

한국산 차엽의 가공방법에 따른 건조특성에 관한 연구

서재신[†] · 허종화* · 최병민**

순천대학교 식품공학과

*경상대학교 식품공학과

**순천대학교 농업기계공학과

The Drying Characteristics of Korean Tea-Leaves by Processing Methods

Jae-Sin Seo[†], Jong-Wha Hur* and Byoung-Min Choi**

Dept. of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

**Dept. of Agricultural Machinery Engineering, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

Abstract

The drying constants and diffusion coefficient of Korean tea-leaves during hot air drying were determined with respect to different drying temperatures, plucking times, heating methods, and rolling conditions. Higher drying temperature, later plucking time, and repeated rolling contributed to increasing the drying constant of tea-leaves, which means faster drying. The drying constant was determined to be high in the samples heated several times before drying. The average drying constants were calculated as 0.356, 0.425, and 0.477/hr for the sample of the 1st, 2nd, and 3rd tea-leaves; 0.403, 0.418, and 0.438/hr for natural, steamed, and roasted tea-leaves, respectively. The diffusion coefficient of moisture in tea-leaves was affected by width and diameter of the samples, temperatures and rolling frequency. The average values of moisture diffusion coefficient were 1.162×10^{-8} , $1.986 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{hr}$ for natural, steamed, and roasted tea-leaves; 7.00×10^{-7} and $1.130 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{hr}$ for leaves and stems, respectively. Activation energies of diffusion were calculated as 9.50, 9.48, and 9.51 kcal/mol for steamed and roasted tea-leaves; 10.33 and 8.67 kcal/mol for leaves and stems, respectively.

Key words: Korean tea-leaves, drying constants, diffusion coefficient, activation energies

서 론

차는 차나무(*Camellia sinensis*)의 부드러운 어린 순이나 잎으로 만든 기호음료로서(1) 원산지는 중국의 운남성과 인도의 앓삼(Assam)지방으로 알려지고 있다(2). 우리나라에 차나무가 도입되기 이전에는, 전래 되어온 차로써 백산차, 오미자차, 난액차, 구기자차, 화향차, 제호차 및 곱차 등을 응용하였는데, 이중 백산차라고 함은 진달래유의 나뭇잎, 초화근의 목피, 곡물 및 과일 등을 다려서 만든 차의 총칭이었다(3-5). 차는 가공방법에 따라 녹차(발효하지 않은 차), 포종차(1/3 정

도 발효시킨 차), 오롱차(1/2~2/3 정도 발효시킨 차) 및 홍차(발효시킨 차) 등으로 나누며 채엽시기에 따라 1번차(4월 중순~5월 하순), 2번차(6월 하순~7월 상순) 및 3번차(8월 하순)등으로 나눈다(1,3,6). 녹차에 대한 연구는 1920년대를 기점으로 중국과 일본을 비롯하여 우리나라에서도 활발하게 진행되어, 화학성분에 관한 연구는 폭 넓게 보고되고 있으나(2,7-13), 차엽의 건조에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 녹차의 가공공정 중에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 건조공정이며, 이 건조공정을 해석하기 위해서는 녹차의 건조특성을 비롯하여 물성과 성분변화 등을 아는 것이 중요하다.

[†]To whom all correspondence should be addressed

따라서 본 연구에서는 효과적인 녹차가공공정을 규명하기 위한 기초적인 자료를 얻기 위하여 컴퓨터를 이용한 실험실 규모의 열풍건조기를 사용하여 채엽시기, 가공방법 및 건조온도 등에 따른 건조상수와 수분확산 계수에 대해 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

전라남도 영암군 지역에서 재배하는 차엽(*Thea sinensis* Linne var. Yabukida)을 5월 상순(1번 차엽; 1st tea-leaves), 7월 상순(2번 차엽; 2nd tea-leaves) 및 9월 상순(3번 차엽; 3rd tea-leaves)에 채엽하여 이중 일부는 녹차공장에서 덩음 처리하고, 이 덩음 처리한 것 중 일부를 20 및 40분씩 유념 처리한 후 덩음차엽(roasted tea-leaves)의 시료로 하였다. 그리고 채엽된 차엽의 일부를 96~98°C의 증기로 90~120초 동안 처리하여, 이 중 일부는 손으로 20 및 40분간 유념시켜 증자차엽(steamed tea-leaves)의 시료로 하였다. 또 채엽한 그대로의 원료인 생차엽(natural tea-leaves)을 대조구로 하였으며, 잎과 줄기로 분리하여 사용하였다. 건조 온도는 30, 50, 70 및 90°C였으며, 건조시간은 2시간, 그리고 건조실내의 평균 풍속은 0.4m/sec의 조건에서 건조실험을 실시하였다. 이 건조온도와 시간은 실제 공장에서 건조시 행하여지고 있는 조건을 기초로 하여 설정한 것이다.

