

사과의 삼투압농축과 열풍건조시 갈색화 반응에 미치는 효과

김 명 환

효성여자 대학교 식품가공학과

Osmotic Concentration of Apples and Its Effect on Browning Reaction during Air Dehydration

Myung-Hwan Kim

Dept. of Food Science and Technology, Hyosung Women's University, Kyungsan, 713-702, Korea

Abstract

Internal mass transfer during osmotic concentration of apples in sugar solutions was examined as a function of concentration, temperature and immersion time of those solutions using moisture loss, sugar gain, molality and rate parameter. Influence of osmotic concentration processes on browning reaction was also evaluated compared to control. Increasing the concentration and temperature of sugar solutions increased moisture loss, sugar gain, molality and rate parameter. Water loss was rapid early in the process and then levelled off. The same phenomena were occurred on sugar gain only in higher concentration(60° brix). In lower concentration (30° brix), sugar gain was gradually increased during whole process. Moisture loss during osmotic concentration using a sugar solution(60° brix, 60°C) with 180min immersion time was 45.79%. Effect of osmotic concentration before air dried to 4% M.C.(wet basis) on browning reaction was significant. Minimum browning reaction during air drying was carried out using a pretreatment such as osmotic concentration in sugar solution(60° brix, 45°C) with 150min immersion time(O.D.=0.01) compared to control(O.D.=0.17).

서 론

삼투압 농축은 수분활성도가 식품보다 낮은 삼투압 용액이나 분말속에 식품을 담구어 행하는데, 식품으로는 일반적으로 과일이나 채소류를 사용하고 삼투압 용액으로는 설탕용액(50~70° brix)을 많이 쓰며 물엿(dextrose equivalent 28)이나 과당, 소금등도 이용된다¹⁾. 삼투압 농축시의 물질 이동에는 두방향의 흐름이 생기는데 한 흐름은 식품속의 수분이 삼투압 용액이나 분말속으로 확산되고, 다른 흐름은 삼투압 용액속의 용질이나 용해된 분말이 식품속으로 확산된다²⁾.

삼투압 농축중 수분감소율과 용질증가율은 일반적으로 삼투압 용액의 종류, 농도, 온도 및 pH, 침지시간, 삼투압 용액과 식품의 비, 식품의 두께와 표면적, 교반유무 등의 영향을 받는다. 그중 삼투압 용액의 종류 및 농도와 침지 온도에 따른 삼투압 kinetics에 관한 연구가 많이 보고되고 있다³⁻⁷⁾. 삼투압 농축의 장점은 농축중 신맛을 제거 시킴과 동시에 단맛을 증가시키고, 보다 안정한 건조제품을 얻기 위하여 농축 후 진공 또는 열풍건조시 열에 대한 색과 맛의 손상을 최소화시키고, 효소적 갈색화 반응에 대한 식품의 변색을 억제하여 변색방지 처리가 불필요하며 표

면경화 현상을 억제시킨다⁸⁻¹⁰⁾.

본 연구에서는 사과와 삼투압 농축중 설탕용액의 농도와 온도 및 침지시간에 따른 물질 이동을 수분손실, 설탕흡수, 물랄농도, 속도 매개 변수로써 조사하였으며, 삼투압 농축을 거친 후 열풍건조 시킨것을 직접 열풍건조 시킨 대조구와 갈색화 반응 정도를 비교하였다.

재료 및 방법

재 료

1989년 수확한 직경 8.5~9.5cm, 수분함량 87.51% (wet basis)의 부사 사과(*Malus sylvestris* M.)를 구입하여 박피를 하고 이등분하여 제핵하고 절단기(Sunbeam, oskar)를 이용하여 3mm 두께로 자른적후 0.2% 소금용액에 10분간 침지시킨 다음 사용하였다. 삼투압 건조에 사용되어진 설탕은 시판용을 사용하였다.

삼투압 건조

순환식 항온수조(K.M.C 1205w, 유량 : 5ℓ/min)를 이용하여 1ℓ유리병에 100g의 사과를 400ml의 설탕용액(30, 45 및 60° brix)에 넣은후 30, 45 및 60°C에서 20~180분간 침지 시켰다. 일정시간 침지시킨 사과를 설탕용액으로 부터 건져내어 몇 초간 세척하여 표면에 부착된 설탕을 제거 시킨 후 여과지를 이용하여 표면수분을 제거시켰다.

열풍건조

캐비넷 열풍 건조기를 이용하여 70°C에서 유속 3m/sec 선반하중 0.5g/cm²의 조건으로 대조구 및 삼투압 농축시킨 사과를 4% (wet basis)까지 건조 시켰다.

수분함량

캐비넷 열풍 건조기를 이용하여 105°C에서 6시간 건조시켜 수분함량을 측정하였다.

