

고추씨 혼합비율에 따른 고추가루의 흡습특성 비교

김현구 · 조길석 · 박무현 · 장영상* · 신재익*
한국식품개발연구원, *농심 기술개발연구소

Comparison of Sorption Characteristics of Red Pepper Powders with Their Seeds Mixing Ratio

Hyun-Ku Kim, Kil-Suk Jo, Mu-Hyun Park, Young-Sang Chang* and Zae-Ik Shin*

Korea Food Research Institute

**Nong Shim Research and Development Center*

Abstract

The sorption characteristics of red pepper powders in terms of mixing ratio of seeds to red pepper powders were investigated at various relative humidities and temperatures as storage conditions. At lower relative humidity below 43% RH, the sorption equilibrium was easily reached regardless of mixing ratio, whereas at higher relative humidity above 75%, the powders gained moisture rapidly, resulting in the color change to brown. At extremely lower RH below 33%, decoloration occurred in red pepper powder. The moisture contents of monolayer value for red pepper powders without seeds were ranging from 5.88% to 7.35% inversely proportional to the temperature. The moisture contents of monolayer value decreased with increase of mixing ratio of seeds.

Key words : equilibrium moisture content, monolayer value, red pepper powder, enthalpy

서 론

고추는 우리나라에서 20만톤 정도가 생산되어¹ 대부분이 건조 보관되면서 연중 소비하고 있는데, 식품첨가용 향신료로서 고추장, 김치, 조미용 및 절갈류 뿐만 아니라 직접 조미료로서 광범위하게 이용되어 한국인의 식생활에서 중요한 위치를 차지하게 되었다. 따라서 고추와 고추를 원료로 하는 제품에서 이에 대한 연구가 산발적이긴 하나 비교적 많은 논문이 발표되고 있다. 즉, 풋고추에서는 주로 생리적인 연구⁽²⁾가 수행된 바 있고 건고추에서는 건조^(3,4), 저장^(5,6), 포장^(7,8), 갈변⁽⁹⁾ 및 고추를 원료로 하는 고추장⁽¹⁰⁾ 등에 대해서 비교적 다양하게 연구가 수행되어 왔다. 그러나, 건고추의 최종 소비형태는 가루형태로 가공하여 대부분 소비하고 있으므로 통고추는 식용전에 분쇄를 하여야 한다. 통고추를 분쇄할 경우 고추씨 혼합비율에 따라 고추가루의 수율이 크게 다르며 소비자 또한 고추씨 혼합비율에 따라 선호도가 다를 수 있으며 저장성⁽¹¹⁾에도 영향을 미친다.

따라서 본 연구는 고추 저장에서 가장 문제가 되는 흡습문제를 해결하기 위한 기초단계로 고추씨 혼합비율

에 따라 고추가루의 흡습특성을 비교하였기에 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 고추가루는 안동산 다복 품종의 통고추를 꼭지와 씨를 완전히 제거한 다음 과피만을 roll mill로 분쇄한 것, 꼭지를 제거하고 씨를 50% 제거한 다음 분쇄한 것 그리고 꼭지만 제거하고 씨를 전혀 제거하지 않고 분쇄한 것을 20메쉬의 체로 쳐서 통과한 것을 동일온도 및 습도내에서 방치하여 수분평형이 이루어진 후 사용하였다.

평형수분함량의 측정

Rockland⁽¹²⁾, Wink 등⁽¹³⁾ 및 Houston⁽¹⁴⁾의 방법에 준하였다. 즉, petri dish에 약 13g의 고추가루를 담고 이를 LiCl(RH 11%), CH₃COOK(RH 23%), MgCl₂(RH 33%), K₂CO₃(RH 43%), NaBr(RH 57%), CuCl₂(RH 67%), NaCl(RH 75%) 및 KNO₃(RH 93%)의 포화염용액이 들어있는 데시케이터(φ 29 cm)에 넣고 15°C, 25°C 및 40°C의 항온기에서 더이상 흡습하지 않는 상태까지 방치하였고 이 무게를 달아 최초의 수분함량을 기준으로 무게의 증감량에 평형수분함량을 구하였다.