실험장치

본 실험에 사용한 건조장치의 개략도는 Fig. 1과 같다. 무게 측정은 건조기(RE. Pickstone Co.) 위에 부하전지(load cell, Cas Co.)를 부착하여 건조 중 부하전지(load cell)에서 발생하는 아날로그(analog) 신호를 증폭기에서 증폭시키고, 이를 A/D 변환기(PDL-7110S)에서 수집 전환하여 Fig. 2와 같은 순서도에 따라 컴퓨터에서 출력과 동시에 수록하였으며, 아날로그 신호와 분동의 실제 무게와의 관계로부터 다음 식을 얻었다. $Weight = 88.58978 V + 0.10627$, 여기서 V는 증폭기에서 증폭된 voltage로서 이 식을 이용하여 건조중 무게 변화를 분당 간격으로 감지 수록하였으며, 건조중 건조구온도는 E thermocouple에 연결된 온도계(HI 8653 Hana)로서 5분 간격으로 측정 기록하였다.

함수율(W)

함수율은 Yoshitomi(14)의 방법에 따라, 상압 110°C

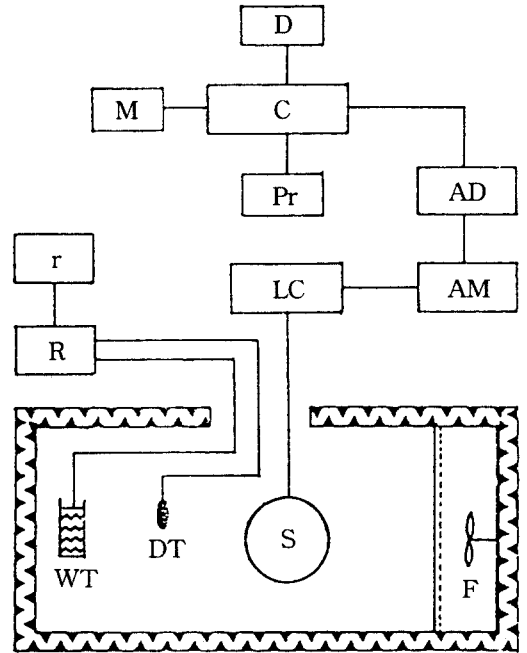


Fig. 1. Schematic diagram of experimental system. LC : Load cell, S : Sample, AM : Amplifier, AD : Analog digital converter, C : Computer, M : Monitor, D : Disk driver, Pr : Printer, F : Fan, DT : Dry-bulb thermocouple, R : Relay, T : Thermometer, WT : Wet-bulb thermocouple

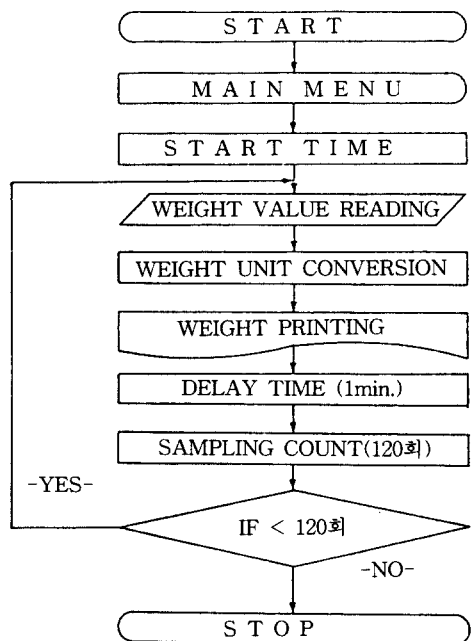


Fig. 2. Flow chart for data acquisition program.

