

식품의 건조 및 수축 특성에 관한 연구

-2. 다시마의 건조 및 수축 특성에 영향을 미치는 인자-

조 덕 제 · 허 중 화* · 정 수 열**
경남전문대학 식품영양과

Drying and Shrinking Characteristics of Food

2. Influencing Factors in Drying and Shrinking Characteristics of Sea Tange

Duck-Jae CHO, Jong-Hwa HUR*, and Soo-Yeol CHUNG**

Department of Food and Nutrition
Kyung Nam Junior College, Pusan 616-012, Korea

Square slices of sea tangle was dried in hot air drier that could be controlled air temperature, relative humidity and air velocity. Under various drying conditions, drying and shrinking characteristics were investigated.

1) During drying sea tangle, the constant rate period was nonexistent and the falling rate could be divided into a 2 periods, namely, a first falling rate period and a second falling rate period.

2) The tip part was proceeded more shrinkage than base part, and under drying condition of air temperature 50°C, relative humidity 30%, air velocity 0.4m/s, when the moisture content was reduced to 20%, the shrinking ratio of tip part, middle part and base part were 57.5, 54.0 and 42.7%, respectively.

3) The drying shrinking and drying rate increased with decreasing relative humidity, but when the moisture content was reduced to 20%, the shrinking ratio increased with increasing relative humidity.

서 론

식품은 건조중 물리화학적 및 생물학적 변화 즉, 건조수축, 단백질의 변성 및 지질의 산화등을 일으키기 쉽기 때문에 제품의 품질을 손상시키는 일이

있다(木村, 1984).

특히 건조중 식품의 수축은 건조표면을 변화시켜 재료면의 압력구배를 생기게 하기 때문에 건조속도에 상당한 영향을 미치고 건조과정에서 수축이 일어나면 조직의 붕괴 및 오목볼록상으로 형태가 변화는 것이 현저하다. 그래서 건조공정중 식품의 수

*경상대학교 식품공학과

(Department of Food Science and Technology, Gyeong Sang National University, Jinju 660-300, Korea)

**동주여자전문대학 식품영양과

(Department of Food and Nutrition, Dong Ju Women's Junior College, Pusan 604-083, Korea)

축으로 인한 표면적의 변화에 대해서 많은 관심을 가지게 되었다.(Suzuki et al., 1976; Shimizu, 1956; Kamei and Towei, 1952) 따라서 이와 같은 건조수축의 상태를 명확히 하는 것은 건조기구의 해명에 뒷바침이 되는 것은 물론 건조과정 중에 수축이 일어날 경우 건조 조건을 조절한다던가 혹은 균일한 수축이 일어날 수 있도록 하기 위해서 두께를 일정하게 해서 건조하는 것등의 구체적인 처리의 기초가 될수 있다.

따라서 우리나라를 비롯한 일본이나 중국에서 식용으로 사용되고 있는 다시마를 열풍건조법에 의해서 건조할 경우 건조 및 수축특성에 영향을 미치는 외부요인에 대해서 조사하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

다시마 (*Laminaria japonica*)를 Fig.1과 같이 기부(base part), 중간부(middle part) 및 선단부(tip part)로 나누어 사용하였으며, 두께의 평균값은 각각

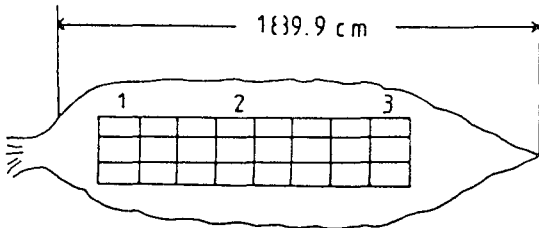


Fig. 1. Sample situation of sea tangle

1: base part 2: middle part 3: tip part

2.22mm, 1.54mm 및 0.93mm이었다. 이와같은 다시마를 온도 (40,50,60°C), 상대습도(15,30,40%) 및 풍속(0.4, 0.8m/s)을 변화시키면서 건조 시켰다.