Corresponding author : Hyun-Ku Kim, Korea Food Research Institute, 148-1, Dangsus-ri, Banwol-myun, Hwa-seong-gun, Kyonggi-do, 445-820

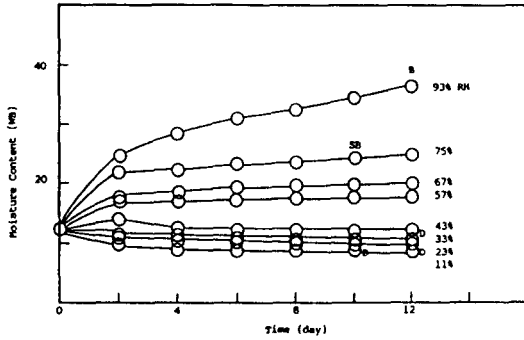


Fig. 1. Moisture contents of red pepper powder without seeds during storage under various humidities at 15°C

Abbreviations are : B, browning ; SB, slight browning ; D, decolorization.

단분자층 수분함량의 결정

단분자층 수분함량을 산출하기 위하여 다음과 같은 Brunauer-Emmett-Teller 식(BET식)⁽¹⁵⁾을 이용하였다.

$$\frac{a}{m(1-a)} = \frac{1}{m_1 C} + \frac{C-1}{m_1 C} a \quad (1)$$

여기서

a=수분활성도, %ERH/100

m=평형수분함량(Wet basis, %)

C=상수

m₁=단분자층 수분함량(Wet basis, %)

흡습엔탈피의 결정

평형수분함량에 도달하는데 필요한 흡습엔탈피 ΔH_w는 Gibbs 식⁽¹⁶⁾을 이용하였다.

$$-\ln\psi = \Delta H_w / RT \quad (2)$$

여기서

-lnψ=평형상태에서의 수증기 부분압의 자연대수

ΔH_w = 흡습엔탈피(KJ/Kg)

R=기체상수(8.314 J.K⁻¹. mol⁻¹)

T=절대온도

초기 수분함량

고추가루의 초기 수분함량은 105°C 상압가열건조법에 의하여 측정하였다.

결과 및 고찰

상대습도에 따른 수분함량의 변화

건조식품의 안정성은 이의 수분함량에 따라서 큰 영

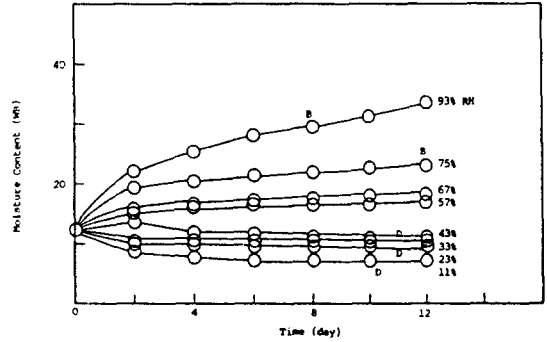


Fig. 2. Moisture contents of red pepper powder without seeds during storage under various humidities at 25°C

향을 받는 것으로 알려져 있다⁽¹⁷⁻²⁰⁾. 따라서 저장고내 환경 온습도 변화에 따라 흡습하는 정도를 알기 위하여 고추씨를 완전히 제거한 고추가루의 수분함량을 조사한 결과는 Fig. 1, 2 및 3과 같다. 즉, 저장고 내의 상대습도가 43% 이하의 조건에서는 비교적 단시간내에 수분함량이 평형에 도달하였으나 상대습도 67% 이상에서는 평형수분에 이르는 시간이 길어졌고, 평형수분함량도 급격하게 증가하였다. 그리고 우리나라의 연평균 온도와 습도는 13°C, 68% 내외이고 7월부터 9월의 3개월간의 평균은 23.9°C, 84%이며 8월 한달 동안의 온도와 습도는 이보다 더욱 높다. Fig. 1, 2 및 3에서 볼 수 있듯이 고추가루(씨 100% 제거)의 초기 수분함량은 12.20%로서 건조가 잘된 고추가루라 하더라도 우리나라 하절기 기후조건에서는 수분함량이 증가될 수 있기 때문에 갈변현상을 피할 수 없는데 15°C의 RH 93%에서 12일만에 갈변현상이 나타났다. 25°C의 경우는 RH 75%에서 12일, RH 93%에서 8일째 갈변현상이 나타났고, 40°C의 경우는 RH 75%에서 8일, RH 93%에서 6일째 갈변현상이 발생한 반면에, 각 온도의 RH 33% 이하에서는 탈색현상이 나타났다.

