

건조방법에 따른 건고추의 품질평가

김재열 · *금동혁 · **박준희 · ***강우원 · ****한충수 · 이양근
상주산업대학교 기계공학과, *성균관대학교 생물기전공학과,
상주산업대학교 식품공학과 및 *식품영양학과,
****충북대학교 농업기계공학과

Evaluation of Quality of Red Pepper with variations in Drying Methods

Jae-Youl Kim, *Dong-Hyouck Keum, **Jun-Hee Park,
Woo-Won Kang, *Choong-Soo Han, Yang-Kun Lee.

Department of Industrial Machinery Engineering, Sang ju National Polytechnic University.

**Department of Bio-Mechatronic Engineering, Sungkyunkwan University.*

***Department of Food Engineering, Sang ju National Polytechnic University.*

****Department of Food and Nutrition, Sang ju National Polytechnic University.*

*****Department of Agricultural Machinery Engineering, Choong Buk National University.*

Abstract

In order to produce the high-quality of dried red pepper with respect to a color and a taste we developed a automatic drier equipped with combined several heat energies(ADCHE). and compared the quality of ADCHE-treated red pepper with that of the pepper treated with conventional dryings such as natural, hot-air, and far-infrared ray dryings. The results obtained were as follows :

- (1) The contents of capsanthin varied significantly with drying methods within the range of 1.7 to 6.4mg/g dry weight. The capsanthin level of red pepper treated with far-infrared ray drying was higher than that of the pepper treated with ADCHE showed the highest at 51.46mg/g dry weight of three drying methods.
- (2) As a result of determination of color intensity of-red-pepper using-a colorimeter, the red color intensity of the peppers was affected by drying methods irrespective of drying temperature, and especially a value of red pepper treated with ADCHE was appeared to be 19.1, indicated that this pepper have the most bright color intensity.
- (3) The contents of soluble browning subatances increased with a increase in drying temperature, but L* value of red pepper treated with ADCHE was appeared to be 0.187, indicated that this red pepper have the most clear red color
- (4) The changes of capsanthin level of red pepper according to drying methodes did not show

significantly, but generally a decreasing rate of capsanthin levels were lower in that order ADCHE < far-infrared ray < hot air dryings.

- (5) The changes of reducing sugars of red peppers were not affected by both drying methods and drying temperature, and generally the contents of reducing sugars of red dried peppers showed lower than those of fresh peppers.
- (6) The contents of crude lipid in GuemTap pepper treated with far infrared ray drying showed higher up to 2~7% than those of the pepper treated with hot-air, but were similar to those of the peppers done ADCHE.

Thus, these results indicated that the ADCHE was more suitable drying method for producing the high-quality of red peppers compared to other conventional drying methods because of a better color and taste of the red peppers treated with ADCHE.

서 론

고추는 수확직후의 함수율이 80%이상이기 때문에 수분함량이 12~15% 될때까지 천일건조(약 7~10일 소요), 또는 열풍건조(30~40시간 소요), 열풍과 하우스 건조(약 4~6일 소요)후 저장되어 연중 유통소비된다.[1]

천일건조고추는 열풍건조고추에 비해 색깔이나 성분의 보존면에서 우수하여 약 30%정도의 높은 판매가격을 유지하고 있다.[2] 그러나 건조시 기상 조건의 변화에 따라 품질의 변화가 심한 단점이 있다. 그래서 최근 원적외선(4.0m~1000m까지의 전자파)을 이용하여 야채류의 건조에[3,4] 대해 많은 연구가 행해지고 있는데, 종래 건조는 열풍에 의하여 행하여질 때 재료표면 가까이에 경계막을 형성하여 이것이 전열저항치가 크게 만들어 총괄 전열계수가 적어진다. 이것에 비하여 원적외선 가열은 방사전열로서 에너지의 밀도가 높아 재료에 직접 열이 전해지기 때문에 가열시간이 짧게 되고 건조속도가 빠르게 되는 것으로 생각된다. 식품가공분야에서는 이 원적외선을 이용하여 건조뿐만 아니라 해동, 2차살균, 숙성을 위한 연구가[5~7] 활발히 진행되고 있다.