2. 실험장치 및 표면적측정

Cho et al. (1988)과 동일하게 행하였다.

3. 건조속도의 측정

Shinohara and Wada (1955)의 방법에 따라 변화하는 표면적의 크기, 함수율의 변화 및 건조시간에서 부터 직접 산출하였다. 차원은 $g/cm^2 hr$ 이다.

4. 수축율의 측정

Cho et al. (1988)과 동일하게 행하였다

결과 및 고찰

1. 채취부위의 영향

공기의 온도, 상대습도 및 풍속이 각각 50°C, 30% 및 0.4m/s의 일정한 조건하에서 다시마를 채취부위(기부, 중간부, 선단부)별로 건조하여 함수율에 따른 건조속도곡선과 표면적의 변화를 나타낸 수축곡선과의 관계는 Fig.2 와 같다.

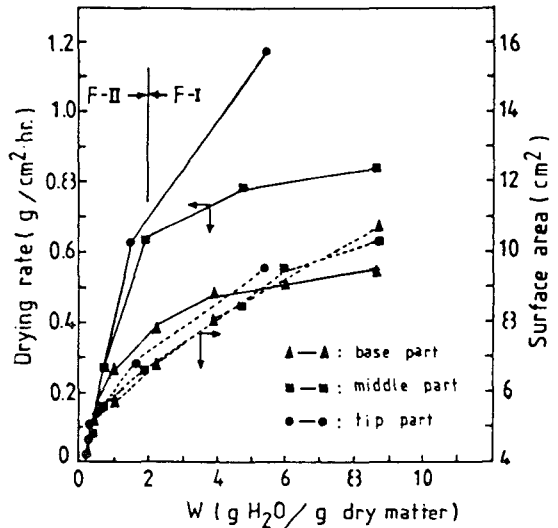


Fig. 2. Surface area shrinkage and drying rate curve at various part of sea tangle.

$T_a=50\%10^\circ C$, $RH=30\%$, $U=0.4m/s$

비균질식품에 대하여 Jason (1965)는 수분의 확산속도가 식품표면을 충분히 포화시켜줄 만큼 빠르지 못하며 그결과 식품표면의 수증기압이 시간의 흐름에 따라 낮아지므로 항률건조기가 존재하지 않는다고 보고하였다. 그리고 襄(1984)는 미역의 가공조건 및 건조 특성에 관한 연구에서 염장미역의 건조에 있어서 항률건조기는 볼 수 없었고 2단계의 감률건조기가 나타났다고 보고하였으며, 橋本·大島 (1958)는 다시마의 건조속도에 관한 연구에서 건조속도는 감률건조1단계와 2단계로 구분되었고 항률건조기는 나타나지 않았다고 보고하였다. 본 실험에서도 채취부위에 관계없이 항률건조기는 나타나지 않았고 바로 감률건조기가 나타났다. 그리고 이 건조기간은 다시 감률건조1단계와 2단계로 구분할 수 있었다. 또한 두께가 얇은 선단부가 건조속도가 가장 빠르며 그 다음이 중간부 및 기부의 순으로 건조속도는 두께에 비례하여 증가하였다.

Shinohara and Wada (1955) 는 근채류는 조직구조가 거칠음에도 불구하고 유연하기 때문에 탈수와 더불어 수축이 일어나기 쉽고 대개 얇은 것이 두터운것에 비해 수축이 크며 초기함수율이 높은 것이 더 많이 수축한다고 하였으며, Yokoya (1977) 도 역시 유연한 조직을 가진 식품일수록 수축의 정도가 크다고 하였다. 본 실험에서도 건조중 다시마의 수축은 두께에 상당한 영향을 받았으며 건조시간 120분에 있어서의 수축율은 선단부, 중간부 및 기부는 각각 57.5%, 54.0% 및 42.7%로서 두께가 얇은 것일수록 수축이 많이 일어났다.