이와 같은 결과는 Fig. 1, 2 및 3에서 보는 바와 같이 고추가루의 수분함량이 갈변현상과 밀접한 관계가 있음을 예시하고 있는데 이는 분말고추의 수분함량이 갈변현상과 밀접한 관련이 있다고 보고한 김 등⁽²¹⁾의 결과와 일치하였다. 따라서 고추가루를 안전하게 저장하기 위해서는 적절한 상대습도를 유지해 주는 것이 고추가루 저장에 있어서 가장 중요한 사항으로 판단되었다.

한편, 고추씨 혼합비율에 따른 수분함량의 변화는 Table 1, 2 및 3에서 볼 수 있듯이 고추씨를 완전히 제거한 고추가루의 경우 RH 11%에서 15°C, 25°C 및 40°C의 평형수분함량은 각각 8.70%, 7.07% 및 6.12%이었고, 고추씨를 50% 제거한 경우는 7.86%, 6.19% 및 5.90% 그리고 고추씨를 전혀 제거하지 않은 경우 6.66%, 5.62% 및 4.73%로 고추씨 혼합비율이 높을 수록 평형수분함

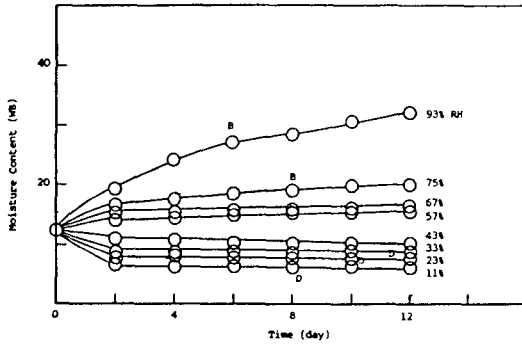


Fig. 3. Moisture contents of red pepper powder without seeds during storage under various humidities at 40°C

량은 낮게 나타났다. RH 23%, 33%, 43%, 57%, 67%, 75% 및 93%에서도 11%와 유사한 경향을 나타냈다. 이와같이 고추씨 혼합비율이 높을 수록 평형수분함량이 낮게 나타난 것은 과피부분이 고추씨보다 흡습력이 큰 것에 기인한 것으로 판단되었다.

고추가루의 등온흡습곡선

고추씨를 완전히 제거한 고추가루의 흡습성질을 알아

보기 위해서 각 온도구에서 평형시킨 다음 등온흡습곡선을 본 결과는 Fig. 4와 같다. 즉, 전형적인 sigmoid 형태로서 온도에 따라서 비슷한 경향을 보였고, 온도가 증가함에 따라 흡습량은 감소한 반면 온도가 내려감에 따라서 흡습량은 증가하였다. 그리고 고추씨 혼합비율에 따른 평형수분함량을 비교한 것은 Table 4와 같다. 고추씨를 완전히 제거한 고추가루의 경우 RH 67%에서 15°C, 25°C 및 40°C의 평형수분함량은 각각 20.16%, 18.13% 및 16.18%이었고 고추씨를 50% 제거한 경우는 18.56%, 16.57% 및 15.86% 그리고 고추씨를 전혀 제거하지 않은 경우는 17.27%, 15.35% 및 14.41%로 고추씨 혼합비율이 높을 수록 평형수분함량은 낮게 나타났다. RH 67% 이하와 이상에서도 RH 67%와 유사한 경향을 나타냈는데, 이는 과피부분이 고추씨보다 흡습력이 큰 것에 기인한 것으로 판단되었다.

한편, 고추씨를 완전히 제거한 고추가루의 초기 수분함량은 12.20%였으며, Fig. 4의 등온흡습곡선에서 처음 부분 즉, 물분자가 carboxyl 및 amino group과 같은 극성기와 이온결합으로서 polar bond를 형성하며 수분활성도가 낮은 곡선부분으로 이를 단분자층이라 하는데 (1)식을 이용하여 단분자층 수분함량을 계산하면 Fig. 5에서와 같이 15°C에서 7.35%였고, 25°C 및 40°C에서는

Table 1. Moisture contents of red pepper powder without seeds during storage under various humidities and temperatures