채소류 생산액의 30%를 차지하는 고추는 그 생산량이 증가하고 있어 농가 소득면에서 미록 다음으로 중요한 위치를 점유하고 있다. 또한 현재 시중에는 태양건고추와 청결고추가 약 30%정도의

높은 판매가격을 유지하는 거래 성향을 볼 때 청결 태양건고추를 대량으로 생산할 수 있는 합리적이고 일관된 공정이 절실히 요구되고 있다. 따라서 본 실험은 빛깔이 우수하면서 맛이 뛰어난 고품질의 건고추를 대량으로 생산하기 위한 목적으로 품질의 변화를 줄이기 위해 태양광선과 원적외선 및 석유버너의 열을 이용한 복합열 태양초 자동건조기를 개발하여 고추의 품질을 평가하고 아울러 천연, 열풍, 원적외선 등의 건조방법을 이용한 건조고추와 품질의 비교를 행했다.

재료 및 방법

고추는 경북 상주시 사벌면에서 노지재배한 것으로 1995년 8월 1일 수확한 품종명 "금탑"과 경북 영양군에서 노지재배한 품종명 "알찬"을 1995년 9월 28일 수확하여 공시 재료로 사용하였다.

건조처리조건은 Table 1 과 같이 하여 수분함량이 약 14%까지 건조시킨 건고추를 꼭지, 종자 및 태좌를 제거하고 과피만을 분쇄기로 분쇄한 후 품질분석용 시료로 사용하였다.

건조실험장치

1) 원적외선 건조기

본 실험을 수행하기 위하여 Fig. 1과 같은 건조장치를 제작 사용하였고, 건조실의 내부규격은 가로 500mm, 세로 700mm, 높이 900mm 이다. 이

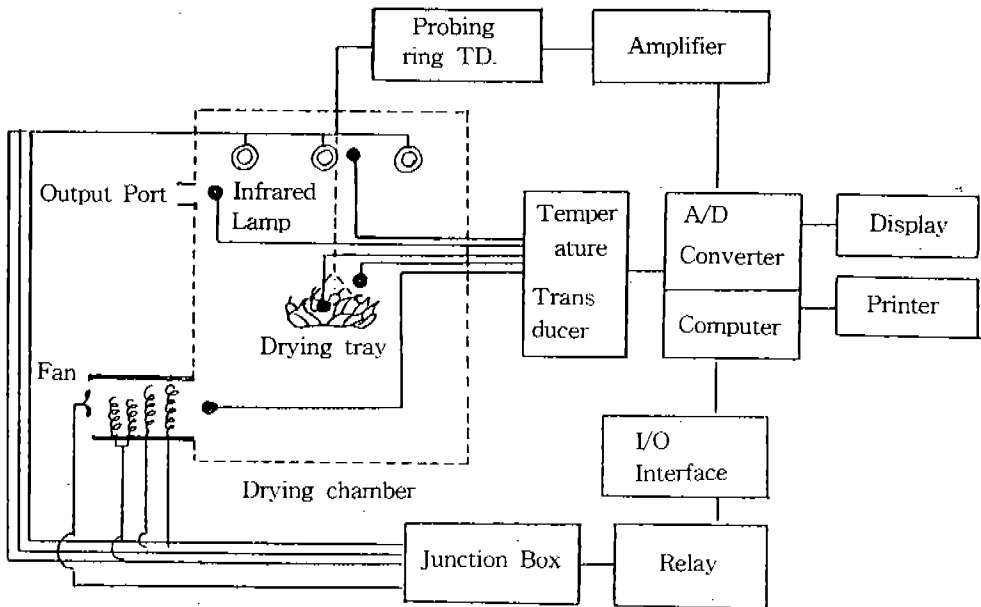
것은 열풍건조와 원적외선건조를 병행하여 실험할 수 있도록 각각의 필요한 장치를 설치하였다. 건조실의 하단에 지름 13cm의 원형 열풍유입구를 설치하였고, 유출구는 열풍유입구와 동일한 면의 상단에 지름 5cm의 원형 유출구를 두었다.

열풍 유입용 송풍기는 입력전압에 따라 송풍량이 변화하는 축류형 가변속 송풍기를 사용하였으며 열풍 유입시 열원으로 600W 와 1,500W 전열 코일을 각각 2개씩 사용하였다. 또한 원적외선 건조장치는 660W의 원적외선 Lamp 3개를 건조실의 내부상단에 설치하였다. 원적외선 건조시에는 건조실의 하부에 있는 축류 송풍기에서 내부 공기를 흡입하였으며, 열풍 건조시에는 가열된 공기가 유입되도록 하였다.

온도제어는 설정온도에 따라 건조실의 시료채반 및 시료에 설치한 온도 센서에 의하여 건조열원의 전류를 On-Off 시켜 제어되도록 하였다. 온도의 계측은 열풍건조 유입구와 고추의 내부, 외부, 건조실의 열풍출구 및 건조실의 내부 상단에서 계측되도록 하였다.

