직선적으로 감소하였다. 건조 전 고추의 중량은 약 17.4~24.1g 범위에 있고, 건조 후에는 2.7~3.9g 전후였다. 그리고 건조전 고추의 함수율은 85% 전후였고 건조고추의 함수율은 14% 전후로 나타났다.

인용문헌

1. 고태균, 조용진, 박재복, 김용현, 강석완. 1989. 건조고추의 재건조 공정에서 에너지의 효율적 이용. 한국기계농업학회지 14(4). pp. 262-271.
2. 금동혁, 고태균, 최재갑. 1987. 태양열을 이용한 곡물건조에 관한 연구. 한국농업기계학회지 3(1). pp. 64-76.
4. 농림부. 1999. 농산물생산통계. 농림부 홈페이지.