RH (%)	Storage period (day)		Initial	2	4	6	8	10	12
	Temperature (°C)								
11	15	12.20	12.20	9.36	8.74	8.72	8.70	8.70	8.70
	25	12.20	12.20	8.45	7.45	7.07	7.07	7.07	7.07
	40	12.20	12.20	6.32	6.17	6.12	6.12	6.12	6.12
23	15	12.20	12.20	10.78	10.29	10.01	9.89	9.89	9.89
	25	12.20	12.20	9.67	9.60	9.51	9.43	9.43	9.43
	40	12.20	12.20	7.56	7.48	7.35	7.28	7.28	7.28
33	15	12.20	12.20	11.29	11.06	10.32	10.27	10.27	10.27
	25	12.20	12.20	10.04	10.01	9.91	9.90	9.90	9.90
	40	12.20	12.20	8.89	8.75	8.64	8.58	8.58	8.58
43	15	12.20	12.20	14.21	12.48	12.42	12.38	12.38	12.38
	25	12.20	12.20	13.93	11.72	11.46	11.12	11.01	11.01
	40	12.20	12.20	10.91	10.75	10.39	10.19	10.15	10.15
57	15	12.20	12.20	16.94	17.03	17.42	17.69	17.92	17.96
	25	12.20	12.20	14.82	15.99	16.16	16.34	16.57	16.68
	40	12.20	12.20	13.86	14.32	14.64	14.98	15.36	15.59
67	15	12.20	12.20	17.44	18.45	19.44	19.76	19.95	20.16
	25	12.20	12.20	15.36	16.42	17.27	17.58	17.89	18.13
	40	12.20	12.20	14.85	15.23	15.57	15.84	16.03	16.18
75	15	12.20	12.20	21.90	22.27	23.21	23.51	24.36	24.97
	25	12.20	12.20	19.37	20.62	21.57	21.94	22.62	22.93
	40	12.20	12.20	16.46	17.51	18.63	19.01	19.75	20.05
93	15	12.20	12.20	24.79	28.56	31.16	32.47	34.56	36.36
	25	12.20	12.20	21.97	25.47	28.15	29.78	31.35	33.46
	40	12.20	12.20	19.36	24.01	27.12	28.56	30.48	32.05

Table 2. Moisture contents of red pepper powder with 50% seeds during storage under various humidities and temperatures

Storage period (day)		Initial	2	4	6	8	10	12
Temperature (°C)	RH (%)							
11	15	11.45	8.29	7.99	7.87	7.86	7.86	7.86
	25	11.45	6.23	6.21	6.19	6.19	6.19	6.19
	40	11.45	6.12	6.12	5.93	5.90	5.90	5.90
23	15	11.45	9.63	9.48	8.85	8.83	8.83	8.83
	25	11.45	7.18	7.16	7.58	7.58	7.58	7.58
	40	11.45	7.09	6.97	6.62	6.62	6.62	6.62
33	15	11.45	10.23	9.89	9.80	9.72	9.72	9.72
	25	11.45	10.05	9.39	9.39	9.35	9.35	9.35
	40	11.45	9.90	9.30	9.30	9.25	9.20	9.20
43	15	11.45	12.07	11.64	11.60	11.58	11.58	11.58
	25	11.45	11.08	11.01	10.94	10.90	10.85	10.85
	40	11.45	10.76	10.70	10.63	10.60	10.55	10.55
57	15	11.45	14.04	14.12	15.17	15.32	15.35	15.49
	25	11.45	12.89	12.93	13.03	13.10	13.18	13.25
	40	11.45	11.78	11.97	12.03	12.10	12.17	12.25
67	15	11.45	14.95	15.54	17.47	17.98	18.41	18.56
	25	11.45	13.31	14.42	15.29	15.57	16.52	16.57
	40	11.45	12.28	13.31	14.17	14.59	15.32	15.86
75	15	11.45	18.57	20.72	21.70	22.05	22.14	22.31
	25	11.45	16.58	17.98	18.30	19.17	19.89	20.11
	40	11.45	14.91	15.68	16.37	17.65	18.03	18.87
93	15	11.45	21.14	25.09	27.51	29.63	31.85	34.25
	25	11.45	19.92	23.36	25.18	27.56	29.36	31.23
	40	11.45	17.42	21.26	23.31	25.56	27.11	29.06

Table 3. Moisture contents of red pepper powder with 100% seeds during storage under various humidities and temperatures