Table 1. The drying conditions of fed pepper.

Drying method	Varieties	Temperature (°C)	Notes
Sun drying	Guem Tap		S
Heated air drying	"	50°C	h-1
	"	70°C	h-2
	"	70°C→50°C	h-3
	"	70°C→hot house	h-4
Far infrared ray drying	Guem Tap	50°C	F-1
	"	70°C	F-2
	"	70°C→50°C	F-3
Heated air drying	Alchan	60°C	h-5
	"	70°C	h-6
Far infrared ray drying	"	70°C	F-4
Combined heat drying	"		C



TD : Transducer

Fig. 1. A block diagram of the far infrared ray drying system

2) 계측장치

계측 및 제어시스템 구성은 IBM-PC 호환기종의 80486 마이크로컴퓨터를 사용하였으며, 데이터의 처리를 위해서는 분해능이 12bit이며, 입력 16 Channel과 출력 2 Channel의 순차비교형인 PLC812의 A/Dconverter를 사용하였다.

측정입력된 자료의 분석결과에 따라 최적제어는 컴퓨터의 I/O interface, Relay 및 Actuator를 통하여 이루어진다.

본 실험에 Actuator의 contacter 조작을 위해서는 DC 12Volt-용의 Relay를 사용하였으며, 이 때 2SC1815의 +단자에 +5Volt의 전원을 연결하였고, 또 Relay의 한단은 출력Channel을 연결하였다. Relay를 통한 원적외선 Lamp와 전열기를 Actuator로 작동할때 Magnetic contacter를 사용하였으며, 이때 순간적인 역과전압(Inverse overvoltage)이 발생되어 컴퓨터의 작동에 큰 영향을 미치는 것을 방지하기 위하여 0.001uF Capacity 및 1W, 100의 저항을 Relay의 출력 단자에 직렬 연결하여 예방되도록 하였다.

온도와 고추의 중량변화 값을 계측하고, 일정한 건조온도를 유지하기 위하여 고추의 건조온도를 5초마다 연속으로 계측하여 30초간의 평균치로 건조온도를 제어하고 동시에 결과를 Monitor에 출력되도록 하여 계측 및 제어 상태를 확인할 수 있도록 하였다.

3) 복합열태양자동건조기

건조기(Fig.2)는 건조실, 건조조, 교반장치, 열풍기, 원적외선 발열 장치, 투입장치, 배출장치 및 제어장치로 구성하였다. 건조실은 유리온실로 제작하였다. 건조실의 지붕각도는 태양열을 최대한 이용할 수 있도록 적정경사도를 분석하여 결정하였으며, 적정경사각은 30도로 분석되었다. 건조실내에 건조조를 설치하고 1회에 780kg의 물고추를 투입할 수 있도록 설계제작하였다. 건조조의 바닥은 다공의 철판으로 제작한 통기마루를 설치하였으며, 통기마루 밑에 열풍흡인구를 설치하여 열풍송풍기와 연결하여 열풍을 흡인할 수 있도록하였다. 물고추의 투입과 반입은 벨트콘베이어를 이용하여 기계적으로 수행할 수 있는 구조로 설계 제작하였다.

건조조 상부에 안내 레일을 설치하고 레일 위를 이동하면서 고추를 교반하는 교반장치를 설치하였다. 교반장치는 로타리 회전형으로 건조조위를 이동하는 시간은 10분이 소요되게 하였다. 교반장치는 건조조위를 이동하면서 고추층을 교반하며, 교반된 고추는 태양빛을 고르게 받도록 설계제작하였다. 교반장치의 측에 원적외선 발열체를 설치하였으며, 이 발열체를 가열하기 위한 별도의 열원은 없으며 열풍에 의하여 가열되어 원적외선을 방사하도록 하였다. 식유를 연료로 사용하는 온풍기를 설치하여 건조조 하부로 고추층에서 공기를 흡인하여 가열기에서 가열한후 고추층 상부로 유입되도록 설계 제작하였다.