에서 4시간 건조 후 함량이 될 때까지 건조시켜 수분량을 구한 다음 건조중량 %로 나타내었다.

건조상수

건조상수는 Yoshitomi(15)의 방법에 따라 지수함수 모델인 식(1)을 이용하여 최소자승법으로 건조상수 K를 구하고 이 식에서 형상계수인 A는 식(2)에서 얻었다. 평형수분함량은 저온에서 작성된 평형수분함량식인 식(3)으로부터 외삽하여 구하였으며, 상수 a, b, 및 c는 Yoshitomi(14)의 data를 이용하였다.

$$MR = \frac{W - W_e}{W_o - W_e} = A e^{-Kt} \quad (1)$$

MR : moisture ratio, W : t시간 후의 함수율, W_e : 평형수분 함량, W_o : 최초 함수율

$$A = \frac{8}{\pi} \text{ (잎의 경우),}$$

$$A = \frac{4}{\alpha_1^2} \text{ (줄기의 경우)} \quad (2)$$

α_1 : Bessel 함수에서 Jo(Z)의 근으로서 2.40이다.

$$W_e = \left[\frac{-a}{e^{bt} \cdot \ln \phi} \right]^{T/c} \quad (3)$$

a,b,c=상수, T=절대온도, ϕ =상대습도

수분확산 계수

건조상수 K를 이용하여 Yoshitomi(15)의 방법에 따라 식(4)와 (5)에 대입하여 구하였다.

$$D_L = \frac{4L^2K}{\pi^2} = 0.406L^2K \quad (4)$$

$$D_L = \frac{r_o^2K}{\alpha_1^2} = 0.173 r_o^2K \quad (5)$$

L : 잎 두께의 1/2, r_o : 줄기의 반경, α_1 : Bessel 함수에서 Jo(Z)의 근으로서 2.40이다. D_L과 D_S : 잎과 줄기의 수분확산 계수

결과 및 고찰

건조상수

지수함수모델에 적용시켜 식 (1)을 이용하여 각각의 조건에 따라 계산한 건조상수를 비교 분석하여 보았다.

채엽시기 및 가열방법에 의한 영향

1, 2 및 3번 차엽의 생, 증자 및 덩음차엽을 공기온도 50°C에서 각각 건조한 경우, 건조상수를 Table 1에 나타내었다. 채엽시기에 따른 건조상수는 채엽시기가 늦어질수록 증가하여 1, 2 및 3번 차엽의 평균 건조상수는 각각 0.356, 0.425 및 0.477/hr였으며, 특히 1번 차엽의 줄기가 작은 것은 1번 차엽의 줄기의 평균직경이 컸기 때문이고, 3번 차엽의 잎이 크게 나타난 것은 잎의 두께가 2번 차엽 보다 훨씬 작았기 때문으로, 건조상수는 성분조성이나 함수율 외에 재료의 크기에 영향을 받게 됨을 확인할 수 있었다. 그리고 열처리를 하지 않은 생차엽의 전체 평균값은 0.403/hr이고 열처리를 한 증자와 덩음차엽은 각각 0.418과 0.438/hr로 건조 전에 열을 많이 받은 시료일수록 건조상수가 크게 나타났으나, 건조온도가 높은 90°C의 경우, 생차엽의 잎과 줄기는 각각 4.389와 2.568/hr로 증자차엽의 4.391과 2.668/hr에 비하여 그 차이가 적었다.

유념의 영향

유념의 효과를 조사하기 위하여 생차엽을 제외한 모든 차엽에 대해 유념을 하지 않는 것, 20분 및 40분간 유념한 것을, 50°C로 건조한 경우의 건조상수를 살펴본 결과(Table 2), 유념함으로써 건조상수는 모든 차엽에서 증가하여, 1번 증자차엽의 경우에 잎과 줄기가 각각 0분에서는 0.401과 0.312/hr, 20분은 0.774와 0.474/hr이고 40분에서는 1.037과 0.628/hr로서, Yoshitomi (15)가 보고한 0분에서 0.785 및 0.406/hr, 20분에서 1.647 및 1.123/hr, 40분에서 2.794 및 2.739/hr와 경향은 일치하였으나 전반적으로 작았는데, 이는 차엽의 함수율 및 유념공정상의 차이에서 오는 것으로 생각되었다. 유념에 의한 효과는 줄기 쪽이 더 컸으며, 더욱이 유념을 할수록 그 효과가 줄기쪽에서 더욱 크게 나타났다. 또한 유념을 하지 않는 경우의 건조상수는 잎이 줄기 보다 컸다. 이처럼 유념작용에 의한 효과가 줄기