2. 온도의 영향

다시마의 중간부를 사용하여 일정한 상대습도(30%) 및 풍속(0.4m/s) 하에서 공기의 온도를 40, 50 및 60°C로 변화시켜 건조를 행하고 함수율에 대한 건조속도곡선과 수축곡선을 Fig.3에 나타내었다. 건조

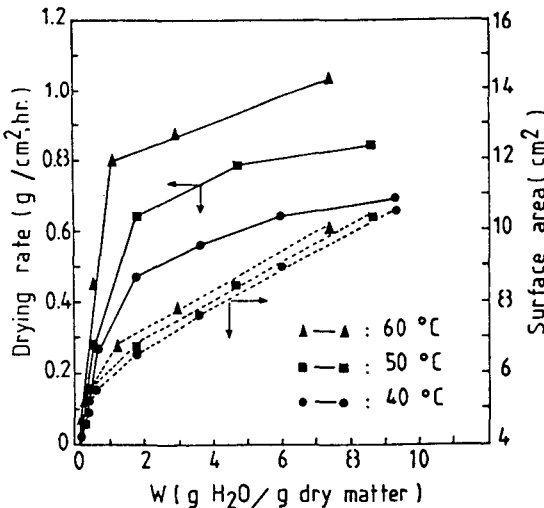


Fig. 3. Surface area shrinkage and drying rate curve at various air temperature. Part=middle, RH=30%, U=0.4m/s

속도는 온도의 상승에 따라 전건조공정에 걸쳐 증가하였으며, 수축속도는 감률건조 1단계에서는 온도가 높을수록 증가하였으나 감률건조 2단계에서는 큰 차이가 없었다.

Shinohara and Wada (1955)는 감자 및 고구마의 건조실험에서 두께 및 상대습도가 일정한 경우 50~90°C의 공기에서는 온도가 높을수록 건조속도가 증가하고, 함수율 20%까지 건조시켰을 때 수축율은 70°C 이하에서는 온도에 큰 영향을 받지 않는다

고 보고하였다. 본 실험에서 건조시간 90분까지의 수축율을 Table 1에 나타내었는데 온도 40°C, 50°C 및 60°C에서 90분간 건조시켰을 때 수축율은 각각 36.9%, 45.3% 및 49.3%로 온도가 높을수록 건조과정에서의 수축율은 컸으나, 건조말기인 함수율 20%까지 건조시켰을 때의 수축율은 Shinohara and Wada (1955)의 보고와 같이 온도에 큰 영향을 받지 않고 거의 같은 정도이다.

Table 1. Effect of temperature in shrinking ratio at 90min. of drying time

Air temperature (°C)	Time (min.)	Shrinking ratio (%)
40	90(210)	36.9(56.8)
50	90(180)	45.3(57.1)
60	90(120)	49.3(57.5)

() : reducing moisture content to 20%

3. 상대습도 및 풍속의 영향

다시마의 중간부를 사용하여 온도 (50°C) 및 풍속 (0.4m/s)을 일정하게 하고 상대습도 (15%, 30%, 45%)를 달리하여 건조를 행하고 함수율에 따른 건조속도 및 수축곡선의 변화를 Fig.4에 나타내었다.裴 (1984)는 미역의 건조에서 온도와 풍속이 일정한 경우 감률건조 1단계는 상대습도의 영향을 받고있는 건조기간이라고 하였다.

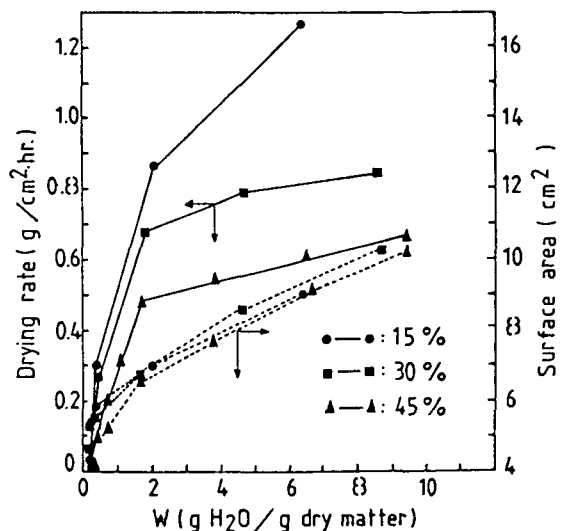


Fig. 4. Surface area shrinkage and drying rate curve at various relative humidity. Part=middle, Ta=50°C, U=0.4m/s