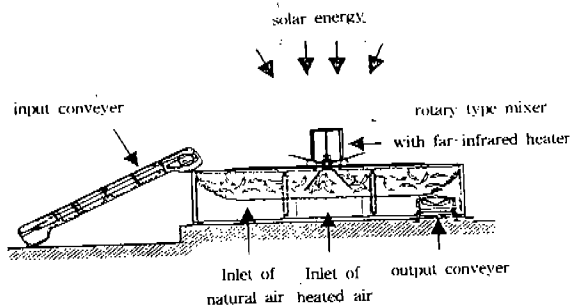
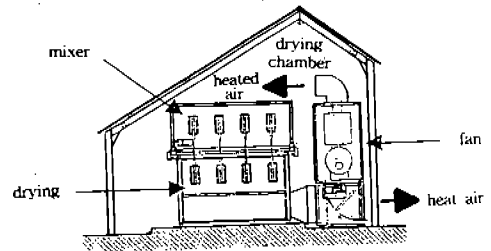


Fig. 2. Diagram of ADCHE

실험 방법

수용성 갈변물질

고추가루 0.3g을 100ml 증류수로 30℃ 항온수조에서 2시간 추출한 후 여과(Toyo No.2)하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다.

색도

통고추의 색도는 한치리 10개를 채취하여 1개당 6곳을 색차계(Model TC-3600, 日本色工業製)로 표준 백색판(L=90.6, a=0.2, b=3.2)을 이용하여 Hunter 방식인 L, a, b의 값으로 색도를 측정하여 평균하였다.

Capsanthin 정량

건조시료를 40mesh까지 마쇄후 0.1g을 cap test tube에 넣고 benzen으로 3회 반복 추출후, 여액을 합하여 100ml로 정용하고 486nm에서 흡광도를 측정하여 Davis법에 따라 아래식에 준하여 Capsanth의 양으로 표시하였다.

$$X = A \times V / E_{1\%} / 100$$

여기에서,

X : Capsanthin의 양(g)

A : Absorbance

V : Volume

$E_{1\%}$: 486nm(=1790)에서

Capsanthin의 extinction coefficient

Capsaicin 정량

시료 1g에 25ml의 acetone을 가하여 Capsanthin정량시과 같은 방법의해, 추출한 액 2ml를 시험관에 취한 다음 Carbon tetrachloride 2ml와 alkali염 용액(2% NaCl+0.5N NaOH) 8ml를 가하고 충분히 혼합하여 Capsaicin을 alkali층에 이행시키고 상징액 5ml를 취하여 공시액으로 하였고, 공시액 5ml와 1mM Sodium phosphate monobasic용액 4ml를 혼합후 phenol시약 1ml를 가하여 비등수조에서 7분간 반응시킨 다음, 흐르는 물에 10분동안 냉각시켜 750nm에서 흡광도를 측정하여 표준곡선에 의하여 정량하였다.

유리환원당 정량

시료 1g에 증류수 50ml를 가하여 30분간 진탕 추출 후 여과하여 100ml에 정용하였다. 이중 20ml를 취하여 10% lead acetate 5ml와 3.2% Sodium oxalate 5ml를 가한 후 여과하고, 100ml

로 정용하였다. 이것을 2ml를 하여 Somogyi-Nelson 시료로 하였으며 여기에 A시약 2ml를 가하고 정확히 10분 비등수조에서 가열한후 급냉하여 B시약 2ml를 가하고 25ml에 정용한 후 Vortex mixer로 충분히 혼합한 후 500nm에서 측정하여 표준곡선에 의하여 정량하였다.

지질정량

지질정량은 Soxhlet 추출법에 준하여 측정하였다. 즉, 시료 5g을 원통여지에 정확히 취하여 항은 건조기에서 2~3시간 건조시킨 후 방냉시켜 Soxhlet 추출 장치에 넣고 에틸르 16시간 추출하여 조지질함량을 측정하였다.

결과 및 고찰

색에 미치는 영향

고추의 적색소인 Carotenoid는 일반적으로 Capsanthin 약 35%, β -Carotene과 Violaxanthin 약 10%, Cryptoxanthin 약 10%, Capsorubin 약 6% 등으로 구성되어 있다. 고추의 품질평가는 일반적으로 외관의 색깔에 의해 평가되는데, 고추의 품질 기준으로서 적색도는 주로 Capsanthin을 정량하거나 색차계를 이용하여 비교 판정하고 있다.