Table 1. Comparison of drying constants on plucking time and heating method in tea-leaves

Materials	Drying constant(hr ⁻¹)					
	1st		2nd		3rd	
	Leaves	Stems	Leaves	Stems	Leaves	Stems
Natural	0.506	0.194	0.511	0.178	0.811	0.216
Steamed	0.401	0.312	0.555	0.394	0.499	0.348
Roasted	0.419	0.303	0.477	0.436	0.637	0.353

Drying temperature : 50°C

1st, 2nd and 3rd : Plucking time (May, July and September)

쪽이 더 크게 되어 수분차를 해소시키는 방향으로 작용하므로, 성질이 다른 잎과 줄기를 함께 균일하게 건조시킬 수 없는 녹차가공과정에서는 대단히 좋은 중요한 현상이라고 생각되었다.

Table 2. Effect of rolling time on drying constant in tea-leaves

Materials	Drying constant(hr ⁻¹)					
	0 min		20 min		40 min	
	Leaves	Stems	Leaves	Stems	Leaves	Stems
1st						
Steamed	0.401	0.312	0.774	0.474	1.037	0.628
Roasted	0.419	0.303	0.644	0.688	0.662	0.781
2nd						
Steamed	0.555	0.394	0.927	0.683	0.942	1.117
Roasted	0.477	0.436	0.962	0.750	1.047	0.891
3rd						
Steamed	0.499	0.348	0.828	0.602	-	-
Roasted	0.637	0.353	1.340	1.062	-	-

Drying temperature : 50°C

1st, 2nd and 3rd : Plucking time(May, July and September)

온도의 영향

1번 차엽과 2번 차엽을 30, 50, 70 및 90°C로 건조온도를 달리하여 각각 건조한 경우의 온도에 따른 건조상수를 Fig. 3에 나타내었고, 2번 차엽은 Fig. 4에 나타내었다. 건조상수는 온도가 높을수록 증가하였으며, 1번 차엽의 경우 90°C 일 때 잎과 줄기는 각각 3.395/hr와 2.298/hr로 30°C와 비교하면 45배와 85배나 되었는데, Yamazawa 등(16)과 Fornell 등(17)은 송풍식 건조에서 증발량은 공기의 온도와 습도 및 풍량에 따라 결정되므로, 공기온도가 높으면 재료온도가 높게 되어 내부수분을 많이 제거할 수 있다고 보고한 바와 같이 온도가 높을 수록 건조상수는 증가하였다.

수분확산 계수

차엽의 잎은 무한평판으로 간주하고 줄기의 경우는 무한원주로 간주하여 일차원 수분확산모델을 사용한 식 (4)와 (5)로 부터 수분확산계수를 구하여 비교분석

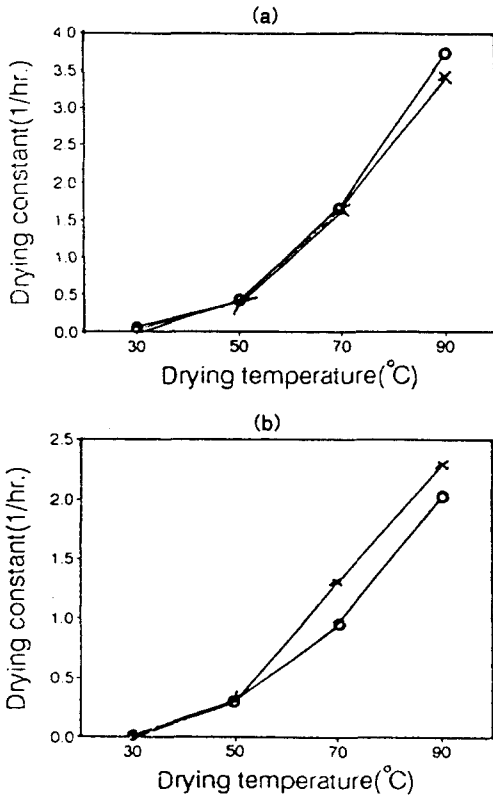


Fig. 3. Drying constants of leaves(a) and stems(b) in 1st tea-leaves at different drying temperature.
1st : First plucking(May).
○: Steamed tea-leaves, ×: Roasted tea-leaves