Storage period (day)		Initial	2	4	6	8	10	12
Temperature (°C)	RH (%)							
11	15	10.54	7.95	6.97	6.82	6.66	6.66	6.66
	25	10.54	5.90	5.72	5.62	5.62	5.62	5.62
	40	10.54	5.06	4.95	4.73	4.73	4.73	4.73
23	15	10.54	8.92	7.82	7.78	7.78	7.78	7.78
	25	10.54	6.96	6.84	6.73	6.67	6.67	6.67
	40	10.54	5.95	5.78	5.72	5.68	5.68	5.68
33	15	10.54	9.70	8.85	8.71	8.63	8.55	8.55
	25	10.54	8.75	8.69	8.50	8.48	8.48	8.48
	40	10.54	8.01	7.87	7.76	7.73	7.73	7.73
43	15	10.54	11.36	10.59	10.46	10.42	10.42	10.42
	25	10.54	11.01	10.27	10.20	10.14	10.14	10.14
	40	10.54	9.92	9.36	9.30	9.15	9.15	9.15
57	15	10.54	14.03	14.45	14.64	15.07	15.09	15.09
	25	10.54	13.23	13.31	13.46	13.65	14.13	14.26
	40	10.54	12.23	13.12	13.29	13.50	14.10	14.19
67	15	10.54	15.43	15.57	15.89	16.83	17.07	17.27
	25	10.54	13.31	13.52	13.86	14.53	15.27	15.35
	40	10.54	12.56	13.29	13.40	13.71	14.31	14.41
75	15	10.54	17.66	19.55	19.75	20.54	20.81	20.85
	25	10.54	15.76	17.36	17.47	18.38	18.89	18.94
	40	10.54	13.86	15.36	15.98	16.95	17.10	18.37
93	15	10.54	20.67	25.81	28.93	31.16	32.23	33.87
	25	10.54	18.37	22.17	25.37	27.87	28.36	29.87
	40	10.54	17.28	21.39	23.86	25.46	26.83	27.54

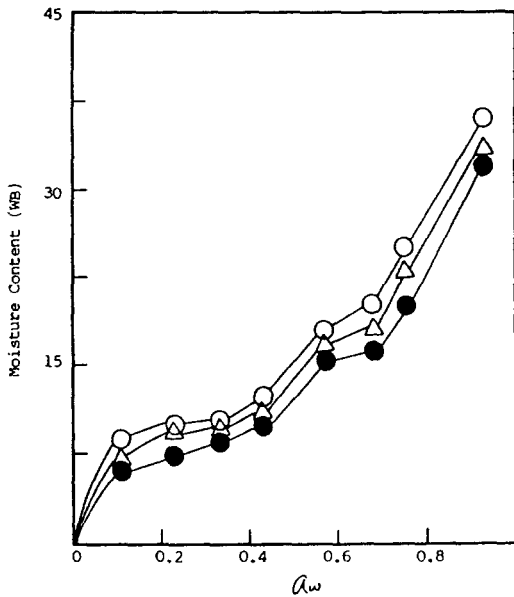


Fig. 4. Sorption isotherm curve of red pepper powder without seeds at 15, 25 and 40°C
 ○—○ : 15°C △—△ : 25°C ●—● : 40°C

각각 6.49% 및 5.88%로서 온도가 내려감에 따라서 단분자층의 수분함량은 다소 올라가는 경향을 보였다. 따라서 일반적인 건조식품은 단분자층 수분함량이 적정저장 수분함량이라는 Salwin⁽²²⁾의 보고에 기준하면 고추가루에서는 역시 온도가 내려감에 따라서 적정저장 수분함량은 다소 증가해도 무방하리라 생각되었다. 그리고 고추씨 혼합비율에 따른 단분자층 값을 비교한 것은 Table 5에 나타내었다. 고추씨를 완전히 제거한 경우 15°C, 25°C 및 40°C의 단분자층 값은 7.35%, 6.49% 및 5.88%인데 비하여, 고추씨를 전혀 제거하지 않은 경우는 6.09%, 5.81% 및 5.40%, 고추씨를 50% 제거한 경우는 6.66%, 6.25% 및 5.94%로서 온도가 높을 수록 또 고추씨 혼합비율이 높을 수록 단분자층 값이 낮게 나타나는 것이

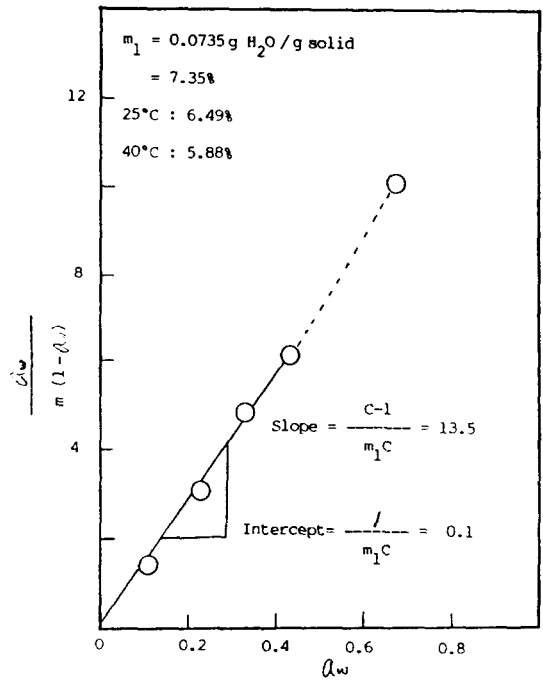


Fig. 5. BET plot for the determination of the "mnola-yer value" of the red pepper powder without seeds at 15°C

특징이었다.