Capsanthin 함량은 건조방법에 따라 1.7~6.4mg/g으로 큰 차이를 보였는데(Fig.3) 이는 건고추에 비해 물고추시료가, 열풍처리보다 원적외선처리가 Capsanthin 함량이 높게 나타났고, 복합열 태양초 자동건조기로 처리한 고추에서도 아주 높은 값을 보여 복합열 태양초 자동건조기로 대량 처리한 고추가 품질이 균일하면서 색도가 좋은 고품질의 고추를 가공할 수 있음을 알 수 있었다. 일반적으로 고추의 붉은색소는 고온에서 더욱 감소가 크나, 본 실험의 경우, 낮은 온도인 50℃ 건조에서 아주 낮은 값을 보였는데 이는 수분의 출입이 없는 건조기의 사용으로 상대습도가 다른 건조방법에 비해 높았기 때문으로 간주되고, 높은 습도에 의해 고추의 색이 부분적으로 탈색되는 소위 희나리 고추가 많았다. 또 색차계를 이용한 통고추의 색도를 Hunter의 값으로 표시되는 L, a, b 값

조사한 결과(Table 2) 태양초에서 a값이 가장 높고, 건조온도에 의한 영향보다 원적외선의 처리유무가 a값에 더 큰 영향을 보였으며, 복합열 태양초 자동건조기로 처리한 고추가 19.1로 아주 높은 값을 나타내었다. 이 값이 증가할수록 Capsanthin의 함량이 높은 경향이 있고 외관상 고추의 색택이 좋아 a값으로 고추의 품질평가의 한 방법으로 활용할 수 있을 것으로 생각된다. 고추는 가열온도가 높을수록 또 가열시간이 길수록 total carotenoid 색소의 감소와 더불어 갈변물질이 현저하게 증가하며, 고추의 흑적색은 total carotenoid의 감소보다는 Maillard 반응에 의한 급격한 갈변물질의 증가에 주된 원인이 된다고 추측[9]하고 있다. 본 실험에서도 Fig.2의 건조방법별 수용성 갈변물질의 함량에서도 나타난 바와 같이 수용성 갈변물질의 생성이 온도에 영향을 받아 건조온도가 높을수록 수용성 갈변물질 양이 증가하였으나 원적외선 처리가 수용성갈변물질의 증가를 억제시키는 역할을 하여 0.2~0.4정도로 그 함량이 낮았다. 또 복합열 태양초 자동건조가 0.187로 가장 낮은 값을 나타내 고추건조에 가장 좋은 처리방법으로 나타났다.

맛에 미치는 영향

고추의 건조방법에 따른 Capsaicin함량의 변화(Table 2)를 보면, 열처리 온도에 따른 Capsaicin함량 변화는 별로 없었으나 원적외선 처리구에서는 열풍 처리구에 비해 건조에 따른 Capsaicin의 감소량이 적었다. 또 복합열 태양초 자동건조가 다른 처리구에 비해 Capsaicin의 감소량은 적었으나 큰 효과는 나타나지 않았다. 가열된 고추에 있어서 변색은 carotenoid 색소의 산화보다는 갈변물질의 생성에 기인되며, 갈변물질은 주로 비효소적 갈변중 carbonyl 화합물과 아미노산 또는 그 유도체 사이에서 일어나는 Maillard 반응인데 당중에서도 환원당이 갈변반응을 비교적 잘 일으킨다고 알려져 있다. 본 실험에서 물시료에 비해 건조 시료에서는 1~3% 정도 그 함량이 감소하는 경향이 있었으나 원적외선처리나 건조온도에 따른 당함량의 변화는 거의 없었다. 이 결과를 볼 때 환원당의 감소량이 거의 Maillard 반응에 관여한다고 볼수 없으며, 호흡기질로 사용되거나 추숙대사

나 열에 대한 손실 기타 여러 반응에 관여한다고 사료되어 이 문제에 관한 구멍은 급속 많은 연구가 있어야 할 것으로 생각한다. 채소 과일에는 일반적으로 지질함량은 적지만 이것이 성숙, 추숙에 따라 일어나는 역할은 매우 중요하며 맛에도 많은 영향을 미칠 것으로 생각되는 지질의 변화는 금탑품종에서 원적외선 처리가 열풍 처리보다 2~7% 높게 나타났고 복합 열태양 건조에서도 원적외선 처리와 비슷한 경향을 보였으며, 전반적으로 지질함량은 7~12% 함량을 나타내고 있다.

요 약

빛깔과 맛이 우수한 고품질의 건조고추를 생산하기 위한 목적으로 복합열 태양초 자동건조기를 개발하여 고추를 건조시켜 기존의 천연, 열풍, 원적외선 등의 건조방법에 의한 건조고추와 품질을 비교한 결과는 다음과 같다.