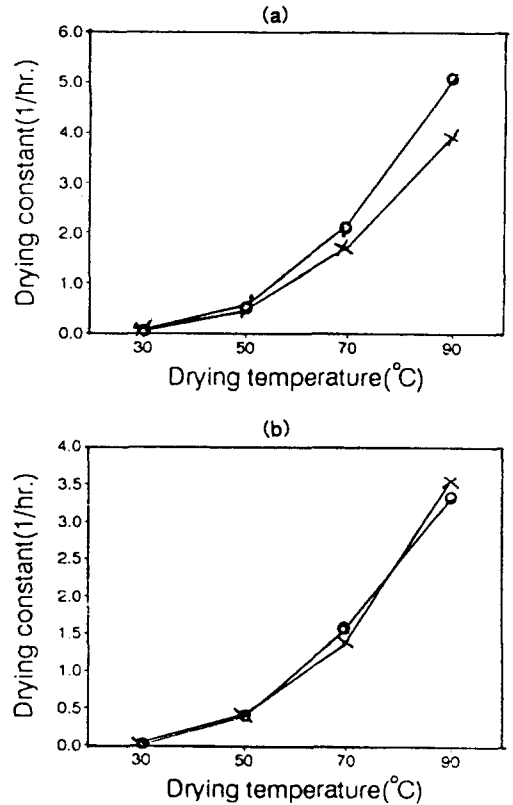


Fig. 4. Drying constants of leaves(a) and stems(b) in 2nd tea-leaves at different drying temperature.
2nd : Second plucking(July).
○: Steamed tea-leaves, ×: Roasted tea-leaves

하였다. 이 식의 상수인 잎의 두께와 줄기의 직경은 1, 2 및 3번 차엽에서, 각각 평균 0.193과 1.679, 0.215와 1.474 및 0.202와 1.473mm였다.

채엽시기 및 가열방법에 의한 영향

생시료, 증자 및 볶음 처리한 1, 2 및 3번 차엽을 50°C로 건조하여 측정된 수분확산계수를 살펴본 결과 (Table 3), 1, 2 및 3번 차엽의 수분확산계수가 잎의 경우 평균 1.667, 2.943 및 $2.690 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{hr}$ 였고, 줄기는 각각 평균 3.291, 3.146 및 $2.863 \times 10^{-8} \text{m}^2/\text{hr}$ 로 다소 차이가 났으며, 특히 잎에서는 2번 차엽이 줄기에서는 1번 차엽의 수분확산계수가 크게 나타났는데, 이것은 이들의 두께나 직경에 비해서 건조속도가 높고, 따라서 건조상수에 두께나 직경의 제곱을 구하여 얻게 되는 식 (4) 및 (5)의 관계로부터 얻어진 결과이다. 수분확산계수는 잎이나 줄기의 물리적인 구조와 특성에 따라서 달라지는 차엽내 수분의 이동속도를 표현하게 되며 이는 채엽 시기, 수분 함량 등의 조건에 따라 달라지는 것으로 생각된다. Yoshitomi(15)도 차엽의 품종이나 속도에 따라 건조특성이 다른 원인의 하나로서 차엽 중의 잎비율이나 각각의 함수율의 차에 의한다고 보고한 바 있다. 한편 생, 증자 및 볶음차엽에서는 각각 평균 1.162, 1.896 및 $1.958 \times 10^{-8} \text{m}^2/\text{hr}$ 로, 증자와 볶음차엽은 거의 비슷하였으나 생차엽은 이들에 비해 다소 작

Table 3. Comparison of moisture diffusion coefficient on plucking time and heating method in tea-leaves

Materials	Diffusion coefficient($\text{m}^2/\text{hr} \times 10^8$)					
	1st		2nd		3rd	
	Leaves	Stems	Leaves	Stems	Leaves	Stems
Natural	0.191	2.358	0.397	1.667	0.336	2.020
Steamed	0.151	3.813	0.261	3.687	0.207	3.258
Roasted	0.158	3.703	0.225	4.085	0.264	3.310