갈변도

열풍 건조시킨 사과를 분말화 시킨 후 1.0g을 취하여 40ml의 증류수를 가한다음 10% trichloroacetic acid 용액 10ml를 가하여 실온에서 2시간 방치후 여과하여 분광 광도계(Shimadzu double beam spectrophotometer, UV-200s)를 이용하여 420nm에서 흡광도로 측정하였다¹¹⁾.

삼투압 농축의 kinetics

삼투압 농축중의 수분손실과 설탕흡수는 사과 내부의 용질이 삼투압 용액에 대하여 확산작용이 일어나지 않으며 삼투압 용액의 농도는 균일하다는 가정하에서 Magee등²⁾의 중량 측정 방법에 의해서 구하였다.

수분손실(WL)과 설탕흡수(SG)는 다음과 같은 공식에 의하여 구하였다.

$$WL = \frac{(WWO) - (TW - WS)}{\text{initial wet apple (g water loss/100g wet apple)}} \times 100$$

$$SG = \frac{(WS - WSO)}{\text{initial wet apple (g sugar gain/100g wet apple)}} \times 100$$

한편 WWO=초기 수분(g)

WSO=초기 고형분(g)

TW =삼투압 건조후 사과의 무게(g)

WS =삼투압 건조후 고형분(g)

속도 매개 변수 K는 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Molality} = K t^{0.5}$$

$$\text{한편, Molality} = \frac{(\text{sugar gain})_{t=i}}{(\text{water content})_{t=0} - (\text{water loss})_{t=i}} \times \frac{1000}{\text{MW of sugar}}$$

(Moles/kg water)

t=침지 시간(min)

결과 및 고찰

설탕용액 농도효과

30°C 설탕용액에서 농도(30 또는 60° brix)에 따른 사과의 수분손실과 설탕흡수는 Fig. 1과 같다. 수분손실은 30 및 60° brix의 농도에서 모두 초기 60분 동안에 빠르게 이루어진 후 그후에는 서서히 이루어졌는데 침지시간 180분을 기준으로 30° brix에서는 16.73%, 60° brix에서는 32.72%로 60° brix에서 30° brix보다 약 2배의 수분 손실이 되었다. 이와같은 현상의 원인들로는 설탕용액의 농도에 따른 삼투압의 변화 및 설탕의 흡착, 흡수에 의한 사과표면 및 내부의 수분이동 저해등을 들 수 있다.

설탕흡수는 30° brix보다 60° brix의 농도에서 초기100분 동안에 빠르게 진행되었는데 이는 고농도시 농축초기에 사과 표면에 설탕분자들의 흡착에 의한것으로 보고⁸⁾ 되고 있으며 또한 삼투압 농축시 표면 이동속도 보다 내부 이동속도가 삼투압 농축을 조절함을 뜻한다.

설탕용액 온도효과

60° brix 설탕용액에서의 용액온도(30, 45 및 60°C)에 따른 사과의 수분손실과 설탕흡수는 Fig. 2에 나타난 바와같이 온도가 높아짐에 따라 수

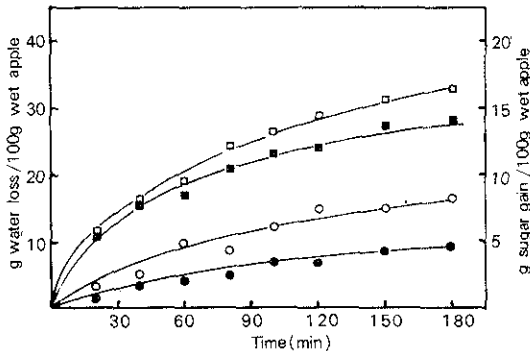


Fig. 1. Water loss and sugar gain as a function of immersion time and brix at 30°C.

- , □ Water loss at 30 and 60 brix sugar solution, respectively.
- , ■ Sugar gain at 30 and 60 brix sugar solution, respectively.

분손실 속도와 설탕흡수 속도가 증가함을 알 수 있다. 수분손실율과 설탕흡수율 변화는 저온구간(30°C~45°C)보다는 고온구간(45°C~60°C)에서 컸다.