고추가루의 수분함량에 따른 흡습엔탈피의 변화

온도 및 상대습도에 따라서 고추씨를 100% 제거한 고추가루의 수증기 부분압의 변화는 Fig. 6과 같다. 즉 온도가 내려감에 따라서 각 수분함량별로 수증기 부분압은 증가하는 경향이였으며 수분함량이 낮을 수록 수증기 부분압의 기울기는 급격히 증가하였고 수분함량이 증가할 수록 그 기울기는 둔화하는 경향을 나타내었다. 고추씨 혼합비율에 따른 수증기 부분압을 비교한 것은 Table 6에 나타내었다.

Table 4. Comparison of equilibrium moisture content with mixing ratio of red pepper seeds

Mixing ratio	Without seeds			With 50% seeds			With 100% seeds		
	15°C	25°C	40°C	15°C	25°C	40°C	15°C	25°C	40°C
11	8.70	7.07	6.12	7.86	6.19	5.90	6.66	5.62	4.73
23	9.89	9.43	7.28	8.83	7.58	6.62	7.78	6.67	5.68
33	10.27	9.90	8.58	9.72	9.35	9.20	8.55	8.48	7.73
43	12.38	11.01	10.15	11.58	10.85	10.55	10.42	10.14	9.15
57	17.96	16.68	15.59	15.49	13.25	12.25	15.09	14.26	14.19
67	20.16	18.13	16.18	18.56	16.57	15.86	17.27	15.35	14.41
75	24.97	22.93	20.05	22.31	20.11	18.87	20.85	18.94	18.37
93	36.36	33.46	32.05	33.25	31.23	29.06	33.87	29.87	27.54

Table 5. Comparison of monolayer value with mixing ratio of red pepper seeds

Temperature(°C)	Moisture contents of monolayer value(%)		
	Mixing ratio without seeds	with 50% seeds	with 100% seeds
15	7.35	6.66	6.09
25	6.49	6.25	5.81
40	5.88	5.94	5.40

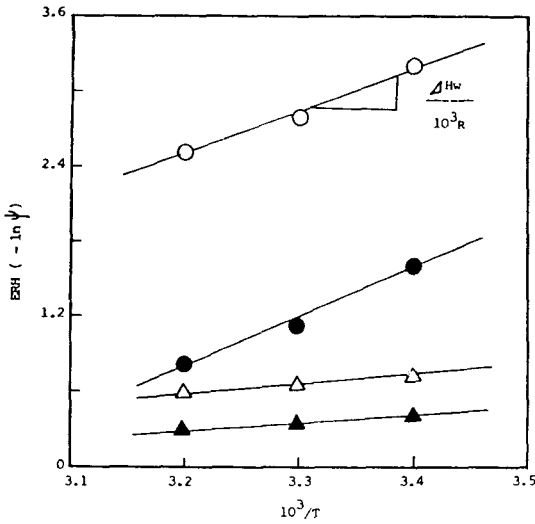


Fig. 6. Determination of enthalpy of wetting for various moisture contents

○—○ : 5% ●—● : 10%
 △—△ : 15% ▲—▲ : 20%

고추씨 100%를 제거한 고추가루의 경우 수분함량 5%의 15°C, 25°C 및 40°C에서 수증기 부분압은 각각 3.218, 2.813 및 2.525이었고, 고추씨 50%를 제거한 고추가루의 경우는 2.995, 2.525 및 2.353, 고추씨를 전혀 제거하지 않은 고추가루의 경우는 2.813, 2.523 및 1.897로서 고추씨 혼합비율이 높을 수록 수증기 부분압은 증가하는 경향이였다.