Drying temperature : 50°C

1st, 2nd and 3rd : Plucking time(May, July and September)

Table 4. Comparison of moisture diffusion coefficient on rolling time in steaming tea-leaves

Rolling time (min)	Diffusion coefficient($\text{m}^2/\text{hr} \times 10^8$)					
	1st		2nd		3rd	
	Leaves	Stems	Leaves	Stems	Leaves	Stems
0	0.151	3.813	0.261	3.687	0.207	3.258
20	0.292	5.790	0.435	6.401	0.316	5.646
40	0.390	7.676	0.442	10.462		

Drying temperature : 50°C

1st, 2nd and 3rd : Plucking time(May, July and September)

게 나타났다.

유념에 의한 영향

증자차엽을 유념하지 않은 것, 20 및 40분간 유념한 후 50°C에서 건조하여 측정된 잎과 줄기의 확산계수를 살펴본 결과(Table 4), 어느 차엽에서나 유념을 함으로써 수분확산계수는 증가하여, 1번 증자차엽의 경우 0, 20 및 40분에서, 잎은 각각 1.51, 2.92 및 $3.90 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{hr}$ 이고, 줄기는 3.81, 5.79 및 $7.68 \times 10^{-8} \text{m}^2/\text{hr}$ 로서, Yoshitomi(15)가 잎의 경우 각각 3.52, 4.98 및 $6.14 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{hr}$, 줄기는 4.72, 13.4 및 $27.9 \times 10^{-8} \text{m}^2/\text{hr}$ 라고 보고 한 것과 경향은 일치하였으나 값은 다소 차이가 났는데, 이는 초기 함수율과 유념공정상의 차이 등에 기인한 것으로 생각되었다. Yoshitomi(15)는 유념공정으로 차엽에 있는 왁스층이 파괴 또는 손상을 받기 때문에 수분의 통과를 쉽게 한다고 하였는데, 본 연구의 결과에서도 이와 같이 유념공정의 기계적 작용에 의해서 확산계수가 변화한다는 것이 확인되었다.

잎과 줄기의 비교

1 및 2번 차엽을 30, 50, 70 및 90°C에서 건조한 후 측정된 수분확산계수를 평균하여 잎과 줄기에 대해 살펴본 결과(Table 5), 모두 줄기가 컸으며 잎과 줄기의 전체 평균값은 각각 $7.00 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{hr}$ 와 $1.130 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{hr}$ 였다. 건조상수가 잎쪽이 컸으므로 수분확산계수도 잎쪽이 클 것으로 예상되었으나 줄기 쪽이 크게 나타났는데, 이는 잎쪽의 수분 이동거리가 줄기 보다 짧기 때문이며 같은 거리를 기준으로 비교한다면 줄기 쪽의 수분이동이 용이하다는 것으로, 줄기내부에 수분의 수송로가 있는 것을 생각하면 당연한 것으로 생각되었다.

수분확산의 활성화 에너지

수분확산계수와 온도와의 관계를 나타낸 Fig. 5와 Fig. 6의 직선의 기울기로부터 식 (6)인 Arrhenius식을 이용하여 계산한 확산의 활성화 에너지(E_a)는 Table 6과 같다. 수분확산의 활성화 에너지는 평균 9.50kcal/mol로서, Jason(18)과 정 등(19)이 어육 및 사과에서

Table 5. Comparison of average diffusion coefficient on leaves and stems of 1st and 2nd tea-leaves

Materials	Diffusion coefficient($\text{m}^2/\text{hr} \times 10^8$)			
	30°C	50°C	70°C	90°C
Leaves	0.023	0.230	0.781	1.766
Stems	0.168	3.219	13.260	28.540