설탕용액의 온도 10°C증가는 10° brix 농도증가와 같다는 보고⁵⁾와는 달리 수분손실율은 삼투압 용액 온도 보다는 농도에 영향을 많이 받았으며, 이는 Fig. 3에 나타난 바와같이 30° brix, 60°삼투압 농축이 60° brix, 30°C보다 많은 수분손실율을 나타냄으로써 알 수 있다. 설탕흡수율 역시 삼투압 용액 온도보다는 농도에 영향을 많이 받았으며 고농도(60° brix)에서 저농도(30° brix)보다 농축 초기에 사과표면에 설탕 분자들이 흡착현상이 두드러져 그 농도에서는 설탕흡수가 온도에 관계없이 초기100분에 빠르게 이루어진 후 거의 변화가 없는 반면 저농도에서는 계속적으로 이루어지는 현상을 나타내었다(Fig. 4). 상대적으로 온도에 따른 설탕 몰랄농도 증가율은 고농도에서는 농축초기에 거의 이루어진 반면 저농도에서는 계속적으로 이루어졌다(Fig. 5). 또한, 설탕 몰랄농도 증가율 변화는 저온구간(30°C~45°C) 보다는 고온구간(45°C~60°C)에서 컸다.

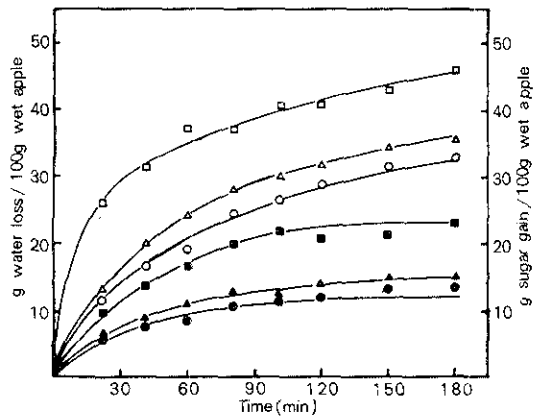


Fig. 2. Water loss and sugar gain as a function of immersion time and temperature at 60 brix sugar solution.

- , △, □ Water loss at 30, 45 and 60°C, respectively.
- , ▲, ■ Sugar gain at 30, 45 and 60°C, respectively.

으며, 용액온도 보다는 용액농도의 효과가 컸다. 농도에 관계없이 수분손실은 초기 침지 과정에서 빠르게 이루어진 후 증가현상이 둔화 되었으나, 설탕흡수는 고농도(60° brix)에서만 이런 현상이 일어났으며 저농도(30° brix)에서는 계속적인 증가현상이 나타났다. 설탕용액(60° brix, 60℃)에서 180분간 침지후는 45.79%의 수분손실이 되었다. 70℃로 4%수분(wet basis)까지 열풍건조시 갈색화반응에 대한 삼투압농축의 효과는 현저하였다. 대조구(O.D.=0.17)와 비교하여 최소 갈색화반응은 설탕용액(60° brix, 45℃)에서 150분간 삼투압 농축시킨후 열풍건조시 O.D.=0.01이었다.

문 헌

1. Lericci, C. R., Pinnavaia, G., Dalla Rosa, M. and Bartolucci, L. : Osmotic dehydration of fruit : Influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. *J. Food Sci.*, **50**, 1217 (1985)
2. Magee, T. R. A., Hassaballah, A. A. and Murphy, W. R. : Internal mass transfer during osmotic dehydration of apple slices in sugar solutions. *Ir. J. Fd. Sci. Technol.*, **7**, 147(1983)
3. Lenart, A. and Flink, J. M. : Osmotic concentration of potato. I. Criteria for the end point of the osmosis process. *J. Fd. Technol.*, **19**, 45(1984)
4. Contreras, J. E. and Smyl, T. G. : An evaluation of osmotic concentration of apple rings using corn syrup solid solutions. *Can. Inst. Sci. Technol.*, **14**, 310(1981)
5. Conway, J., Castaigne, F. and Vovan, X. : Mass transfer considerations in the osmotic dehydration of apples. *Can. Inst. Food Sci. Technol.*, **16**, 25(1983)
6. Farkas, D. F. and Lazar, M. E. : Osmotic dehydration of apple pieces. Effect of temperature and syrup concentration on rates. *Food Technol.*, **23**, 688(1969)
7. Islam, N. N. and Flink, H. N. : Dehydration of potato. II. Osmotic concentration and its effect on air drying behavior. *J. Fd. Technol.*, **17**, 392(1982)
8. Kim, M. H. and Toledo, R. T. : Effect of osmotic dehydration and high temperature fluidized bed drying on properties of dehydrated rabbiteye blueberries. *J. Food Sci.*, **52**, 980 (1987)
9. Ponting, J. D. : Osmotic dehydration of fruits. recent modifications and applications. *Process Biochem.*, **12**, 18(1973)
10. Woodroof, J. G. and Luh, B. S. : Commercial fruit processing. AVI, Westport, Conn. (1975)
11. Hendel, C. E., Bailey, G. F. and Taylor, D. H. : Measurement of non-enzymatic browning of dehydrated vegetable during storage. *Food Technol.*, **4**, 344(1950)

(1990년 2월 28일 접수)