그리고 Fig. 6의 각 수분함량별 기울기로부터 (2)식을 이용하여 흡습엔탈피를 계산하면 Fig. 7과 같다. 즉 수

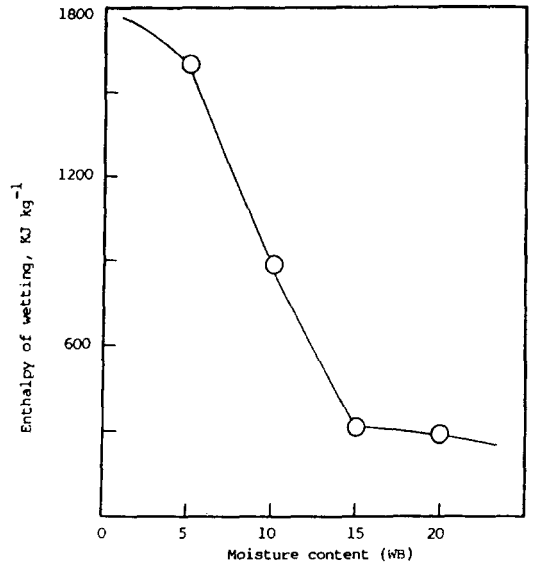


Fig. 7. Variation of enthalpy of wetting with moisture content

분함량이 5%일 때 흡습엔탈피는 약 1,599 KJ·kg⁻¹으로서 10%일 때보다 약 1.8배, 15%일 때보다 약 5.1배 및 20%일 때보다 약 5.4배로서 수분함량이 적을 수록 흡습엔탈피는 급격히 감소하는 경향을 보이고 있는데 이는 감자⁽¹⁶⁾의 경우와 비슷하였다. 고추씨 혼합비율에 따른 흡습엔탈피를 비교한 것은 Table 7에 나타내었다. 고추씨 100%를 제거한 고추가루의 경우 수분함량 5%, 10%, 15% 및 20%의 경우 흡습엔탈피는 각각 1,599 KJ·kg⁻¹, 884 KJ·kg⁻¹, 314 KJ·kg⁻¹ 및 295 KJ·kg⁻¹이었고 고추씨를 전혀 제거하지 않은 고추가루의 경우는 1,363 KJ·kg⁻¹, 424 KJ·kg⁻¹, 304 KJ·kg⁻¹ 및 272 KJ·kg⁻¹, 고추씨를 50% 제거한 고추가루의 경우는 1,481 KJ·kg⁻¹, 475 KJ·kg⁻¹, 310 KJ·kg⁻¹ 및 286 KJ·kg⁻¹로서 고추씨 혼합비율이 높을 수록 흡습엔탈피는 증가하는 것이 특징이였다.

이와 같은 경향은 통고추의 흡습엔탈피에 대해서 보고한 김 등⁽²³⁾의 결과와 유사하며 고추가루와 같은 건조식품은 통상 11~14% 정도의 수분함량에서 저장 및 유통되기 때문에 흡습성이 큰 고추가루를 저장할 경우 대기의 수분을 효과적으로 차단시켜 줄 수 있는 방법

Table 6. Comparison of partial pressure of water vapor with mixing ratio of red pepper seeds

Moisture content(%)	Without seeds			With 50% seeds			With 100% seeds		
	15°C	25°C	40°C	15°C	25°C	40°C	15°C	25°C	40°C
5	3.218	2.813	2.525	2.995	2.525	2.353	2.813	2.523	1.897
10	1.203	1.021	0.820	1.049	0.954	0.812	0.916	0.820	0.733
15	0.733	0.653	0.597	0.597	0.478	0.415	0.527	0.430	0.356
20	0.415	0.342	0.287	0.342	0.287	0.235	0.328	0.261	0.210

Table 7. Comparison of wetting enthalpy with mixing ratio of red pepper seeds

Moisture content (%)	Wetting enthalpy (KJ · kg ⁻¹)		
	Mixing ratio without seeds	with 50% seeds	with 100% seeds
5	1,599	1,481	1,363
10	884	475	424
15	314	310	304
20	295	286	272

포장재나 기타 적절한 저장조건을 유지해 주는 것이 바람직하다고 하겠다.

요 약

고추씨 혼합비율에 따른 고추가루를 상대습도 11%에서 93%까지 8단계의 상대습도별로 15°C, 25°C 및 40°C의 온도구에 저장하면서 고추가루의 흡습특성을 비교하였다. 저장시간에 따른 고추가루의 흡습곡선은 고추씨 혼합비율에 관계없이 RH 43% 이하에서는 단시간 내에 평형에 도달하여 수분함량의 변화가 거의 없었으나 RH 75% 이상에서는 평형수분함량이 급격히 증가하였다. 따라서 RH 75% 이상에서는 갈변현상이 나타났고, RH 33% 이하에서는 탈색현상이 나타났다. 고추씨를 완전히 제거한 고추가루의 단분자층 수분함량은 온도에 따라서 5.88%에서 7.35%로서 온도가 내려감에 따라 증가하였고, 고추씨 혼합비율이 높을 수록 단분자층 수분함량은 감소하였다.