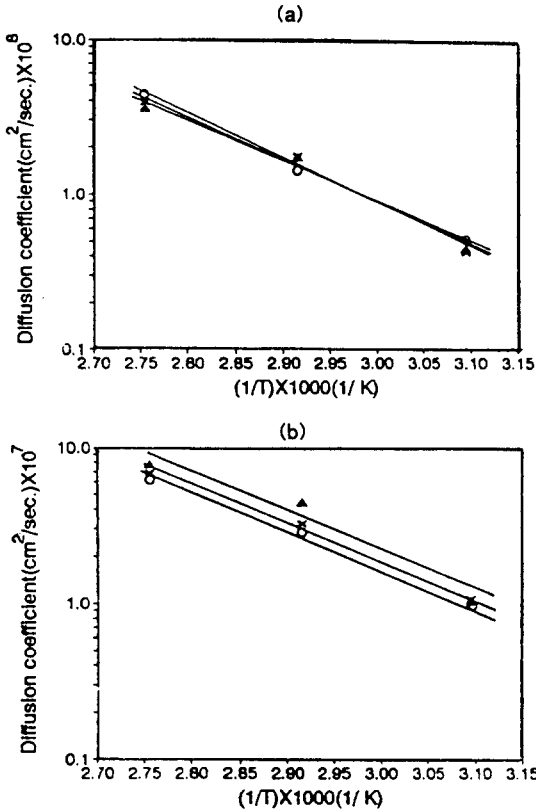


Fig. 5. Relationship of diffusion coefficient to temperature in leaves(a) and stems(b) in 1st tea-leaves.

1st : First plucking(May)
 ○: Natural tea-leaves, ×: Steamed tea-leaves,
 ▲: Roasted tea-leaves

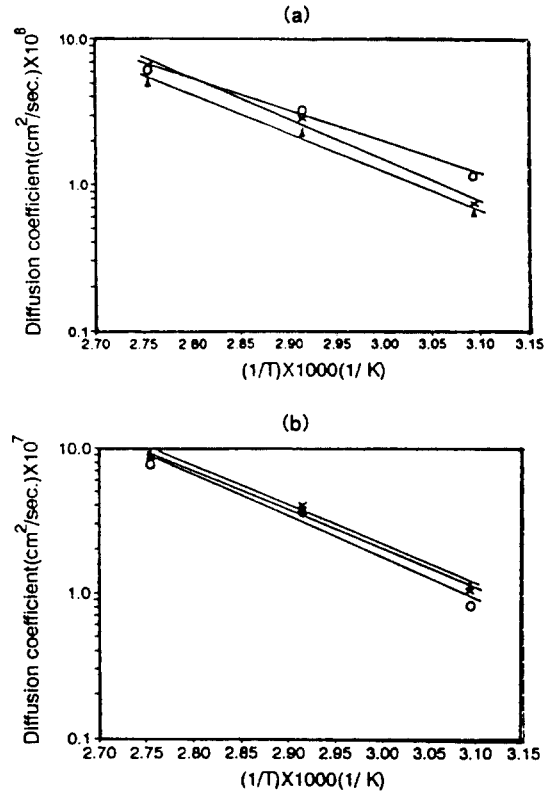


Fig. 6. Relationship of diffusion coefficient to temperature in leaves(a) and stems(b) in 2nd tea-leaves.

2nd : Second plucking(July)
 ○: Natural tea-leaves, ×: Steamed tea-leaves,
 ▲: Roasted tea-leaves

7.1 및 6.6kcal/mol로 보고한 것 보다는 컸다. 또 수분확산계수가 컸던 줄기쪽이 잎 보다 작았으며 1번 차엽의 경우 2번 차엽 보다 다소 크게 나타났고, 생, 증자 및 덩음차엽은 평균 9.50, 9.48 및 9.51kcal/mol로 거의 비슷하게 나타났다.

$$D = A \exp(-E_a/RT) \quad (6)$$

Table 6. Activation energy for diffusion in tea-leaves

Materials	Activation energy (kcal/mol)			
	1st		2nd	
	Leaves	Stems	Leaves	Stems
Natural	10.46	8.71	10.20	8.62
Steamed	10.42	8.78	10.12	8.61
Roasted	10.47	8.67	10.28	8.61

1st and 2nd : Plucking time(May and July)