본 실험에서도 감률건조 1단계에서는 상대습도에 따라서 서로다른 기울기를 보였으며, 감률건조 2단계의 후반에서는 상대습도에 관계 없이 비슷한 건조속도를 나타내었다. 이와 같은 현상은 감률건조 1단계는 물체의 표면이 건조되어 건조속도가 감소함으로 해서 나타나는 것이고 감률건조 2단계는 표면에서 일어나던 증발면적이 고체내부로 이동하게 되어 더욱 건조속도가 떨어지며, 이 기간에서의 건조속도는 고체내부에서의 이동속도에 지배되며 상대습도 및 풍속등의 외부적인 요인에는 영향을 받지 않기 때문이다 (Brennan et al., 1976).

또한 건조시간 90분까지의 표면적수축율을 Table 2에 나타내었으며 이때의 수축율은 상대습도 15%, 30% 및 45%에서 각각 51.8%, 45.3% 및 35.4%로서 표면적 수축은 습도가 낮을수록 건조초기에는 수축의 정도가 빠르나 함수율 20%까지 건조시켰을 경우 수축율은 상대습도 15%, 30% 및 45%에서 각각 55.8%, 57.1% 및 60.3%로서 습도가 높은것이 오히려 수축의 정도가 증가하였다. 이와같이 상대습도가 낮을수록 수축이 더 적게 이루어지는 현상은 습도가 상당히 낮으면 표면만 약간 건조경화(표면경화)하고 내부수분은 확산저항이 증대하기 때문에 감률건조 후반에서는 건조속도가 다소 감소하고 수축속도도 적어지기 때문이라고 생각된다 (Brennan et al., 1976)

Table 2. Effect of relative humidity in shrinking ratio at 90 min. of drying time

Relative humidity (%)	Time (min.)	Shrinking ratio (%)
15	90(120)	51.8(55.8)
30	90(180)	45.3(57.1)
45	90(240)	35.4(60.3)

() : reducing moisture content to 20%

한편 일정한 온도 (50°C) 및 상대습도 (30%) 하에서 다시마의 중간부를 건조하였을 경우 건조속도 및 표면적수축에 미치는 풍속 (0.4m/s, 0.8m/s)의 영향을 Fig. 5에 나타내었다.

鄭 등(1986)은 풍속이 건조에 미치는 영향은 주로 수분함량이 높은 건조초기에 크게 나타나고 건조말기의 수분함량이 낮을때는 거의 영향을 받지 않는다고 하였으며, Brennan et al. (1976)도 온도가 일정할때 풍속은 감률건조 2단계의 영역에서는 큰 영향이 없다고 하였다. 본 실험에서도 풍속의 증가에 따라 건조속도는 증가하였으나 Brennan et al. (19

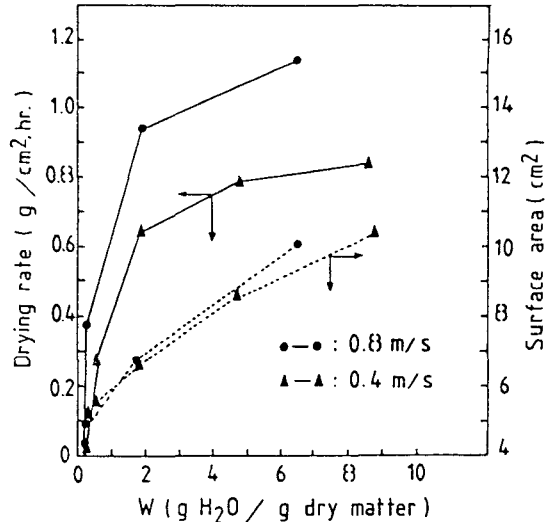


Fig. 5. Surface area shrinkage and drying rate curve at different air velocity.