문 헌

1. 대한민국 농림수산부 : 농림수산통계연보(1989)
2. 이성우 : 녹숙고추의 저온저장에 따른 종자갈변에 관한 생리학적 연구. 한국식품과학회지, 3, 29(1971)
3. 김현구, 고하영, 박무현, 신동화 : 고추의 전처리와 건조 효율 및 품질에 미치는 영향에 관한 연구. 농어촌개발공사 식품연구사업보고, p. 329(1980)
4. Laul, M.S., Bhalerao, S.D., Rane, V.R. and Amla, B.L. : Studies on the sun drying of Chillies(*Capsicum annum* Linn.). *Indian Food Packer*, 24, 22(1970)
5. Lease, J.G. and Lease, E.J. : Factors affecting the retention of red color in peppers. *Food Technol.*, 10, 368(1956)
6. Chen, S.L. and Gutmanis, F. : Auto-oxidation of extractable color pigments in Chili pepper with special reference to ethoxyquin treatment. *J. Food Sci.*, 33, 274(1968)
7. 장규섭, 김재욱 : 유연포장재를 이용한 고추 포장에 관한

- 연구. 한국농화학회지, 19, 145(1976)
8. 김동연, 이종욱 : 건조고추 저장 중의 변색에 관한 연구. 한국식품과학회지, 12, 53(1980)
9. 김동연, 이종욱, 신수철 : 고추의 건조 및 분쇄방법에 따른 변색. 한국농화학회지, 25, 1(1982)
10. 엄초애 : 고추장의 신미성분 Capsaicin에 대한 정량법 및 조리에 의한 변화에 관하여. 한국영양학회지, 2, 99(1969)
11. 김현구, 박무현, 신동화, 민병용 : 고추의 장기안전 보관을 위한 적정 저장조건의 구명시험. 농어촌개발공사 식품연구사업보고, p. 304(1981)
12. Rockland, L.B. : Saturated salt solutions for static control of relative humidity between 5°C and 40°C. *Anal. Chem.*, 32, 1375(1960)
13. Wink, W.A. and Sears, G.R. : Instrumentation studies LVII. Equilibrium relative humidities above saturated salt solutions at various temperatures. *TAPPI*, 33, 96A(1950)
14. Houston, D.F. : Hygroscopic equilibrium of brown rice. *Cereal Chem.*, 29, 71(1952)
15. Karel, M. : Water activity and food preservation. In *Physical Principles of Food Preservation(Principles of Food Science part II)*, Karel, M., Fennema, O.R. and Lund, D.B. (ed), Marcel Dekker, Inc., New York, p. 237(1975)
16. Keey, R.B. : Enthalpy of moist solids. In *Introduction of Industrial Drying Operations*, Pergamon Press, Oxford, p. 42(1978)
17. Hunter, I.R., Houston, D.F. and Kester, E.B. : Development of free fatty acids during storage of brown(husked) rice. *Cereal Chem.*, 28, 232(1951)
18. Labuza, T.P., McNally, L., Gallagher, D., Hawkes, J. and Hurtado, F. : Stability of intermediate moisture foods. I. Lipid oxidation. *J. Food Sci.*, 37, 154(1972)
19. Salwin, H. : Moisture levels required for stability in dehydrated foods. *Food Technol.*, 17, 1114(1963)
20. Labuza, T.P. : Shelf-life of dehydrated foods. In *Shelf-Life Dating of Foods*, Food & Nutrition Press, Westport-Connecticut, p. 387(1982)
21. 김현구, 박무현, 민병용, 서기봉 : 저장 상대습도 및 온도에 따른 분말 고추의 흡습특성. 한국식품과학회지, 16, 108(1984)
22. Salwin, H. : Defining minimum moisture contents for dehydrated foods. *Food Technol.*, 13, 594(1959)
23. 김현구, 박무현, 신동화, 민병용 : 저장 상대습도와 온도에 따른 통고추의 변색 및 흡습특성. 한국식품과학회지, 16, 437(1984)

(1990년 8월 13일 접수)