가. Capsanthin 함량은 건조방법에 따라 1.7~6.4mg/g으로 큰 차이를 보였는데 열풍처리보다 원적외선 처리가 높게 나타났으며, 복합열 태양초 자동 건조기로 처리한 고추에서도 5.146mg/g으로 아주 높은 값을 보여, 복합 열처리가 품질이 균일하면서 색도가 좋은 고품질의 고추를 생산할 수 있음을 알 수 있었다.

나. 색차계를 이용한 통고추의 색도를 조사한 결과 온도에 의한 영향보다 원적외선 처리 유무가 붉은색에 큰 영향을 보였으며 복합열 태양초 자동건조기로 처리한 고추의 a값이 19.1로 아주 높은 값을 나타냈다.

다. 수용성 갈변 물질은 건조 온도가 높을수록 함량이 증가되었으나 복합열 이용 건조가 0.187로 가장 낮은 값을 나타내 고추 건조에 가장 좋은 처리 방법으로 나타났다.

라. Capsaicin 함량 변화를 보면 열처리 온도에는 별로 영향을 받지 않으나 원적외선 처리구에서는 열풍 처리구에 비해 감소량이 약간 적었고 복합열 건조가 다른 처리구에 비해 건조에 따른 Capsaicin 함량 감소는 적었으나 큰 효과는 나타나지 않았다.

다. 환원당 함량의 변화는 물시료에 비해 건조시료에서는 전반적으로 1~3%정도 낮은 함량을 나타내는 경향이 있었으나 원적외선이나 건조온도에 따른 당함량의 영향은 거의 없었다.

바. 조지질의 변화는 금담 품종에서는 원적외선 처리가 열풍처리보다 그 함량이 2~7% 높게 나타났고 복합열 처리구에서는 원적외선 처리구와 비슷한 함량을 나타냈다. 이와 같은 사실을 종합해 볼 때 복합열 태양초 자동 건조기로 처리한 고추가 여타의 방법으로 처리된 고추에 비해 상품적 가치인 색 뿐만 아니라 맛 성분도 훨씬 뛰어나서 품질이 균일하면서 고품질의 건고추 생산에 아주 적합한 건조 방법이라 생각된다.

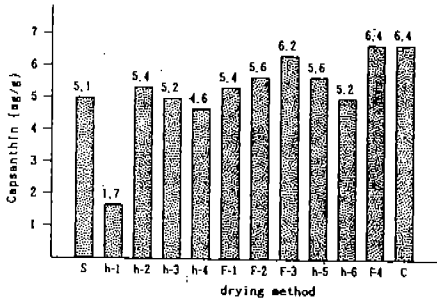


Fig. 3. Influence of drying methods upon the capsanthin content in red pepper.

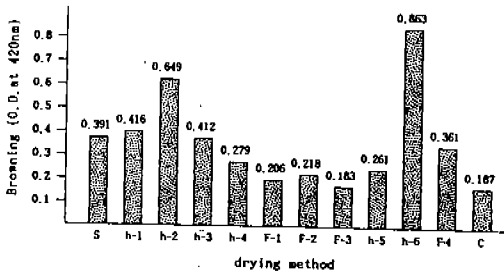


Fig. 4. Influence of drying methods upon the nonenzymatic browning in red pepper.

감사의 말

본 연구는 1994년도 농수산부에서 시행한 농림수산특정연구사업으로 수행된 내용의 일부로서 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 고헌균, 노상차, 조용진, 윤여길 (1987) 농산물 건조기 수요추정 및 이용확대 방안에 관한 연구. 연구보고서. 서울대학교 농과대학 농업개발 연구소.
2. 김재열외 (1995) '고추의 공동집하 및 자동처리 시설 개발에 관한 연구' 제1차년도 보고서. 농수산부.
3. 伊藤和彦 (1986) 遠赤外線による野菜乾燥について, 食品機械装置23(1), 45-53.
4. 伊藤和彦 (1986) 遠赤外線による野菜乾燥について, 食品と科學 増刊號(1), 91-94.
5. 佐佐木完 (1988) 遠赤外線 히ーターと 食品加工への利用, シパンフドーサイエンス, 27(8), 30-35.
6. 西澤健治 (1986) 遠赤外線 加熱の 食品への利用, 食品加工技術6(3), 162-169.
7. 中野不二雄 (1987) 遠赤外線の茶の利用, New Food Industry 29(4), 1-3.
8. 김재열 (1991) 고추의 열풍 및 원적외선 건조 특성 비교연구, 경북대학교 박사학위논문.
9. Ramakrisgh man, T.V. and Francis, F.J., J. Food Sci., 38(25), 1973.