Part=middle, Ta=50%10°C, RH=30%

76)의 보고와 같이 감률건조 2단계에서는 풍속이 건조속도에 큰 영향을 미치지 못하였다.

한편 표면적 수축도 풍속에 비례하여 증가하였으며 건조시간 90분까지의 수축율은 풍속 0.4m/s 및 0.8m/s에서 각각 45.3% 및 61.5%로서 풍속의 증가에 따라 수축의 정도가 증가하였다. 橋本·大島(1958)는 수산물의 건조공정중의 변화에 관한 연구에서 공기의 온도가 31.0~32.5°C, 상대습도가 40~47% 및 풍속 2m/s하에서 다시마를 4시간 건조시켰을 경우 수축율은 67.0%였다고 보고하였다. 그러나 본 실험에서는 橋本·大島(1958)의 보고보다 다소 낮은 값을 나타내었는데 이것은 다시마의 품종, 채취부위 및 건조조건등의 차이에 기인한다고 생각된다.

요 약

다시마의 건조와 수축특성을 알기위한 기초자료를 얻고자 건조중인 다시마의 건조 및 수축특성에 미치는 채취부위, 공기의 온도, 상대습도 및 풍속의 영향에 관하여 실험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 다시마의 열풍건조과정은 항률건조 기간이 없이 바로 감률건조기가 나타났으며 이것은 다시 감률건조 1단계 및 2단계로 구분되었다.

2) 두께가 얇은 선단부가 기부보다 수축이 더 많이 되었으며 공기의 온도 50°C, 상대습도 30%, 유속

0.4m/s의 일정한 건조 조건하에서 다시마의 선단부, 중간부 및 기부를 120분까지 건조하였을 경우 수축율은 각각 57.5%, 54.0% 및 42.7%이었다.

3) 상대습도가 낮은것은 높은것에 비해 건조속도 및 수축속도는 빨랐으나 함수를 20%까지 건조하였을 경우 수축율은 오히려 상대습도가 높은것이 증가하였다.

文 獻

- Brennan, J. R., J. R. Butter, N. D. Cowell and A. E. Lilly. 1976. Dehydration. Food Engineering Operations, 318~319.
- Cho, D. J., S. H. Hur and S. Y. Chung. 1988. Drying and shrinking characteristics of food. 1. Shrinking phenomena during drying of sea tangle. Bull. Korean Fish. Soc. 21(1), 11~15.
- Kamei, S. and R. Towei. 1952. Studies on drying shrinkage. J. Soc. Chem. Mach. Japan 16(11), 372~377.
- Jason, A. C. 1965. Drying and dehydration. In Fish as Food, Vol. 3, G. Borgstrom, ed. pp. 1-54. Academic Press. New York. 3, 7.
- Shimizu, Y. 1956. Studies on the drying shrinkage of tobacco leaves(2). J. Soc. Agr. Mach. Japan 32(2), 150~155.
- Shinohara, H. and M. Wada. 1955. Air drying. of sweet potatoes. Chem. Eng. 19(11), 568~573.
- Suzuki, K., K. Kubota, T. Hasegawa and H. Hosaka. 1976. Shrinkage in dehydration of root vegetables. J. Food Sci. 41, 1189~1193.
- Yokoya, K. 1977. On the drying shrinkage of miyabe. J. Soc. Agr. Chem. Japan 51(5), 281~286.
- 裴泰進. 1984. 미역의 加工條件 및 乾燥特性. 釜山水産大學工學碩士學位請求論文. p. 30
- 鄭倍教·催容熙·孫泰華·催鍾旭. 1986. 사과의 乾燥條件에 따른 乾燥特性. 韓國食品科學會誌 18(1), 61~65.
- 橋本建司·大島浩. 1958. 水産物の 乾燥工程中の 變化. 1. リシリコンブの乾燥曲線について. 北水試用報. 28(5), 8~21.
- 木村進. 1984. 乾燥特性. 乾燥食品事典. 朝倉書店. 東京.

1987년 10월 5일 접수

1988년 2월 22일 수리