요 약

한국산 녹차의 효과적인 가공공정을 규명하기 위한 기초자료를 얻기 위하여, 컴퓨터를 이용한 실험실 규모의 열풍건조장치를 사용하여 채엽시기, 가열방법, 유념 및 건조온도 등에 따른 차엽의 건조상수와 수분확산계수를 조사한 결과는 다음과 같다. 평균 건조상수는 1번 차엽은 0.356/hr, 2번 차엽은 0.425/hr, 3번 차엽은 0.477/hr로서, 건조온도가 높고 채엽시기가 늦을수록 또 유념을 할수록 증가하였고, 건조 전에 열을 많이 받은 시료일수록 컸으며, 생차엽은 0.403/hr, 증자차엽은 0.418/hr, 덩음차엽은 0.438/hr였다. 수분확산계수는 온도가 높고 유념을 할수록 증가하였으며 시료의 두께 및 직경의 영향을 크게 받았는데, 생차엽, 증자차엽 및 덩음차엽의 경우 평균 $1.162 \times 10^{-8} \text{m}^2/\text{hr}$, 1.896

$\times 10^{-8} \text{m}^2/\text{hr}$ 및 $1.958 \times 10^{-8} \text{m}^2/\text{hr}$ 로서 생차엽에서 상당히 작았다. 또한 잎과 줄기의 평균 확산 계수는 평균 $7.00 \times 10^{-9} \text{m}^2/\text{hr}$ 와 $1.130 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{hr}$ 로서 줄기 쪽이 훨씬 컸다. 한편 수분확산의 활성화 에너지는 생차엽, 증자차엽 및 덩음차엽의 경우 평균 9.50, 9.48 및 9.51 kcal/mol였고, 잎과 줄기의 경우는 평균 10.33과 8.67 kcal/mol였다.

감사의 글

본 연구는 교육부 학술연구조성비에 의하여 수행된 결과의 일부이며, 연구비지원에 감사드립니다.

문헌

1. 농어촌개발공사 종합식품연구원 : 녹차제조기술 지침서(1986)
2. 신미경 : 한국산 야생록차의 품질에 관한 종합적 연구. 한양대학교 대학원 학위논문(1985.)
3. 김재생 : 한국의 전통차문화에 대한 민속식물학적인 연구. 경상대학교 경남문화연구소보, 5, 99(1982)
4. 정승모 : 한국 다문화의 기원고. 금양문화논총, p.413 (1981)
5. 박동춘 : 한국의 다공. 한국다문화학회지, 1, 160(1986)
6. 滿田久輝, 監修 : 食品科學大事典. 講談社, p.470(1981)
7. 정유미, 은종방, 김동연 : 한국 야생차의 성분에 관한 연구. 제2보 아미노산 및 무기성분에 관하여. 한국다문화학회지, 1, 111(1986)
8. 유준식 : 한국다 제조기술개발에 관한 연구. 한국식품공업협회 식품연구 보고서(1986)
9. 김창목, 최진호, 오성기 : 차제조중의 주요성분의 화학적 변화. 한국영양식량학회지, 12, 99(1983)
10. 고영수, 이인숙 : HPLC에 의한 증제와 볶음 녹차중의 유리아미노산과 유리당의 정량. 한국영양식량학회지, 14, 301(1985)
11. 신애자, 천석조 : 한국산 녹차의 품종 및 가공방법에 따른 이화학적 성상. 한국조리과학회지, 4, 47(1988.)
12. 신미경 : 한국산 녹차의 특성. Proceedings of international seminar on green tea, p.67(1989)
13. 유춘희, 정재기 : 한국산 녹차에 대한 연구. 한국영양학회지, 5, 109(1972)
14. 吉富 均 : 製茶原葉の平衡含水率. 茶業研究報告, 61, 26(1985)
15. 吉富 均 : 茶葉の乾燥特性(II). 農業機械學會誌, 48, 303(1986)
16. Yamazawa, S., Yoshizaki S., Maekawa, T. and Sonobe, K. : Studies on drying of agricultural products (II). *J. Soc. Agr. Mach. Japan*, 33, 279(1970)
17. Fornell, A., Bimbenet, J. J. and Almin, Y. : Experimental study and modelization for air drying of vegetable products. *Lebensm-Wiss. U.-Technol*, 14, 96(1980)
18. Jason, A. C. : Effects of fat content on diffusion of water in fish muscle. *J. Sci. Food Agr.*, 16, 281(1965)
19. 정신교, 최용희, 손태화, 최종욱 : 사과외 건조조건에 따른 건조특성. 한국식품과학회지, 18, 61(1986)

(1996년 2월 22일 접수)